

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

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA



TESIS

Perfil renal de crías de alpacas (*Vicugna pacos*)

Presentado por:

Mariluz Espinoza Ancco

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 RENAL DE CRÍAS DE ALPACAS (*Vicugna pacos*)”

Presentado por **Mariluz Espinoza Ancco**, para optar el Título de:  
**Médico Veterinario y Zootecnista**

Sustentado y aprobado el 22 de julio del 2024 ante el jurado evaluador:

**Presidente:**

  
\_\_\_\_\_  
*Dr. Victor Alberto Ramos De la Riva*

**Primer Miembro:**

  
\_\_\_\_\_  
*Mtro. Max Henry Escobedo Enriquez*

**Segundo Miembro:**

  
\_\_\_\_\_  
*MVZ. Valeriano Paucara Oca*

**Asesores:**

  
\_\_\_\_\_  
*Dr. Virgilio Máchaca Machaca*

  
\_\_\_\_\_  
*MVZ. Victor Raúl Cano Fuentes*



**CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD**  
**N° 15-2024**

La Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac, a través de la Unidad de Investigación de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia declara que, la Tesis intitulada **“Perfil renal de crías de alpacas (*Vicugna pacos*)”**, presentado por el **Bach. Mariluz Espinoza Ancco**, para optar el Título de **Médico Veterinario y Zootecnista**; ha sido sometido a un mecanismo de evaluación y verificación de similitud, a través del Software TURNITIN, siendo el índice de similitud **ACEPTABLE de (15%)** por lo que, cumple con los criterios de originalidad establecidos por la Universidad.

*Abancay, 18 de julio del 2024*



---

**Dr. Virgilio Machaca Machaca**  
Director de la Unidad de Investigación  
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia

C. c:  
Archivo  
REG. N° 15  
Archivo

## **Agradecimiento**

*En primer lugar, agradezco a Dios, quien supo guiarme por el buen camino y por darme fuerza para seguir adelante a pesar de los obstáculos que se presentan y por haberme permitido culminar uno de mis anhelos de ser una profesional.*

*A la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac y en especial a la facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia que medio la oportunidad de una educación superior de calidad. Y los docentes que brindaron sus conocimientos y sabiduría en mi formación profesional.*

*A mis asesores Dr. Virgilio Machaca Machaca y Victor Raúl Cano Fuentes a quienes admiro y respeto mucho, por haber sido un ejemplo profesional durante mis estudios y por haber aportado sus conocimientos, tiempo y paciencia en la elaboración de esta tesis.*

*A mis padres Liliana y Bernabé, por haber estado conmigo apoyándome en momentos difíciles, por dedicar tiempo y esfuerzo para ser una mujer de bien, gracias por inculcar en mí el ejemplo de esfuerzo y valentía de no temer las adversidades.*

*A mis amigos y compañeros de generación a mis amigos de generación con quienes pase momentos que recordare siempre Candy, Richard, Alberto, Edyson, Saul, Abelardo, María, Fody, Salome, Fanny, Andree, Juana, Briyitte etc..., que estuvieron conmigo en los momentos de estrés y de alegría durante este largo y retador camino.*



## **Dedicatoria**

*A mi valiente mamita Liliana esta tesis es el resultado de tu amor, apoyo y sacrificio en mi viaje educativo, tus palabras de aliento, tu perseverancia y tu ejemplo constante han sido mi inspiración. Te amo mucho con todo mi corazón una forma de agradecimiento por todo lo que has hecho por mí y mis hermanos.*

*A mi hermana Luz gracias por enseñarme que la vida es divertida cuando hay compañía. Esta tesis es el resultado de los años de compartir alegrías, tristezas y secretos, gracias por tus consejos, apoyo, motivación para seguir adelante.*



“Perfil renal de crías de alpacas (*Vicugna pacos*)”

Línea de investigación: Ciencias veterinarias

Esta publicación está bajo una Licencia Creative Commons



## ÍNDICE

	<b>Pág.</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>RESUMEN</b> .....	3
<b>ABSTRACT</b> .....	4
<b>CAPÍTULO I</b> .....	5
<b>PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b> .....	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
<b>CAPÍTULO II</b> .....	8
<b>OBJETIVOS E HIPÓTESIS</b> .....	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.....	9
2.2.1 Hipótesis general .....	9
2.2.2 Hipótesis específicas .....	9
2.3 Operacionalización de variables.....	9
<b>CAPÍTULO III</b> .....	10
<b>MARCO TEÓRICO REFERENCIAL</b> .....	10
3.1 Antecedentes .....	10
3.2 Marco teórico .....	13
3.2.1 Perfil renal .....	13
3.2.1.1 Albúmina (ALB) .....	14
3.2.1.2 Nitrógeno ureico sanguíneo (BUN) .....	15
3.2.1.3 Creatinina (CREA).....	16
3.2.1.4 Calcio (Ca) .....	17
3.2.1.5 Fósforo (P).....	18
3.2.1.6 Ácido úrico (UA) .....	19
3.2.1.7 Dióxido de carbono (CO <sub>2</sub> ).....	20
3.2.2 Alpaca ( <i>Vicugna pacos</i> ) .....	21



3.2.2.1	Crías de alpacas.....	22
3.3	Marco conceptual .....	23
<b>CAPÍTULO IV.....</b>		<b>25</b>
<b>METODOLOGÍA.....</b>		<b>25</b>
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 .....	30
4.6	Análisis estadístico .....	31
<b>CAPÍTULO V .....</b>		<b>32</b>
<b>RESULTADOS Y DISCUSIONES .....</b>		<b>32</b>
5.1	Análisis de resultados .....	32
5.1.1	Valores del perfil renal de crías de alpacas ( <i>Vicugna pacos</i> ).....	32
5.1.2	Concentración de albúmina en el plasma sanguíneo de crías hembras y machos de alpacas ( <i>Vicugna pacos</i> ).....	33
5.1.3	Concentración de nitrógeno ureico sanguíneo (BUN) en el plasma sanguíneo de crías hembras y machos de alpacas ( <i>Vicugna pacos</i> ) .....	33
5.1.4	Concentración de creatinina (CREA) en el plasma sanguíneo de crías hembras y machos de alpacas ( <i>Vicugna pacos</i> ).....	34
5.1.5	Relación de nitrógeno ureico sanguíneo (BUN) y creatinina (CREA) en el plasma sanguíneo de crías hembras y machos de alpacas ( <i>Vicugna pacos</i> ).....	34
5.1.6	Concentración de calcio (Ca) en el plasma sanguíneo de crías hembras y machos de alpacas ( <i>Vicugna pacos</i> ).....	35
5.1.7	Concentración de fósforo (P) en el plasma sanguíneo de crías hembras y machos de alpacas ( <i>Vicugna pacos</i> ).....	35
5.1.8	Concentración de ácido úrico (UA) en el plasma sanguíneo de crías hembras y machos de alpacas ( <i>Vicugna pacos</i> ).....	36
5.1.9	Concentración de dióxido de carbono (CO <sub>2</sub> ) en el plasma sanguíneo de crías hembras y machos de alpacas ( <i>Vicugna pacos</i> ).....	36
5.2	Discusión.....	37
5.2.1	Concentración de albúmina como indicador del perfil renal .....	37
5.2.2	Concentración de nitrógeno ureico sanguíneo (BUN) como indicador del perfil renal	38
5.2.3	Concentración de creatinina (CREA) como indicador del perfil renal .....	38
5.2.4	Relación de BUN/CREA como indicador del perfil renal .....	39
5.2.5	Concentración de calcio como indicador del perfil renal.....	40
5.2.6	Concentración de fósforo como indicador del perfil renal.....	40
5.2.7	Concentración de ácido úrico como indicador del perfil renal .....	41
5.2.8	Concentración de dióxido de carbono como indicador del perfil renal .....	41



<b>CAPÍTULO VI</b> .....	42
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> .....	42
6.1 Conclusiones .....	42
6.2 Recomendaciones.....	42
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	43
<b>ANEXOS</b> .....	46



## ÍNDICE DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
Tabla 1. Operacionalización de componentes bioquímicos del perfil renal en crías de alpacas ( <i>Vicugna pacos</i> ).....	9
Tabla 2. Concentración plasmática de elementos que conforman el perfil renal de crías de alpacas ( <i>Vicugna pacos</i> ).....	32
Tabla 3. Valores de albúmina en el plasma sanguíneo de crías hembras y machos de alpacas ( <i>Vicugna pacos</i> ).....	33
Tabla 4. Valores de BUN en el plasma sanguíneo de crías hembras y machos de alpacas ( <i>Vicugna pacos</i> ).....	33
Tabla 5. Valores de CREA en el plasma sanguíneo de crías hembras y machos de alpacas ( <i>Vicugna pacos</i> ).....	34
Tabla 6. Relación BUN/CREA en el plasma sanguíneo de crías hembras y machos de alpacas ( <i>Vicugna pacos</i> ).....	34
Tabla 7. Valores de calcio en el plasma sanguíneo de crías hembras y machos de alpacas ( <i>Vicugna pacos</i> ).....	35
Tabla 8. Valores de fósforo en el plasma sanguíneo de crías hembras y machos de alpacas ( <i>Vicugna pacos</i> ).....	36
Tabla 9. Valores de ácido úrico en el plasma sanguíneo de crías hembras y machos de alpacas ( <i>Vicugna pacos</i> ).....	36
Tabla 10. Valores de dióxido de carbono en el plasma sanguíneo de crías hembras y machos de alpacas ( <i>Vicugna pacos</i> ).....	37

## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
Figura 1. Selección de crías de alpacas .....	47
Figura 2. Selección de animales .....	47
Figura 3. Desinfección sobre la vena cefálica .....	48
Figura 4. Momento de la extracción de sangre .....	48
Figura 5. Con la muestra de sangre .....	49
Figura 6. Inicio de centrifugación de la muestra .....	49
Figura 7. Obtención del plasma sanguíneo.....	50
Figura 8. Momento de extracción del reactivo refrigerado .....	50
Figura 9. Extracción de plasma sanguíneo .....	51
Figura 10. Colocando el plasma en el disco reactivo .....	51
Figura 11. Colocando el disco reactivo en el equipo de lectura .....	52
Figura 12. Obtención de resultados .....	52
Figura 13. Instrumento 1 .....	53
Figura 14. Instrumento 2 .....	54



## INTRODUCCIÓN

La crianza de alpacas en el Perú revisa una importancia trascendental en varios aspectos. En primer lugar, las alpacas proporcionan una fuente de sustento económico vital para muchas comunidades rurales en las regiones de los Andes peruanos. La producción de su fibra suave y valiosa, conocida como "alpaca", es una fuente de ingresos esenciales a través de la venta de lana y productos textiles de alta calidad en el mercado nacional e internacional. Además, estas criaturas son resistentes y adaptadas a las condiciones extremas de las altas montañas, contribuyendo a la sostenibilidad de la agricultura en estas áreas. Su crianza también es relevante en términos de conservación, ya que ayuda a preservar una especie nativa única. Por último, el turismo relacionado con las alpacas atrae a visitantes a la región, generando ingresos adicionales para las comunidades locales. En resumen, la crianza de alpacas no solo es un pilar económico esencial en el Perú, sino también un componente clave de su identidad cultural y de sus esfuerzos de conservación y desarrollo sostenible, por ello estudios en las crías de estos animales se hace indispensable <sup>1</sup>.

El análisis del perfil renal en alpacas y en sus crías es de suma importancia tanto en el campo de la medicina veterinaria como en la investigación biomédica. Los riñones desempeñan un papel crítico en la homeostasis del organismo al filtrar y eliminar productos de desecho, regular los niveles de agua y electrolitos, y controlar la presión arterial <sup>2</sup>. Por lo tanto, el monitoreo de la función renal a través de pruebas como la medición de creatinina, urea y otros marcadores esenciales para identificar y diagnosticar trastornos renales como la insuficiencia renal, infecciones, cálculos renales y tumores. Además, muchas enfermedades sistémicas inicialmente se manifiestan a través de alteraciones en la función renal, lo que convierte al análisis del perfil renal en una herramienta diagnóstica fundamental <sup>3</sup>. En el ámbito de la investigación, comprender la función renal en crías de alpacas también arroja luz sobre procesos fisiológicos y patológicos más amplios, ya que los riñones son órganos centrales en la regulación de la salud general. En última instancia, el análisis del perfil renal no solo contribuye al bienestar de los animales, sino que también tiene implicaciones en la salud humana, ya que los procesos renales son en gran medida similares entre mamíferos. En conjunto, este enfoque es esencial para garantizar la salud y la calidad de vida de los animales, así como para avanzar en nuestra comprensión de la biología y la medicina <sup>4</sup>.



Según lo descrito planteamos evaluar el perfil renal de crías de alpacas (*Vicugna pacos*), aparentemente sanas.



## RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue determinar los valores del perfil renal de crías de alpacas (*Vicugna pacos*), para ello se seleccionó a 40 crías de alpacas de ambos sexos (20 en cada uno), que habitaban a una altitud por encima de los 4000 m s.n.m. en el distrito de Cotaruse, provincia de Aymaraes de la Región de Apurímac en el Perú. Todos los animales fueron seleccionados al azar y declarados como aparentemente sanos, a cada animal se le extrajo sangre desde la vena cefálica (5 mL) las cuales fueron depositadas en tubos con anticoagulante (Heparina con litio) y refrigeradas en cajas a una temperatura de 4°C, las muestras se transportaron hacia el laboratorio para el análisis del perfil renal que fue medido por el Analizador Bioquímico Veterinario Mindray (Vetube 30) y con kits de la misma empresa. Los indicadores del perfil renal en crías de alpacas indican valores para la albúmina (ALB) de  $3.94 \pm 0.22$  g/dL, nitrógeno ureico sanguíneo (BUN)  $16.93 \pm 3.33$  mg/dL, creatinina (CREA)  $1.27 \pm 0.35$  mg/dL, relación BUN/CREA  $14.3 \pm 0.72$  mg/dL, Calcio (Ca)  $9.26 \pm 1.78$  mg/dL, fósforo (P)  $5.95 \pm 1.37$  mg/dL, ácido úrico (UA)  $0.12 \pm 0.11$  mg/dL y dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>)  $14.68 \pm 2.31$  mg/dL. La concentración ALB, BUN y CO<sub>2</sub> fue más alta su concentración en crías machos ( $p < 0.05$ ) y en los demás indicadores no se encontraron diferencias entre sexos ( $p > 0.05$ ).

**Palabras clave:** Cría, alpaca, función renal.



## ABSTRACT

The aim of the present study was to determine the values of the renal profile of baby alpacas (*Vicugna pacos*), for this 40 baby alpacas of both sexes (20 in each one) were selected, which lived at an altitude above 4000 m s.n.m. in the Cotaruse district, Aymaraes province of the Apurímac Region in Peru. All animals were selected at random and declared as apparently healthy. Blood was drawn from each animal from the cephalic vein (5 mL), which was placed in tubes with anticoagulant (lithium heparinizado) and refrigerated in boxes at a temperature of 4°C., the samples were transported to the laboratory for analysis of the renal profile, which was measured by the Mindray Veterinary Biochemical Analyzer (Vetube 30) and with kits from the same company. The renal profile indicators in alpaca offspring indicate values for albumin (ALB) of  $3.94 \pm 0.22$  g/dL, blood urea nitrogen (BUN)  $16.93 \pm 3.33$  mg/dL, creatinine (CREA)  $1.27 \pm 0.35$  mg/dL, ratio BUN/CREA  $14.3 \pm 0.72$  mg/dL, Calcium (Ca)  $9.26 \pm 1.78$  mg/dL, phosphorus (P)  $5.95 \pm 1.37$  mg/dL, uric acid (UA)  $0.12 \pm 0.11$  mg/dL and carbon dioxide (CO<sub>2</sub>)  $14.68 \pm 2.31$  mg/dL. The ALB, BUN and CO<sub>2</sub> concentration was higher in male offspring ( $p < 0.05$ ) and in the other indicators no differences were found between sexes ( $p > 0.05$ ).

**Keywords:** *Baby, alpaca, function renal.*



## CAPÍTULO I

### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

#### 1.1 Descripción del problema

Las crías de alpaca, conocidas como "crias" o "crias de alpaca", nacen con una serie de características notables que les permiten adaptarse rápidamente a la vida en las elevadas altitudes de los Andes, donde habitan. Estas crías son generalmente pequeñas, pesando alrededor de 5 a 8 kilogramos al nacer, y suelen ser de un color claro, a menudo blanco, aunque también pueden tener tonalidades de beige o marrón claro. Uno de los rasgos más destacados de las crías de alpaca es su densa y suave capa de pelo, que les proporciona una excelente protección contra el frío extremo de la región. A medida que crecen, este pelaje se convierte en una de las fibras naturales más valiosas del mundo, conocida por su suavidad y calidez. Las crías también tienen grandes ojos y orejas proporcionadas que les permiten detectar posibles depredadores en el entorno montañoso en el que viven. Además, son animales precoces y, en poco tiempo, pueden pararse, caminar y comenzar a pasar al lado de sus madres, lo que los convierte en ejemplos notables de adaptación y supervivencia en un entorno desafiante. Estas crías son una parte vital de la industria de la lana de alpaca, ya que su pelo de calidad superior se cosecha para la fabricación de productos textiles de alta calidad en todo el mundo <sup>5</sup>.

Las enfermedades renales en mamíferos abarcan una amplia gama de trastornos que afectan a los riñones, órganos esenciales para la regulación de fluidos y desechos en el cuerpo. Entre las enfermedades más comunes se encuentran la insuficiencia renal, donde los riñones no pueden filtrar adecuadamente los desechos y líquidos, y la nefritis, que involucra la inflamación de los tejidos renales. También están las piedras en el riñón, formadas por cristales minerales, que pueden causar obstrucciones dolorosas. Las infecciones renales, como la pielonefritis, resultan de bacterias que ingresan en los riñones, causando inflamación y malestar. Las enfermedades congénitas, como la poliquistosis renal, se heredan y provocan quistes en los riñones que afectan su funcionamiento. La hipertensión arterial puede dañar los riñones con el tiempo, mientras que la diabetes puede causar daño renal crónico. En cuanto a las neoplasias renales, los tumores pueden desarrollarse en los riñones, siendo el carcinoma de células renales el





más común. Los síntomas incluyen dolor abdominal, cambios en la micción, fatiga y retención de líquidos. El diagnóstico temprano y el tratamiento son fundamentales para abordar estas enfermedades renales y preservar la función renal y la salud general de los mamíferos, ya que los riñones son cruciales para mantener el equilibrio químico en el cuerpo <sup>2</sup>.

Se hace muy importante analizar el normal funcionamiento renal y por lo tanto es necesario estandarizar los indicadores del buen funcionamiento renal en crías de alpacas (*Vicugna pacos*).

## 1.2 Enunciado del problema

### 1.2.1 Problema general

¿Cuáles serán los valores del perfil renal de crías de alpacas (*Vicugna pacos*)?

### 1.2.2 Problemas específicos

- ¿Cuánto será la concentración de albúmina en el plasma sanguíneo de crías machos y hembras de alpacas (*Vicugna pacos*)?
- ¿Cuánto será la concentración de nitrógeno ureico sanguíneo (BUN) en el plasma sanguíneo de crías machos y hembras de alpacas (*Vicugna pacos*)?
- ¿Cuánto será la concentración de creatinina (CREA) en el plasma sanguíneo de crías machos y hembras de alpacas (*Vicugna pacos*)?
- ¿Cuánto será la relación BUN/CREA en el plasma sanguíneo de crías machos y hembras de alpacas (*Vicugna pacos*)?
- ¿Cuánto será la concentración de calcio (Ca) en el plasma sanguíneo de crías machos y hembras de alpacas (*Vicugna pacos*)?
- ¿Cuánto será la concentración de fósforo (P) en el plasma sanguíneo de crías machos y hembras de alpacas (*Vicugna pacos*)?
- ¿Cuánto será la concentración de ácido úrico (UA) en el plasma sanguíneo de crías machos y hembras de alpacas (*Vicugna pacos*)?



- ¿Cuánto será la concentración de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) en el plasma sanguíneo de crías machos y hembras de alpacas (*Vicugna pacos*)?

### 1.2.3 Justificación de la investigación

El estudio del perfil renal en crías de alpacas revisa una importancia científica fundamental debido a la vitalidad de los riñones en el mantenimiento de la homeostasis y la salud global de estos animales. Los riñones desempeñan un papel crucial en la regulación de la composición química de la sangre, incluyendo la eliminación de productos de desecho, el equilibrio de electrolitos y la regulación de la presión arterial. Además, son fundamentales en la producción de hormonas que controlan la producción de glóbulos rojos y la homeostasis del calcio. Estudiar el perfil renal permite identificar y evaluar posibles disfunciones en estos órganos, como insuficiencia renal, infecciones, cálculos renales, tumores y enfermedades congénitas, entre otras. Además, la información obtenida a través de estos estudios puede proporcionar valiosos conocimientos sobre la salud general del animal, ya que muchas enfermedades sistémicas se manifiestan primero a través de alteraciones en la función renal. Además, este conocimiento es esencial tanto en la investigación biomédica como en la práctica veterinaria, permitiendo el diagnóstico temprano y la implementación de tratamientos adecuados. En última instancia, la comprensión del perfil renal en crías de alpacas contribuirá al bienestar de los individuos y puede arrojar luz sobre la salud de poblaciones enteras, lo que tiene implicaciones importantes tanto en términos de conservación de especies como en la comprensión de la salud de estos animales, dado que los procesos renales son en gran medida similares en los mamíferos.



## CAPÍTULO II

### OBJETIVOS E HIPÓTESIS

#### 2.1 Objetivos de la investigación

##### 2.2.1 Objetivo general

Determinar los valores del perfil renal de crías de alpacas (*Vicugna pacos*).

##### 2.2.2 Objetivos específicos

- Medir la concentración de albúmina en el plasma sanguíneo de crías machos y hembras de alpacas (*Vicugna pacos*).
- Medir la concentración de nitrógeno ureico sanguíneo (BUN) en el plasma sanguíneo de crías machos y hembras de alpacas (*Vicugna pacos*).
- Medir la concentración de creatinina (CREA) en el plasma sanguíneo de crías machos y hembras de alpacas (*Vicugna pacos*).
- Medir la relación BUN/CREA en el plasma sanguíneo de crías machos y hembras de alpacas (*Vicugna pacos*).
- Medir la concentración de calcio (Ca) en el plasma sanguíneo de crías machos y hembras de alpacas (*Vicugna pacos*).
- Medir la concentración de fósforo (P) en el plasma sanguíneo de crías machos y hembras de alpacas (*Vicugna pacos*).
- Medir la concentración de ácido úrico (UA) en el plasma sanguíneo de crías machos y hembras de alpacas (*Vicugna pacos*).
- Medir la concentración de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) en el plasma sanguíneo de crías machos y hembras de alpacas (*Vicugna pacos*).



## 2.2 Hipótesis de la investigación

### 2.2.1 Hipótesis general

Los valores del perfil renal de crías de alpacas (*Vicugna pacos*), son similares al de los adultos.

### 2.2.2 Hipótesis específicas

- Los niveles en las concentraciones séricas de albúmina, nitrógeno ureico sanguíneo, creatinina, calcio, fósforo, ácido úrico, dióxido de carbono y la relación de nitrógeno ureico sanguíneo/creatinina son similares al de los adultos.

## 2.3 Operacionalización de variables

Tabla 1. Operacionalización de componentes bioquímicos del perfil renal en crías de alpacas (*Vicugna pacos*)

Tipo de variables	Variable	Indicadores	Índices
Dependiente	Componentes del perfil renal	Niveles séricos	g/dL, mg/ dL o mmol/L
Independiente	Crías de alpacas ( <i>Vicugna pacos</i> )	Animal con edad máxima de 8 meses.	
	Sexo	Condición fisiológica reproductiva	



## CAPÍTULO III

### MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

#### 3.1 Antecedentes

- a) El propósito de una investigación fue analizar los niveles bioquímicos en la sangre de crías de alpacas. Se recolectaron muestras de sangre y suero de alpacas de un mes de edad clínicamente sanas, procedentes de comunidades alpaqueras en la sierra central del Perú. En crías de alpacas se observó que los valores de la albúmina alcanzan valores de  $5.1 \pm 0.55$  g/dL y el calcio alcanzó valores de 10.5 mg/dL. Se observó una disminución significativa ( $p < 0.05$ ) en los niveles de proteínas totales, albumina y calcio en las crías afectadas por diarrea. De esto se deduce que las variaciones detectadas en nuestro estudio podrían considerarse como parte de los factores que contribuyen a la mortalidad de las crías debido a la diarrea infecciosa <sup>6</sup>.
- b) Crías de alpacas que habitaban por encima de los 4000 m s.n.m., en el inicio del altiplano peruano con edades menores a dos meses, fueron evaluadas en valores bioquímicos del perfil renal, mostrando que la albúmina presentó valores de  $5.19 \pm 0.21$  g/dL, la creatinina llegó a  $2.90 \pm 0.23$  mg/dL y la urea llegó a  $39.93 \pm 2.35$  mg/dL <sup>7</sup>.
- c) En un trabajo realizado en alpacas (*Vicugna pacos*) clínicamente sanas que habitaban en la sierra central del Perú se determinó el perfil bioquímico renal. Para ello, se muestreo 8 mL de sangre de 60 alpacas, que correspondían a 30 adultos y 30 tuis, por punción intravenosa de la vena yugular. Los resultados obtenidos para los de albúmina mostraron en  $3.63 \pm 0.65$  g/dL; en cuanto al perfil renal notamos la urea en  $39.1 \pm 9.02$  mg/dL y los de creatinina alcanzaron una media de  $2.21 \pm 0.54$  mg/dL <sup>2</sup>.
- d) Según referencias internacionales, la alpaca presenta diferentes valores dentro del perfil bioquímico, por ejemplo, la albúmina sérica se encuentra entre 2.5 a 4.9 g/dL, el nitrógeno ureico sanguíneo desde 10 a 31 mg/dL, la creatinina muestra valores que van desde los 1.1 hasta los 3.2 mg/dL, el calcio se encuentra desde los 7.3 hasta los 10.8 mg/dL, la concentración de fósforo fluctúa desde los 3.0 hasta los 9.7 mg/dL <sup>8</sup>.



- e) En otro estudio se tuvo como objetivo la comparación de los niveles de concentración del nitrógeno ureico sanguíneo (NUS) entre alpacas y llamas recientemente destetadas, cuya alimentación se basó exclusivamente con pastos cultivados. Para llevar a cabo esta investigación se usó 63 alpacas (*Vicugna pacos*) y 64 llamas (*Lama glama*), de ambos sexos (hembras y machos), todos estos animales pastaron durante 21 días luego del destete extensivamente y exclusivamente en pasturas cultivadas, producto de la asociación del pasto forrajero rye grass italiano (*Lolium multiflorum*) y la leguminosa de nombre trébol blanco (*Trifolium repens*). A todos los animales se les muestreó al término de los 21 días, a primeras horas de la mañana y en ayunas, luego del cual las alpacas y llamas salieron a pasturas naturales. Se determinó el nitrógeno ureico sanguíneo (NUS) por espectrofotometría UV visible utilizando kit comercial garantizado. Las comparaciones se realizaron por medio de la prueba de t Student. Las concentraciones de NUS en alpacas llegaron a  $19.04 \pm 3.24$  mg/dL (mínimo de 12.13 y máximo de 26.36 mg/dL) y las concentraciones en llamas fueron de  $19.05 \pm 3.93$  mg/dL (mínimo de 8.80 y máximo de 25.69 mg/dL). No se encontró diferencias significativas entre estas especies. Llegando a la conclusión de que las concentraciones de NUS entre alpacas y llamas son similares cuando estas son destetadas y mantenidas en pasturas cultivadas <sup>9</sup>.
- f) Por otro lado, un estudio realizado en Tacna – Perú, evaluaron los índices bioquímicos de la sangre de alpacas de la raza Huacaya en dos regiones geográficas, una altoandina y la otra en animales que habitaban en la región costera correspondiente a la ciudad de Tacna. Con el fin de concretizar la investigación se muestrearon alpacas machos y hembras. Los valores de concentraciones de los elementos bioquímicos fueron evaluados usando kits comerciales de la marca Byosystems® que se sometieron al analizador bioquímico automático A25. Los datos obtenidos se analizaron bajo el modelo del análisis de varianza con un arreglo factorial de 2 x 2 (1 por zona y 1 por sexo). Los resultados, de las concentraciones de creatinina (CREA) muestran que las alpacas de la zona altoandina llegaron a mostrar una media de  $1,45 \pm 0,21$ (mg/dL) y de  $1,39 \pm 0,13$  (mg/dL), machos y hembras, respectivamente. Mientras que, las alpacas de la zona costera mostraron valores de CREA de  $1,34 \pm 0,07$  (mg/dL) para alpacas machos y de  $1,29 \pm 0,10$  (mg/dL) en alpacas hembras. Las concentraciones de creatinina para los animales de zona altoandina y costera no mostraron diferencias ( $p > 0.05$ ). Por otro lado, cuando se analizó las concentraciones de urea estos mostraron valores de  $40,8 \pm 5,17$  mg/dL para alpacas machos y de  $42,2 \pm 2,59$  mg/dL para alpacas hembras de las



zonas altoandinas; de manera similar, se reportó  $44,30 \pm 4,92$  para alpacas machos y de  $44,82 \pm 7,47$  para alpacas hembras de las zonas costeras. Las concentraciones de urea para los animales de zona altoandina y costera no mostraron diferencias ( $p > 0.05$ )<sup>4</sup>.

- g) El estudio titulado Análisis de los niveles de proteína total y fósforo en alpacas hembras antes de la pubertad y adultas durante las temporadas seca y húmeda en Cerro de Pasco, se centró en la evaluación de metabolitos en momentos críticos para la producción de alpacas. Su objetivo es determinar los niveles de proteína total y fósforo en alpacas hembras en diferentes etapas de desarrollo y en distintas condiciones climáticas en Cerro de Pasco. La premisa del estudio sugiere que los niveles de proteína total y fósforo son más altos durante la época húmeda y en alpacas adultas en comparación con la época seca y alpacas pre-púberes en esta región. La investigación se llevó a cabo en la Cooperativa comunal "San Pedro de Racco" en Cerro de Pasco, a una altitud de 4318 m.s.n.m. Se examinaron 100 alpacas hembras adultas y 100 pre-púberes durante ambas temporadas. Se extrajeron muestras de sangre en tubos vacutainer y se centrifugaron a 3000 rpm durante 15 minutos para obtener suero, que luego se congeló a  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$  para su posterior análisis. La medición de los niveles de proteína total y fósforo en la sangre se realizó mediante colorimetría. El enfoque de la investigación fue descriptivo y no experimental. Los datos se analizaron utilizando estadísticas descriptivas y se aplicó un diseño completamente al azar con un arreglo factorial  $2 \times 2$  para evaluar los efectos de los factores temporada y etapa de producción. Los resultados indican que las concentraciones de proteína total y fósforo son significativamente más altas ( $p < 0.05$ ) durante la temporada húmeda y en alpacas adultas. Este fenómeno posiblemente se deba a la mayor disponibilidad de forraje verde y a la capacidad adaptativa superior de las alpacas adultas frente a posibles deficiencias nutricionales. Los resultados para proteína total muestran valores de  $6.18 \pm 1.40$  mg/dL en púberes y de  $7.46 \pm 1.46$  mg/dL en alpacas adultas en época seca, mientras que en época húmeda los valores alcanzan los  $7.83 \pm 1.21$  mg/dL en púberes y de  $8.15 \pm 1.45$  mg/dL en adultos. Asimismo, los resultados para concentración de fósforo muestran valores de  $6.01 \pm 1.27$  mg/dL en púberes y de  $7.27 \pm 1.41$  mg/dL en alpacas adultas en época seca, mientras que en época húmeda los valores alcanzan los  $7.39 \pm 1.75$  mg/dL en púberes y de  $7.96 \pm 1.49$  mg/dL<sup>10</sup>.
- h) Otro estudio se llevó a cabo en la comunidad de Guangaje, ubicada en el Cantón Pujilí de la Provincia de Cotopaxi, a una altitud superior a los 3.600 metros sobre el nivel del



mar. También se realizó en la Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales (CAREN) de la Universidad Técnica de Cotopaxi, durante un período de seis meses comprendido entre abril y septiembre de 2011. Durante este lapso, se efectuaron actividades de campo, análisis de laboratorio y desarrollo investigativo utilizando 26 muestras de suero sanguíneo de alpacas para determinar la presencia de macro y microminerales, incluyendo calcio y fósforo. El enfoque metodológico empleado fue de carácter analítico y descriptivo, con el objetivo de presentar los valores reales de los niveles de minerales en la sangre de las alpacas mediante una investigación tanto de campo como de laboratorio. La importancia de este estudio radica principalmente en comprender si los niveles de minerales, tanto macro como micro, varían según el clima, la altitud sobre el nivel del mar y el tipo de alimentación de las alpacas. Esto es relevante debido a la escasez de estudios sobre los camélidos sudamericanos, especialmente en lo que respecta a la determinación de componentes minerales en el fluido sanguíneo de las alpacas. Se llevó a cabo un muestreo en dos ubicaciones con diferentes tipos de alimentación y altitudes. Se extrajo sangre intravenosa y se analizó el suero sanguíneo en laboratorio para identificar las cantidades de macro y microminerales, incluyendo calcio, fósforo, magnesio, sodio, potasio y cloro. Los resultados muestran que en las alpacas del Guangaje (altura) presentan 7.45 mg/dL de fósforo en el plasma sanguíneo y de 9.17 mg/dL de calcio en la sangre y los de la unidad tecnológica de Caren, muestran que, el fósforo alcanza los 7.82 mg/dL y el calcio se encuentra en 7.81 mg/dL (nivel del mar) <sup>11</sup>.

- i) Se realizó un estudio en alpacas que recientemente parieron y que fueron alimentadas con pastos naturales en las regiones de Puno, Junín y Pasco, encontrándose valores para el BUN de 30.4 mg/dL para alpacas de Puno, 24.8 mg/dL en alpacas de Junin y de 21.6 mg/dL para las alpacas de Pasco, resultando diferentes entre regiones ( $p < 0.05$ ) <sup>12</sup>.

## 3.2 Marco teórico

### 3.2.1 Perfil renal

La evaluación del perfil renal en un paciente es fundamental para determinar el funcionamiento de los riñones y detectar posibles trastornos o enfermedades renales. Los riñones desempeñan un papel crucial en la eliminación de desechos y el equilibrio de electrolitos en el cuerpo, por lo que esta evaluación es esencial para evaluar la función renal y mantener la homeostasis corporal. En medicina veterinaria se utilizan pruebas de perfil renal, como la medición de la creatinina, el ácido úrico





y la tasa de filtración glomerular, para evaluar la salud renal, identificar problemas como la insuficiencia renal, la enfermedad renal crónica o la presencia de cálculos renales, y monitorear la respuesta al tratamiento en pacientes con afecciones renales conocidas. además, Los resultados de estas pruebas pueden ayudar a guiar ajustes en la medicación y cambios en la dieta para preservar la función renal y prevenir complicaciones graves. En resumen, la evaluación del perfil renal es esencial para el diagnóstico temprano y el manejo adecuado de problemas renales, contribuyendo así a la salud general del paciente <sup>2, 13, 14, 15</sup>.

### 3.2.1.1 Albúmina (ALB)

La albúmina es una proteína soluble en agua que se encuentra en altas concentraciones en el suero sanguíneo y el plasma de los mamíferos, incluidos los humanos. Su estructura bioquímica está compuesta principalmente por una larga cadena de aminoácidos dispuesta en una forma plegada globular. Es una proteína de tamaño relativamente grande, con un peso molecular aproximado de 66-69 kDa. La estructura primaria de la albúmina está compuesta por una secuencia específica de aminoácidos, incluidos ácido aspártico, glutámico, lisina, leucina, alanina y serina, entre otros. Estos aminoácidos se organizan en estructuras secundarias, como hélices alfa y láminas beta, que a su vez se pliegan en una estructura tridimensional compacta <sup>14, 16, 17</sup>.

En términos de función, la albúmina desempeña varios roles vitales en el organismo de los animales, como el transporte de sustancias de una variedad de moléculas importantes, incluidos nutrientes como ácidos grasos, calcio, bilirrubina, hormonas liposolubles y medicamentos. Actúa como un "portador" en la sangre, ayudando a transportar estas moléculas desde un lugar a otro en el cuerpo <sup>14</sup>. Regulación del equilibrio osmótico: La albúmina es crítica para mantener el equilibrio adecuado de líquidos entre los compartimentos intra y extracelulares. Actúa como un agente osmótico, ayudando a mantener la presión osmótica adecuada en el sistema circulatorio y evitando la pérdida excesiva de líquidos hacia los tejidos <sup>18</sup>. La albúmina también contribuye a mantener el equilibrio ácido-base en el cuerpo al actuar como un amortiguador de pH, ayudando a evitar cambios bruscos en el pH sanguíneo que podrían ser perjudiciales para las células y los tejidos. La albúmina tiene propiedades antioxidantes que ayudan a



neutralizar los radicales libres y proteger las células del daño oxidativo. Esto es importante para mantener la salud celular y prevenir el envejecimiento prematuro <sup>19</sup>. Por tanto, la albúmina es una proteína esencial con una estructura bioquímica única que desempeña múltiples funciones críticas en el organismo de los animales, incluido el transporte de sustancias, la regulación del equilibrio osmótico, la regulación del pH y la protección contra el estrés oxidativo <sup>20, 21</sup>.

### 3.2.1.2 Nitrógeno ureico sanguíneo (BUN)

El nitrógeno ureico sanguíneo (BUN) es una medida de la cantidad de urea presente en la sangre y es utilizado como un indicador importante de la función renal en los animales. La urea es un compuesto que se forma en el hígado como producto de desecho del metabolismo de las proteínas, y es transportado a través del torrente sanguíneo hacia los riñones para su excreción <sup>22</sup>.

El BUN no se refiere a una estructura molecular específica, sino más bien a una medida de la concentración de urea en la sangre. Sin embargo, la urea misma tiene una estructura química simple, compuesta por dos átomos de nitrógeno unidos por un enlace covalente con un átomo de carbono, que a su vez está enlazado a dos átomos de oxígeno. La urea es altamente soluble en agua y se elimina principalmente a través de la orina. El BUN es una medida importante de la función renal y del metabolismo de las proteínas en el organismo de los animales <sup>23</sup>.

Se conoce que los riñones son responsables de filtrar la urea y otros productos de desecho del torrente sanguíneo y excretarlos en la orina. Un aumento en los niveles de BUN en la sangre puede indicar una disminución en la función renal, ya sea debido a enfermedad renal aguda o crónica, obstrucción del flujo de orina u otras condiciones que afecten la capacidad de los riñones para eliminar la urea <sup>24</sup>. Dado que la urea es un producto del metabolismo de las proteínas, los niveles de BUN también pueden reflejar cambios en el metabolismo de las proteínas en el organismo. Por ejemplo, niveles elevados de BUN pueden observarse en casos de aumento de la descomposición de las proteínas, como en la desnutrición severa o en ciertas condiciones médicas como el síndrome de lisis tumoral <sup>23</sup>. Las alteraciones en los niveles de BUN pueden indicar diversas condiciones patológicas, tal



como sucede con la insuficiencia renal, es decir que cuando existe un aumento significativo en los niveles de BUN, junto con un aumento en los niveles de creatinina en suero, es indicativo de insuficiencia renal aguda o crónica. Esto puede ser causado por enfermedades renales como la glomerulonefritis, la nefropatía diabética, la insuficiencia renal crónica, entre otras <sup>25</sup>. Niveles elevados de BUN también pueden estar asociados con desórdenes metabólicos que resultan en una mayor descomposición de las proteínas, como en el caso de la desnutrición grave o la deshidratación. Desórdenes en la eliminación de urea: Obstrucciones en el tracto urinario que impiden la excreción normal de urea pueden provocar un aumento en los niveles de BUN. Esto puede ser causado por cálculos renales, tumores u otras obstrucciones <sup>23, 25</sup>.

### 3.2.1.3 Creatinina (CREA)

La creatinina es un compuesto orgánico nitrogenado que se forma en los músculos a partir de la descomposición de la creatina fosfato, una molécula que proporciona energía a los músculos durante la contracción. Químicamente, la creatinina tiene la fórmula molecular  $C_4H_7N_3O$  y es un subproducto del metabolismo muscular que se excreta principalmente a través de los riñones en la orina. Por lo tanto, se encuentra en la sangre y en la orina en concentraciones que reflejan la función renal <sup>3</sup>. La creatinina sérica es un marcador importante de la función renal. Los niveles elevados de creatinina en sangre pueden indicar disminución de la función renal, ya sea aguda o crónica. Por lo tanto, la determinación de los niveles de creatinina en sangre es una herramienta crucial en el diagnóstico y seguimiento de enfermedades renales, así como en el monitoreo de la función renal en pacientes con enfermedades crónicas como la diabetes o la hipertensión. Además de la función renal, los niveles de creatinina también pueden aumentar en condiciones que involucren una mayor destrucción muscular, como el síndrome de descomposición muscular, el traumatismo grave o el uso excesivo de ciertos medicamentos. En estos casos, la creatinina sérica también puede ser útil para evaluar el daño muscular y la función renal asociada <sup>25</sup>.



#### 3.2.1.4 Calcio (Ca)

El calcio es un elemento químico de símbolo Ca y número atómico 20. En su forma elemental, el calcio es un metal blando de color plateado que se oxida rápidamente en el aire. Sin embargo, en la biología, el calcio es más conocido por su forma de ion ( $\text{Ca}^{2+}$ ), que desempeña numerosas funciones vitales en los organismos vivos <sup>26</sup>. El calcio es esencial para una amplia variedad de procesos biológicos, incluida la contracción muscular, la transmisión nerviosa, la coagulación sanguínea, la activación de enzimas y la función de muchas proteínas. En el contexto de los huesos y dientes, el calcio es un componente fundamental de la matriz ósea, contribuyendo a la fuerza y la estructura ósea <sup>14, 18</sup>.

En el caso de la insuficiencia renal, el equilibrio del calcio en el cuerpo puede verse afectado de varias maneras, por ejemplo, en la alteración del metabolismo óseo, se sabe que los riñones desempeñan un papel crucial en la regulación del calcio en el cuerpo al excretar o reabsorber el calcio según sea necesario. En la insuficiencia renal, esta capacidad puede estar comprometida, lo que puede llevar a desequilibrios en el metabolismo óseo, como la osteodistrofia renal, donde los niveles de calcio en la sangre pueden estar bajos (hipocalcemia) o altos (hipercalcemia) <sup>27</sup>. Los trastornos del metabolismo mineral y óseo (TMMO): La insuficiencia renal también puede causar trastornos del metabolismo mineral y óseo (TMMO), que incluyen alteraciones en los niveles de calcio, fósforo y vitamina D. Estos desequilibrios pueden contribuir a la mineralización ectópica de tejidos blandos, como vasos sanguíneos y tejido renal. En la insuficiencia renal, los riñones pueden no ser capaces de eliminar el fosfato de manera efectiva, lo que puede conducir a niveles elevados de fosfato en sangre. Esto puede resultar en una disminución de los niveles de calcio ionizado en la sangre, lo que a su vez puede afectar la mineralización ósea y contribuir a la osteodistrofia renal <sup>25, 27</sup>. El diagnóstico de los niveles de calcio en sangre es importante en el manejo de pacientes con insuficiencia renal, ya que puede ayudar a identificar desequilibrios en el metabolismo mineral y óseo que pueden requerir intervención médica. Además, el monitoreo regular de los niveles de calcio en sangre puede ser útil para evaluar la eficacia del tratamiento y prevenir complicaciones asociadas con trastornos del metabolismo mineral y óseo en pacientes con insuficiencia renal <sup>23</sup>.



### 3.2.1.5 Fósforo (P)

El fósforo es un elemento químico con símbolo P y número atómico 15. Se encuentra en la naturaleza en varias formas, siendo el fósforo blanco y el fósforo rojo las formas más comunes. En su forma elemental, el fósforo es un sólido inflamable y altamente reactivo <sup>28</sup>.

En la biología, el fósforo desempeña un papel esencial en diversas funciones biológicas clave, es componente estructural de biomoléculas, es decir que el fósforo forma parte de las moléculas de ácido desoxirribonucleico (ADN) y ácido ribonucleico (ARN), que son fundamentales para el almacenamiento y la transmisión de información genética. También está presente en los fosfolípidos, componentes principales de las membranas celulares. El fósforo está presente en los compuestos de alta energía como el adenosín trifosfato (ATP), que es la principal molécula portadora de energía en las células. Durante la hidrólisis del ATP, se libera energía que impulsa numerosos procesos celulares. Además, los fosfatos actúan como amortiguadores en el mantenimiento del pH intracelular, ayudando a mantener el equilibrio ácido-base en las células <sup>18, 20</sup>.

En el contexto de la insuficiencia renal, el equilibrio del fósforo en el cuerpo puede verse afectado de varias maneras y de esta manera se conoce la retención de fósforo, ya que los riñones son responsables de eliminar el exceso de fósforo del cuerpo a través de la orina. En la insuficiencia renal, la capacidad de los riñones para eliminar el fósforo puede estar comprometida, lo que lleva a la acumulación de fósforo en la sangre (hiperfosfatemia) <sup>28</sup>. Alteración del metabolismo mineral y óseo: La hiperfosfatemia en la insuficiencia renal puede contribuir a trastornos del metabolismo mineral y óseo (TMMO), como la osteodistrofia renal. Los niveles elevados de fósforo en sangre pueden estimular la liberación de hormona paratiroidea (PTH), que a su vez puede causar pérdida ósea, calcificación vascular y otros trastornos <sup>27</sup>. El diagnóstico de los niveles de fósforo en sangre es importante en el manejo de pacientes con insuficiencia renal, ya que puede ayudar a identificar desequilibrios en el metabolismo mineral y óseo que pueden requerir intervención médica. Además, el monitoreo regular de los niveles de fósforo en sangre puede ser útil para



evaluar la eficacia del tratamiento y prevenir complicaciones asociadas con la hiperfosfatemia en pacientes con insuficiencia renal <sup>25</sup>.

### 3.2.1.6 Ácido úrico (UA)

El ácido úrico es un compuesto orgánico que se forma como producto de desecho del metabolismo de las purinas, que son compuestos nitrogenados presentes en ciertos alimentos y también se producen naturalmente en el cuerpo. Químicamente, el ácido úrico tiene la fórmula  $C_5H_4N_4O_3$ . El ácido úrico es poco soluble en agua y, por lo tanto, tiende a cristalizarse en forma de uratos, especialmente en condiciones de pH ácido. Estos cristales pueden depositarse en las articulaciones, los riñones y otros tejidos, causando enfermedades como la gota y la formación de cálculos renales <sup>29</sup>.

En la insuficiencia renal, el ácido úrico puede desempeñar un papel en varias formas, por ejemplo, la insuficiencia renal puede provocar una disminución en la excreción de ácido úrico a través de la orina, lo que puede resultar en niveles elevados de ácido úrico en la sangre (hiperuricemia). Esto puede aumentar el riesgo de formación de cristales de ácido úrico en las articulaciones, lo que puede desencadenar ataques de gota. Asimismo, los cristales de ácido úrico pueden formar cálculos renales (litiasis renal) cuando se acumulan en los riñones. Estos cálculos pueden obstruir los conductos urinarios y causar dolor, infección del tracto urinario y otros problemas renales <sup>30</sup>.

El diagnóstico de los niveles de ácido úrico en sangre es útil en el manejo de pacientes con insuficiencia renal por varias razones y una de ellas es que nos permite realizar la evaluación de la función renal ya que los niveles de ácido úrico pueden indicar la capacidad de los riñones para excretar este producto de desecho. Niveles elevados de ácido úrico en sangre pueden sugerir una disminución en la función renal. Asimismo, puede ser útil para la prevención y tratamiento de la gota, conociendo que la hiperuricemia es un factor de riesgo para la gota. El monitoreo regular de los niveles de ácido úrico en sangre puede ayudar a identificar a aquellos pacientes con insuficiencia renal que tienen un mayor riesgo de desarrollar gota y que pueden beneficiarse de medidas preventivas y tratamiento adecuado <sup>29</sup>. También es importante en la evaluación del riesgo de formación de cálculos renales ya que los niveles elevados de ácido úrico en sangre pueden



aumentar el riesgo de formación de cálculos renales de ácido úrico. El diagnóstico y manejo tempranos de la hiperuricemia pueden ayudar a prevenir la formación de estos cálculos y sus complicaciones asociadas <sup>23, 25, 30</sup>.

### 3.2.1.7 Dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>)

El dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) es un compuesto químico compuesto por un átomo de carbono y dos átomos de oxígeno, lo que le otorga la fórmula química CO<sub>2</sub>. Es un gas incoloro, inodoro y no inflamable. En términos de su estructura molecular, el átomo de carbono está en el centro, con dos átomos de oxígeno unidos mediante enlaces covalentes dobles <sup>31, 32</sup>.

En el cuerpo humano, el dióxido de carbono se produce como producto residual del metabolismo celular en los tejidos. Se transporta en la sangre de varias maneras, principalmente en forma de bicarbonato (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>) disuelto en el plasma sanguíneo. Una pequeña cantidad se disuelve directamente en el plasma y otra parte se une a la hemoglobina en los glóbulos rojos <sup>16, 17</sup>.

Ahora bien, en relación con las alteraciones renales, los riñones juegan un papel crucial en la regulación del equilibrio ácido-base del cuerpo. Esto implica la excreción de productos de desecho ácidos, como el ácido carbónico (H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>), que se convierte en bicarbonato (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>) y protones (H<sup>+</sup>) en los túbulos renales. La alteración en esta función renal puede afectar el equilibrio ácido-base del cuerpo y, por lo tanto, influir en los niveles de dióxido de carbono en la sangre. El diagnóstico de los niveles de CO<sub>2</sub> en sangre, a menudo medido como bicarbonato (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>) en pruebas de gases en sangre arterial, es crucial para evaluar la función renal y detectar posibles trastornos. Un nivel anormalmente alto o bajo de bicarbonato puede indicar problemas renales, como la acidosis metabólica (cuando hay una acumulación de ácido en el cuerpo debido a problemas renales) o la alcalosis metabólica (cuando hay una pérdida de ácido en el cuerpo debido a problemas renales) <sup>25, 33</sup>.

Además, el dióxido de carbono es un componente vital en el equilibrio ácido-base del cuerpo humano, y su relación con las alteraciones renales reside en la capacidad de los riñones para regular los niveles de bicarbonato en la sangre. El diagnóstico de los niveles de CO<sub>2</sub> en sangre es esencial para





evaluar la función renal y detectar posibles trastornos relacionados con el equilibrio ácido-base <sup>23,25</sup>.

### 3.2.2 Alpaca (*Vicugna pacos*)

La alpaca (*Vicugna pacos*) es un mamífero sudamericano de la familia Camelidae, emparentado con la llama, el guanaco y la vicuña. Originaria de la región de los Andes, específicamente de países como Perú, Bolivia, Chile y Argentina, la alpaca es conocida por su pelaje suave y denso, utilizado para la producción de lana de alta calidad <sup>5</sup>. En cuanto a sus características anatómicas se conoce que la alpaca es un animal de tamaño mediano, con una altura promedio de aproximadamente 90 cm en la cruz. Su cuerpo es robusto y compacto, con extremidades delgadas pero resistentes adaptadas para caminar en terrenos montañosos. La alpaca tiene un pelaje espeso y suave que puede ser de diversos colores, incluyendo blanco, negro, marrón y tonos mixtos. Este pelaje es muy valorado por su suavidad y por la finura de sus fibras <sup>1</sup>. La cabeza de la alpaca es pequeña en proporción al cuerpo, con orejas largas y puntiagudas. Tienen grandes ojos expresivos y una boca pequeña con dientes en forma de pala, adaptados para pastar en terrenos difíciles. El cuello es largo y delgado, con una ligera joroba en la parte superior. La cola es corta y termina en una borla de pelo <sup>34</sup>. En cuanto a sus características zootécnicas, la alpaca es apreciada principalmente por su lana, que es considerada una de las fibras naturales más finas y suaves del mundo. La lana de alpaca se utiliza en la industria textil para la producción de prendas de alta calidad, como suéteres, chales, mantas y accesorios. Además de su lana, las alpacas también son utilizadas como animales de carga en algunas áreas de los Andes, aunque en menor medida que las llamas <sup>35</sup>.

La influencia de la alpaca en el poblador peruano es significativa en varias áreas, por ejemplo, es eje fundamental de varias familias en el campo de la economía ya que su cría y comercialización de la propia alpaca o de su lana, contribuyen de manera importante a la economía de las comunidades andinas en Perú. La venta de productos de alpaca, como suéteres y mantas, tanto en el mercado nacional como en el internacional, genera ingresos para los criadores y artesanos locales. La alpaca está profundamente arraigada en la cultura peruana. Es parte de la identidad de las comunidades andinas, que han criado y utilizado a estos animales durante siglos para obtener alimento, abrigo y otros recursos. La alpaca también es una figura importante en festividades y tradiciones locales. La presencia de alpacas en las regiones andinas de Perú atrae a turistas interesados en conocer de cerca estos animales y en adquirir





productos de lana de alta calidad. El turismo relacionado con las alpacas contribuye al desarrollo económico de las comunidades locales y promueve la conservación de esta especie icónica de los Andes <sup>36</sup>.

### 3.2.2.1 Crías de alpacas

Las crías de alpaca, presentan características anatómicas, fisiológicas y zootécnicas distintivas. Las crías de alpaca son notablemente más pequeñas que los adultos al nacer, con un peso promedio de alrededor de 7 a 9 kilogramos. Tienen un aspecto esbelto y delicado, con extremidades delgadas y un cuerpo proporcionado. El pelaje de las crías de alpaca es suave y lanudo, aunque no tan denso como el de los adultos. Por lo general, nacen con una capa de pelo largo y rizado que les proporciona protección contra el frío <sup>37</sup>. Tienen una cabeza pequeña en proporción al cuerpo, con orejas proporcionadas y ojos grandes y expresivos. Las extremidades son delgadas pero fuertes, adaptadas para moverse por terrenos irregulares. El cuello de las crías es relativamente corto en comparación con el de los adultos, y carecen de la joroba característica que desarrollan más tarde. La cola es corta y termina en una borla de pelo similar a la de los adultos <sup>1,5</sup>.

Las crías de alpaca dependen completamente de la leche materna durante las primeras semanas de vida. La leche de alpaca es rica en proteínas y grasas, proporcionando los nutrientes necesarios para el crecimiento y desarrollo de las crías. Las crías de alpaca son precoces y pueden ponerse en pie y caminar dentro de unas pocas horas después del nacimiento. Sin embargo, continúan siendo lactantes durante varios meses mientras se desarrollan y crecen. Aunque las crías de alpaca nacen con una capa de pelo para protegerse del frío, aún son vulnerables a las condiciones climáticas extremas. Por lo tanto, dependen en gran medida del cuidado y la protección de su madre y del rebaño <sup>1,37</sup>.

Las crías de alpaca tienen un alto valor económico debido a su potencial para producir lana de alta calidad cuando alcanzan la madurez. Su lana es muy apreciada en la industria textil por su suavidad, calidez y resistencia. La selección genética en la cría de alpacas, se seleccionan cuidadosamente para perpetuar las características deseables, como la finura y el color del pelaje. Esto se hace a través de programas de mejoramiento genético para garantizar la calidad de la fibra y la salud del rebaño <sup>36</sup>.



### 3.3 Marco conceptual

- a) **Proteína total.** La proteína total del plasma sanguíneo es la cantidad de proteínas presentes en el componente líquido de la sangre. Incluye albúmina y globulinas, siendo crucial para mantener la presión osmótica, transportar nutrientes, hormonas y otros compuestos, y contribuir a la coagulación <sup>20</sup>.
- b) **Filtración glomerular.** Proceso por el cual los riñones filtran los desechos y el exceso de líquido de la sangre <sup>19</sup>.
- c) **Índice de filtración glomerular (IFG).** Medida de la tasa de filtración de los riñones, utilizado para evaluar la función renal <sup>18</sup>.
- d) **Creatinina sérica.** Concentración de creatinina en la sangre, utilizada para evaluar la función renal <sup>3</sup>.
- e) **Depuración de creatinina.** Medida de la capacidad de los riñones para eliminar la creatinina de la sangre <sup>3</sup>.
- f) **Proteína en orina.** Presencia anormal de proteínas en la orina, indicativa de daño en los riñones <sup>25</sup>.
- g) **Microalbuminuria.** Presencia de pequeñas cantidades de albúmina en la orina, indicativa de daño temprano en los riñones <sup>25</sup>.
- h) **Hipercalcemia.** Niveles elevados de calcio en la sangre, que pueden afectar la función renal <sup>27</sup>.
- i) **Hipocalcemia.** Niveles bajos de calcio en la sangre, que pueden afectar la función renal <sup>27</sup>.
- j) **Hiperpotasemia.** Concentración elevada de potasio en la sangre, asociada con problemas renales <sup>25</sup>.
- k) **Hipopotasemia.** Concentración baja de potasio en la sangre, también asociada con problemas renales <sup>25</sup>.



- l) **Acidosis metabólica.** Desbalance ácido-base caracterizado por niveles bajos de bicarbonato en sangre, a menudo asociado con problemas renales <sup>20</sup>.
  
- m) **Alcalosis metabólica.** Desbalance ácido-base caracterizado por niveles altos de bicarbonato en sangre, a veces asociado con problemas renales <sup>18</sup>.
  
- n) **Glucosuria.** Presencia de glucosa en la orina, a menudo indicativa de problemas renales en pacientes diabéticos <sup>23</sup>.
  
- o) **Hematuria.** Presencia de sangre en la orina, que puede indicar una variedad de trastornos renales <sup>23</sup>.
  
- p) **Oliguria:** Producción de una cantidad anormalmente pequeña de orina, indicativa de una función renal reducida <sup>19</sup>.
  
- q) **Poliquiuria.** Producción excesiva de orina, que puede ser un signo de problemas renales <sup>14</sup>.
  
- r) **Hidronefrosis.** Dilatación del riñón debido a la acumulación de orina, a menudo causada por obstrucción del tracto urinario <sup>25</sup>.



## CAPÍTULO IV METODOLOGÍA

### 4.1 Tipo y nivel de investigación

La investigación sobre la determinación del perfil renal en crías de alpacas (*Vicugna pacos*) se considera de tipo descriptivo porque tiene como objetivo describir y caracterizar las características del perfil renal en esta población específica en un momento dado. Se enfoca en medir y analizar diferentes parámetros renales, como niveles de creatinina, urea, proteínas en orina, entre otros, sin intervenir ni modificar las condiciones naturales de los sujetos de estudio.

Además, se clasifica como un estudio prospectivo de corte transversal porque se realiza en un único punto en el tiempo, sin seguimiento a largo plazo de los mismos individuos. Las crías de alpacas se evalúan en un momento específico de su desarrollo, y los datos recopilados se analizan para obtener una instantánea del estado de su perfil renal en ese momento particular. Esto contrasta con un estudio longitudinal, que seguiría a las crías de alpacas a lo largo del tiempo para observar cambios en su perfil renal a medida que crecen y se desarrollan.

El nivel de investigación es básico o de generación de conocimiento.

### 4.2 Diseño de la investigación

El diseño de investigación para conocer el perfil renal de crías de alpacas (*Vicugna pacos*), incluyó los siguientes pasos:

- a) **Selección de la muestra.** Se seleccionó un grupo representativo de crías de alpacas para estudiar. La muestra debe ser lo suficientemente justificable como para obtener resultados significativos, por ello se seleccionó a 40 crías de alpacas al azar y de ambos sexos.
- b) **Recopilación de datos demográficos.** Se registró información relevante sobre las crías, como edad, sexo y condiciones de crianza.
- c) **Recopilación de muestras de sangre.** Se obtuvo muestras de sangre de las crías para analizar el perfil renal. Esto incluye pruebas para medir los niveles de creatinina, nitrógeno ureico en sangre, electrolitos y otros parámetros renales.



- d) **Exámenes físicos.** Se realizó exámenes físicos para evaluar el estado de salud general de las crías y detectar posibles signos de problemas renales, como deshidratación o hinchazón. Declarando a los animales como aparentemente sanos.
- e) **Análisis de datos.** Se utilizó análisis estadísticos para examinar los datos recopilados y determinar si existen diferencias significativas en el perfil renal de las crías según su edad, sexo u otros factores.
- f) **Interpretación de resultados.** Se interpretó los resultados a la luz de la literatura científica existente sobre la fisiología renal de las alpacas y otros camélidos. Comprendiendo cualquier cantidad normal y posibles hallazgos anormales.
- g) **Conclusiones y recomendaciones.** Basándonos en los resultados, se elaboró conclusiones sobre el perfil renal de las crías de alpacas y ofrecimos recomendaciones, para mejorar su salud renal y bienestar.
- h) **Informe de investigación.** Se documentó todos los aspectos del estudio en un informe científico que incluye el contexto, la metodología, los resultados y las conclusiones.

#### 4.3 Población y muestra

##### a) Población

Se estima que en el Perú se alberga unas 3 685 516 alpacas y en Apurímac existirían un aproximado de 219 113 cabezas (38).

##### b) Muestra

Se tomó el muestreo por conveniencia, tomando 40 crías de alpacas, de las cuales 20 fueron de sexo machos y 20 fueron hembras.

#### 4.4 Procedimiento

##### a) Selección de hatos con crías

Para seleccionar exclusivamente crías de alpacas en el presente estudio, se identificó la localidad donde los propietarios nos dieron acceso para extraer muestras de sangre de crías de alpacas, considerando factores como la ubicación geográfica, la edad, el estado de salud. Ya estando en el lugar realizamos un muestreo aleatorio simple dentro de esta población, asignando a cada cría de alpaca un número único y utilizando un proceso aleatorio (como una tabla de números aleatorios). Obtuvimos los permisos adecuados para acceder a las crías de alpacas, de propietarios de granjas. Registramos cuidadosamente todos los datos y la información relacionada con las crías de alpacas, se seleccionaron animales menores a ocho meses de edad.



## **b) Obtención de muestras sanguíneas de crías de alpacas**

La obtención de sangre en crías de alpacas se llevó a cabo de manera profesional y cuidadosa para garantizar su bienestar. El procedimiento general incluye los siguientes pasos:

**Preparación.** Antes de comenzar, nos aseguraremos de tener todo el equipo necesario, incluyendo jeringas estériles, agujas adecuadas, tubos de ensayo, alcohol, algodón y un vendaje.

**Restricción segura.** Sujetamos con cuidado y suavidad a la cría de alpaca para evitar movimientos bruscos. Con una mano inmovilizamos la cabeza y el cuello.

**Desinfección:** Limpiamos la zona de punción, es decir sobre la vena cefálica, con alcohol.

**Extracción de sangre.** Realizamos la punción de la vena cefálica de manera suave y rápida para minimizar la incomodidad. Utilizamos una aguja con doble punta sujeta al sujetador de Luer, al cual se une el tubo con anticoagulante (Heparina con litio), logrando extraer la cantidad necesaria de sangre (5 mL).

**Protección.** Después de la extracción, retiramos la aguja con cuidado y aplicamos presión en el sitio de la punción con algodón estéril para detener el sangrado.

**Muestra y almacenamiento.** La sangre de los tubos de ensayo se conserva de manera adecuada y los almacenamos en cajas refrigerantes a 4°C.

**Cuidado post-muestra.** Después del procedimiento, nos aseguraremos de que la cría esté cómoda y bien cuidada, monitoreando su estado de salud, durante media hora.

## **c) Análisis bioquímico de las muestras sanguíneas**

Para el procedimiento de laboratorio para determinar el perfil renal de crías de alpacas se utilizó el Analizador Bioquímico Veterinario Mindaray Vetube 30 y para ello se siguieron varios pasos. Primero, se recolectó una muestra de sangre de cada cría, que se analizó para medir los niveles de albúmina, nitrógeno ureico sanguíneo, creatinina, relación BUN/CREA, calcio, fósforo, ácido úrico y dióxido de carbono que son marcadores de función renal. Estos resultados concluyen información sobre la función de los riñones, la filtración glomerular y posibles problemas renales. Los valores normales y anormales se comparan para trastornos renales como insuficiencia renal, glomerulonefritis o cálculos renales, lo que permite guiar un tratamiento y la atención de cualquier animal.



#### **d) Operaciones realizadas en laboratorio**

##### **Requisitos de muestra**

Las muestras se procesaron con el analizador de química veterinaria Vetube 30 utilizando plasma heparinizado con litio, es decir que la sangre inicialmente se recolectó en tubos con anticoagulante (heparina con litio).

Cuando se recolectó la muestra en tubos de recolección de heparina de litio, se aseguró de que se llene el tubo al menos hasta la mitad para evitar que el anticoagulante no se concentre demasiado en la muestra.

La cantidad de muestra de plasma utilizada para la reacción fue de 100  $\mu$ L.

La muestra fue procesada luego de 4 horas posextracción del animal, pero la muestra se conservó en cajas refrigerantes a 4°C.

Para extraer la muestra de las crías, previamente estas fueron separadas de sus madres la noche anterior y estuvieron en ayunas hasta la extracción de sangre.

##### **Preparación del disco reactivo**

Se presionó el botón del interruptor en la parte posterior del analizador para iniciarlo. Después de que el analizador alcanzó la temperatura de espera, el sistema ingresó a la interfaz principal para prepararse para la prueba del disco de reactivos.

Se extrajo del refrigerador el paquete del disco reactivo a analizar, se hizo clic en el icono de prueba en la página principal del analizador, se seleccionó "la especie del animal" después de ingresar, se escaneó el código QR en la bolsa de embalaje con la pistola de escaneo, se confirmó el proceso haciendo un clic en el botón confirmar para salir del cajón del analizador.

Se abrió la bolsa del disco en la muesca en el borde superior derecho del paquete, luego se retiró el disco de reactivo y se colocó sobre la mesa en posición plana.

Se observó la conformidad de un total de 30 cubetas ubicadas alrededor del periférico las cuales contienen perlas de reactivo liofilizado específicas para la prueba necesarias para realizar una o más pruebas en una sola muestra.

Se localizó un puerto de muestra en la superficie superior del disco que proporciona acceso a la cámara de muestra.

Se utilizó la pipeta de volumen de 100  $\mu$ L para dispensar esa misma cantidad de muestra en la cámara de muestra a través del puerto de muestra.

##### **Llenado de la cámara de muestra**

Usando la pipeta de volumen de 100  $\mu$ L, se fijó firmemente una punta nueva (tip) al extremo de la pipeta.



Con el pulgar, se presionó el botón de la pipeta hasta la posición de parada y se mantuvo presionado para recoger la muestra.

Se sumergió la punta de 2-3 mm por debajo de la superficie de la muestra.

Se soltó lentamente el botón para recoger la muestra. Se hizo una pausa y luego retiró la pipeta del tubo de muestra.

Se aseguró de que no haya burbujas de aire ni espacios de aire en la punta de la pipeta.

Se colocó la punta de la pipeta en el puerto de muestra del disco. La punta tocó la cámara de muestra.

Se empujó el émbolo hacia abajo con un movimiento lento y continuo. Se tuvo cuidado de no llenar demasiado la cámara de muestra, es decir que las muestras siempre fueron menores a 120  $\mu$ L ya que el exceso llenaría la cámara en demasía.

Se desechó la punta de la pipeta en un contenedor de riesgo biológico y se procedió con las siguientes muestras siguiendo estos procesos.

### **Inicio del análisis**

Se encendió el analizador presionando el botón de encendido en la parte posterior del analizador. Después de pasar la autopueba alcanzó la temperatura de funcionamiento.

Se presionó inicio y luego se selecciona la especie y la pantalla se preparó para escanear el código QR.

Antes de abrir la bolsa de aluminio del disco, se escaneó el código QR en la etiqueta para ingresar el código de identificación del disco, el número de lote, la fecha de vencimiento y los datos de calibración para las sustancias químicas específicas del disco en el analizador.

Se escaneo el código QR con el escáner.

Una vez que se completó el escaneo, apareció un mensaje con el nombre del tipo de disco en la pantalla.

Se presionó “Sí” para confirmar que es el tipo de disco correcto para procesar la muestra del paciente y el cajón del disco se abrió para cargar el disco.

Luego se dispensó la muestra en el disco según el procedimiento citado con anterioridad, se colocó el disco en el área empotrada del cajón, se retiró la película protectora y la película selladora del diluyente, luego se presionó “Cerrar” el cajón.

Se seleccionó la especie animal.

Se seleccionó el género del animal.

Se introdujo la edad del animal.





Una vez completado el análisis, el analizador almacenó los resultados en la base de datos y los mostró en la pantalla y estos fueron registrados. Se presionó las teclas de flecha arriba y abajo para desplazarse por los resultados.

Cuando el cajón estuvo abierto, se retiró el disco del cajón y luego se presionó “Cerrar” para cerrar el cajón y devolver el analizador al modo de espera. El analizador en ese momento está listo para realizar otro análisis.

Nota: se desechó el disco usado de acuerdo con los procedimientos estándar del laboratorio para muestras de sangre.

#### 4.5 Técnica e instrumentos

Se emplearon dos fichas para recabar datos: la Ficha 2 se utilizó para registrar los niveles de albúmina, nitrógeno ureico sanguíneo, creatinina, relación BUN/CREA, calcio, fósforo, ácido úrico y dióxido de carbono, mientras que la Ficha 1 se empleó para anotar las constantes fisiológicas el día anterior a la toma de muestras.

Inicialmente, se midió la temperatura corporal de las crías de alpacas siguiendo un protocolo seguro, con la colaboración de dos personas. Una de ellas sostenía al animal con suavidad para evitar estrés o lesiones, mientras que la otra introducía con precaución un termómetro digital lubricado en el recto de la cría, esperando la señal de alarma y una lectura estable. Se mantuvo un ambiente tranquilo y se ejerció cuidado constante para asegurar el bienestar tanto del animal como del personal. Las temperaturas normales oscilaron entre 37.7°C y 39.5°C en crías.

Luego, se procedió a medir la frecuencia cardíaca, con un ayudante asegurando al animal sin ejercer presión excesiva, mientras se empleaba un estetoscopio veterinario en el lado izquierdo del pecho para escuchar los latidos durante 15 segundos y calcular la frecuencia por minuto. Se evitó cualquier movimiento brusco o ruido fuerte que pudiera perturbar al animal y alterar la medición. La frecuencia cardíaca osciló entre 84 y 120 latidos por minuto en crías.

Posteriormente, se midió la frecuencia de pulso con la misma delicadeza, colocando dos dedos sobre la arteria facial para contar las pulsaciones durante 15 segundos y calcular la frecuencia por minuto. Se mantuvo a la cría de alpaca calmado durante esta medición para obtener resultados precisos. La frecuencia de pulso normal fue de 80 a 112 pulsaciones por minuto.

Finalmente, se registró la frecuencia respiratoria observando las inhalaciones y exhalaciones durante un minuto, asegurando que el animal estuviera relajado para obtener



lecturas precisas. La frecuencia respiratoria en crías fue de 18 a 36 respiraciones por minuto.

#### **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

##### 5.1.1 Valores del perfil renal de crías de alpacas (*Vicugna pacos*)

Los datos obtenidos (Tabla 2) fueron sometidos a una prueba de Shapiro-Wilks (modificado), con la finalidad de observar si es que los datos tenían distribución normal y de ellos se pudo observar que los datos de la albúmina, relación BUN/CREA, calcio, fósforo, ácido úrico, no tienen distribución normal; por tanto, en ellos para poder comparar entre sexos se utilizó la Prueba de Wilcoxon en vez de la prueba de t student. Asimismo, podemos observar que los datos del ácido úrico se encuentran muy distantes entre unos y otros (CV= 91.67), probablemente sea por el inicio de las caminatas, es decir que unos harían más ejercicio físico que otros, es decir que los músculos realizan más movimientos en unos y pocos en otras crías, lo que haría variar la concentración de esta sustancia en el plasma.

Tabla 2. Concentración plasmática de elementos que conforman el perfil renal de crías de alpacas (*Vicugna pacos*)

Analito	n	Media	D.E.	C.V.	Mín	Máx	W*	p
ALB (g/dL)	40	3.94	0.22	5.58	3.6	4.8	0.89	0.0018
BUN (mg/dL)	40	16.93	3.33	19.67	11.10	24.10	0.95	0.2346
CREA (mg/dL)	40	1.27	0.35	27.56	0.67	1.96	0.94	0.1848
BUN/CREA	40	14.3	0.72	5.03	13.0	15.0	0.74	<0.0001
Ca (mg/dL)	40	9.26	1.78	19.22	4.0	12.2	0.79	<0.0001
P (mg/dL)	40	5.95	1.37	23.03	4.25	10.69	0.76	<0.0001
UA (mg/dL)	40	0.12	0.11	91.67	0.02	0.51	0.79	<0.0001
CO <sub>2</sub> (mmol/L)	40	14.68	2.31	15.74	11.0	21.0	0.93	0.057

D.E.=Desviación estándar. C.V.= Coeficiente de variación. W\*= Shapiro-Wilks



### 5.1.2 Concentración de albúmina en el plasma sanguíneo de crías hembras y machos de alpacas (*Vicugna pacos*)

Según la Tabla 3, la concentración de albúmina plasmática en crías hembras de alpacas alcanza una media de  $3.83 \pm 0.14$  g/dL y en machos la concentración es de  $4.05 \pm 0.24$  g/dL, siendo esta concentración más alta en crías machos ( $p < 0.01$ ); también se pudo observar que, los datos no siguen una distribución normal (Tabla 2).

Tabla 3. Valores de albúmina en el plasma sanguíneo de crías hembras y machos de alpacas (*Vicugna pacos*)

Sexo	n	Media g/dL	D.E.	C.V.	Mín	Máx	p
Hembras	20	3.83	0.14	3.69	3.6	4.1	0.0014
Machos	20	4.05	0.24	5.97	3.8	4.8	

D.E.=Desviación estándar. C.V.=Coeficiente de variación. p = proporción

### 5.1.3 Concentración de nitrógeno ureico sanguíneo (BUN) en el plasma sanguíneo de crías hembras y machos de alpacas (*Vicugna pacos*)

Como se observa en la Tabla 4, la concentración de nitrógeno ureico sanguíneo (BUN) plasmática en crías hembras de alpacas alcanza una media de  $15.71 \pm 3.09$  mg/dL y en crías machos la concentración es de  $18.15 \pm 3.17$  mg/dL, mostrando que la concentración es mucho más alta en crías machos ( $p < 0.05$ ); por otro lado, los datos de esta condición siguieron una distribución normal (Tabla 2).

Tabla 4. Valores de BUN en el plasma sanguíneo de crías hembras y machos de alpacas (*Vicugna pacos*)

Sexo	n	Media mg/dL	D.E.	C.V.	Mín	Máx	p
Hembras	20	15.71	3.09	19.68	11.1	23.2	0.0185
Machos	20	18.15	3.17	17.49	12.3	24.1	

D.E.=Desviación estándar. C.V.=Coeficiente de variación. p = proporción



#### 5.1.4 Concentración de creatinina (CREA) en el plasma sanguíneo de crías hembras y machos de alpacas (*Vicugna pacos*)

Como podemos visualizar en la Tabla 5, la concentración de creatinina (CREA) plasmática en crías hembras de alpacas alcanza un promedio de  $1.19 \pm 0.36$  mg/dL y los valores en machos alcanzaron los  $1.35 \pm 0.33$  mg/dL; asimismo, se observa que la concentración de CREA entre crías machos y hembras son similares ( $p > 0.05$ ); en tanto, los datos de cada animal comparado con los demás siguen una distribución normal (Tabla 2).

Tabla 5. Valores de CREA en el plasma sanguíneo de crías hembras y machos de alpacas (*Vicugna pacos*)

Sexo	n	Media mg/dL	D.E.	C.V.	Mín	Máx	p
Hembras	20	1.19	0.36	30.49	0.67	1.96	0.1516
Machos	20	1.35	0.33	24.28	0.75	1.91	

D.E.=Desviación estándar. C.V.=Coeficiente de variación. p = proporción

#### 5.1.5 Relación de nitrógeno ureico sanguíneo (BUN) y creatinina (CREA) en el plasma sanguíneo de crías hembras y machos de alpacas (*Vicugna pacos*)

Según se visualiza en la Tabla 6, la relación entre las concentraciones de nitrógeno ureico sanguíneo (BUN) y creatinina (CREA) en el plasma sanguíneo de crías hembras de alpacas llegan a una media de  $14.2 \pm 0.7$  y los valores en crías machos alcanzan los  $14.4 \pm 0.75$ ; esta relación no es diferente entre sexos ( $p > 0.05$ ); sin embargo, los datos de relación BUN/CREA no siguen una distribución normal (Tabla 2).

Tabla 6. Relación BUN/CREA en el plasma sanguíneo de crías hembras y machos de alpacas (*Vicugna pacos*)

Sexo	n	Media	D.E.	C.V.	Mín	Máx	p
Hembras	20	14.2	0.7	4.9	13	15	0.3888
Machos	20	14.4	0.75	5.24	13	15	

D.E.=Desviación estándar. C.V.=Coeficiente de variación. p = proporción



### 5.1.6 Concentración de calcio (Ca) en el plasma sanguíneo de crías hembras y machos de alpacas (*Vicugna pacos*)

Como se observa en la Tabla 7, la concentración de calcio (Ca), en el torrente sanguíneo de crías hembras de alpacas llega a una media de  $8.78 \pm 1.82$  mg/dL y la concentración de calcio sanguíneo en machos llegan a  $9.73 \pm 1.64$  mg/dL; esta concentración no es diferente entre sexos ( $p > 0.05$ ); se observa también, que los datos de cada cría de alpaca comparado con los demás datos tienen una distribución normal (Tabla 2).

Tabla 7. Valores de calcio en el plasma sanguíneo de crías hembras y machos de alpacas (*Vicugna pacos*)

Sexo	n	Media mg/dL	D.E.	C.V.	Mín	Máx	p
Hembras	20	8.78	1.82	20.74	4	11.2	0.0914
Machos	20	9.73	1.64	16.89	4	12.2	

D.E.=Desviación estándar. C.V.=Coeficiente de variación. p = proporción

### 5.1.7 Concentración de fósforo (P) en el plasma sanguíneo de crías hembras y machos de alpacas (*Vicugna pacos*)

Según se visualiza en la Tabla 8, la concentración sanguínea de fósforo (P), de crías hembras de alpacas alcanzan una media de  $6.1 \pm 1.5$  mg/dL y los valores de fósforo sanguíneo en crías machos llegan a media de  $5.79 \pm 1.24$  mg/dL; se observa también, que las concentraciones sanguíneas de fósforo no son diferentes entre sexos ( $p > 0.05$ ); los datos sobre la concentración de fósforo en el plasma no siguen una distribución normal estadísticamente (Tabla 2).



Tabla 8. Valores de fósforo en el plasma sanguíneo de crías hembras y machos de alpacas (*Vicugna pacos*)

Sexo	n	Media mg/dL	D.E.	C.V.	Mín	Máx	p
Hembras	20	6.1	1.5	24.56	4.25	10.69	0.4761
Machos	20	5.79	1.24	21.47	4.52	10.33	

D.E.=Desviación estándar. C.V.=Coeficiente de variación. p = proporción

### 5.1.8 Concentración de ácido úrico (UA) en el plasma sanguíneo de crías hembras y machos de alpacas (*Vicugna pacos*)

Según lo vertido en la Tabla 9, el ácido úrico (UA), presente en el plasma sanguíneo de crías hembras de alpacas llegaron a un promedio de  $0.13 \pm 0.13$  mg/dL y la cantidad presente en el plasma de crías machos llegan a una media de  $0.12 \pm 0.09$  mg/dL; sin embargo, cuando se evalúa diferencias de la concentración de ácido úrico entre sexos no se observan diferencias ( $p > 0.05$ ); los valores de ácido úrico de cada uno de los animales no siguen una distribución normal (Tabla 2).

Tabla 9. Valores de ácido úrico en el plasma sanguíneo de crías hembras y machos de alpacas (*Vicugna pacos*)

Sexo	n	Media mg/dL	D.E.	C.V.	Mín	Máx	p
Hembras	20	0.13	0.13	103.8	0.02	0.51	0.7947
Machos	20	0.12	0.09	77.4	0.03	0.32	

D.E.=Desviación estándar. C.V.=Coeficiente de variación. p = proporción

### 5.1.9 Concentración de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) en el plasma sanguíneo de crías hembras y machos de alpacas (*Vicugna pacos*)

Según se visualiza en la Tabla 10, la concentración de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), que se encuentra presente en el plasma de la sangre de crías hembras de alpacas alcanzan una media de  $13.8 \pm 2.19$  mmol/L y la concentración plasmática de CO<sub>2</sub> en crías machos promedian en  $15.55 \pm 2.14$  mmol/L; por otro lado, al comparar la concentración de CO<sub>2</sub> entre machos y hembras se observan diferencias, siendo más alto en crías machos ( $p < 0.05$ ); también se observa que los valores del CO<sub>2</sub> en cada

uno de los animales siguen una distribución normal cuando se parean con los valores de otros animales (Tabla 2).

Tabla 10. Valores de dióxido de carbono en el plasma sanguíneo de crías hembras y machos de alpacas (*Vicugna pacos*)

Sexo	n	Media mmol/L	D.E.	C.V.	Mín	Máx	p
Hembras	20	13.8	2.19	15.88	11	19	0.0147
Machos	20	15.55	2.14	13.76	12	21	

D.E.=Desviación estándar. C.V.=Coeficiente de variación. p = proporción

## 5.2 Discusión

### 5.2.1 Concentración de albúmina como indicador del perfil renal

La concentración de albúmina plasmática en crías de alpacas aparentemente sanas, encontradas en esta investigación alcanzó una media de  $3.94 \pm 0.22$  g/dL; sin embargo, Barrios-Arpi et al <sup>6</sup>, encontraron valores de  $5.1 \pm 0.55$  g/dL en crías de alpacas que habitaban en la sierra central del país y Escalante <sup>7</sup>, reporta valores de  $5.1 \pm 0.21$  g/dL, en la región del sur peruano (Puno); contrastando con estos reportes, se observa claramente de que los valores de las crías de la región de Apurímac se encuentran debajo de los encontrados por estos dos autores, esto probablemente se deba al factor nutricional y geográfico de estos estudios, donde se demostraría que la alimentación juega un papel importante, es decir que probablemente los animales de las regiones citadas (puna húmeda) tengan buenas condiciones de pasturas a comparación de los pastos de la puna seca de donde corresponden los animales de este estudio, así lo sostiene Bustinza <sup>1</sup>, quien manifiesta que los factores medioambientales influyen en la respuesta de crecimiento de las plantas para la alimentación y sustento de las alpacas. Sin embargo, en alpacas adultas la concentración encontrada por Flores et al <sup>2</sup>, muestran valores de  $3.63 \pm 0.65$  g/dL y los reportados por ISIS <sup>8</sup>, se encuentra en 2.5 a 4.9 g/dL, valores muchos más congruentes a los reportados por la presente investigación, lo que nos hace pensar que los valores de albúmina encontrados en el presente estudio serían los prudentes para tomarlos en cuenta como parámetros del perfil renal en crías de alpacas para la región de Apurímac.





### **5.2.2 Concentración de nitrógeno ureico sanguíneo (BUN) como indicador del perfil renal**

La concentración de nitrógeno ureico sanguíneo (BUN) plasmática en crías de alpacas reportada en esta investigación alcanzó una media de  $16.93 \pm 3.33$  mg/dL (mínimo 11.10 y máximo 24.10 mg/dL); al respecto Vivar et al <sup>9</sup>, reportaron valores de  $19.04 \pm 3.24$  mg/dL (mínimo 12.13 y máximo de 26.36 mg/dL) en crías de alpacas y valores de  $19.05 \pm 3.93$  mg/dL (mínimo de 8.80 y máximo de 25.69 mg/dL) en crías de llamas; tal como, se pueden observar los rangos encontrados en este estudio y los rangos encontrados por el otro autor, se logra observar que los valores de nitrógeno ureico sanguíneo se encuentran dentro de los parámetros, lo que nos podría hacer inferir de que los valores de BUN encontrados podrían servir de referencia para el perfil renal de crías de alpacas de la región interandina de Apurímac. Comparando con los valores internacionales para alpacas adultas, se observa que, en estos los valores fluctúan desde los 10 hasta los 31 mg/dL <sup>8</sup>, encontrándose también dentro de los valores reportados en crías. Sin embargo, en el reporte realizado por Ancco <sup>9</sup>, encuentra valores de 30.4 mg/dL para alpacas adultas de la región de Puno y de 21.6 mg/dL para las alpacas de Pasco, confrontándolas con los de nuestro reporte existe amplia diferencia, esto probablemente se justifique por las zonas geográficas distintas ya que se conoce que en los altos andes y especialmente en la cordillera (hábitat de la alpaca) existe gran variedad de especies vegetales y que se encuentran habituadas y distribuidas dentro de las dos cordilleras (occidental y oriental), por tanto el aporte de nutrientes serían distintos entre estos hábitats <sup>1</sup> y por otro lado es el ejercicio físico que incrementa en consumo de proteínas y por tanto mayor cantidad de nitrógeno no proteico presente en la sangre <sup>20</sup>, es decir que estos animales de Puno y Pasco realizarían mayor cantidad de ejercicio que con llevaría a mostrar estos resultados.

### **5.2.3 Concentración de creatinina (CREA) como indicador del perfil renal**

La concentración de creatinina (CREA) plasmática en crías de alpacas encontrada en el presente estudio alcanza un promedio de  $1.27 \pm 0.35$  mg/dL; al comparar con el estudio reportado por Escalante <sup>7</sup>, se observa que encontró valores de  $2.90 \pm 0.23$  mg/dL, prácticamente los valores de las crías de Puno duplican a los reportados por esta investigación y esto puede justificarse de que probablemente los animales de Puno estén realizando mayor cantidad de ejercicio físico <sup>14, 20</sup>, lo que estaría incrementando estos niveles de creatinina. Por otro lado, al comparar otras



investigaciones en alpacas adultas de la sierra central del Perú, podemos observar que Flores et al <sup>2</sup>, reportan que los valores para la creatinina se encuentran en  $2.21 \pm 0.54$  mg/dL, lo que indicaría que las alpacas adultas se desplazarían muchos más en comparación de las crías, lo que haría un mayor trabajo muscular <sup>18,20</sup>, lo que elevaría estos niveles. Sin embargo, al revisar reportes internacionales <sup>8</sup>, muestran que la creatinina se encuentra fluctuando entre 1.1 hasta los 3.2 mg/dL, mientras que, en este estudio los valores fluctúan desde los 0.67 hasta los 1.96 mg/dL, lo que quiere decir que definitivamente en adultos existe mayor actividad muscular lo que eleva estos niveles en sangre, es decir que está directamente influido por la edad y por la actividad muscular. La concentración de creatinina (CREA) plasmática en crías hembras de alpacas encontradas en este estudio alcanzan un promedio de  $1.19 \pm 0.36$  mg/dL y Quispe et al <sup>4</sup>, reportan que las alpacas hembras de las zonas altoandinas alcanzaron un promedio de  $1.39 \pm 0.13$  mg/dL y en la zona costera tuvieron valores de  $1.29 \pm 0.10$  mg/dL; valores que son bastante cercanos a los encontrados en este estudio, esta similitud podría deberse a que son animales del mismo sexo y la actividad muscular es menos activa en estos animales <sup>14</sup>; por otro lado, valores en machos alcanzaron los  $1.35 \pm 0.33$  mg/dL en esta investigación y lo reportado por Quispe et al <sup>4</sup>, muestran valores de  $1.45 \pm 0.33$  mg/dL en alpacas machos que habitan en zonas altoandinas y los de la zona costera muestran valores de  $1.34 \pm 0.07$  mg/dL, concentraciones que son similares a sus pares machos adultos y crías, lo que nos hace inferir de que el sexo influye en los niveles de la creatinina por la actividad física propia del sexo masculino <sup>20</sup>.

#### **5.2.4 Relación de BUN/CREA como indicador del perfil renal**

La relación entre las concentraciones de nitrógeno ureico sanguíneo (BUN) y creatinina (CREA) en el plasma sanguíneo de crías de alpacas llegan a una media de  $14.3 \pm 0.72$ , indicándonos claramente de que las relaciones son de animales totalmente sanos y por tanto referentes para el perfil renal de crías de alpacas, ya que se considera que la relación considerada normal de BUN/CREA esté entre 10 y 20, si esta relación supera 20 significa de que el daño real tiene causas prerrenales y si por el contrario cae por debajo de 10, la causa de daño renal probablemente sea intrínseca <sup>39</sup>.



### 5.2.5 Concentración de calcio como indicador del perfil renal

La concentración de calcio (Ca), en el torrente sanguíneo de crías de alpacas reportada en este estudio llega a una media de  $9.26 \pm 1.78$  mg/dL; mientras que en el estudio reportado por Barrios-Arpi et al <sup>6</sup>, también en crías de alpacas muestra valores de 10.5 mg/dL de sangre, valores que son muy cercanos a los encontrados en esta investigación lo que sugiere que podría tomarse como referente de nivel de calcio en casos de análisis de perfil renal en estos animales (crías de alpacas); asimismo, en el ámbito internacional de la concentración de calcio en alpacas adultas se observa que fluctúa desde los 7.3 hasta los 10.8 mg/dL de sangre y en crías de alpacas (reportadas en esa investigación), fluctúa desde 4 hasta los 12.2 mg/dL de sangre, valores que son bastante similares entre crías y adultos lo que podría justificarse en el hecho de que el calcio genéricamente evolucionó en esa cantidad de acuerdo a los requerimientos del sistema nervioso y sistemas de contracción muscular principalmente lo que sugiere una sola evolución a través del tiempo <sup>19</sup>; reportes similares fueron publicados por Toral en el 2011 <sup>11</sup>, en alpacas adultas que habitaban a una altitud superior a los 3000 m s.n. m. en los que se encontró valores de 9.17 mg/dL y en alpacas que habitaban a niveles del mar los valores fueron de 7.81 mg/dL, si bien los niveles en altura casi son los mismos encontrados en crías que también viven a grandes altitudes los de la costa aparentemente estarían un poco distantes y esto quizá podría justificarse en el hecho de que a niveles del mar se necesita de menos aporte energético para poder realizar una contracción muscular <sup>19,20</sup>.

### 5.2.6 Concentración de fósforo como indicador del perfil renal

La concentración sanguínea de fósforo (P), de crías de alpacas encontradas en el presente estudio alcanzan una media de  $5.95 \pm 1.37$  mg/dL, cuando se compara con datos de alpacas púberes encontramos que estos tienen valores de  $6.01 \pm 1.27$  mg/dL <sup>10</sup>, siendo bastante cercanos al de las crías, lo que nos hace inferir de que los datos que se obtuvieron en el presente estudio serían confiables como para poder tomarlos como referencia del nivel fósforo en condiciones de evaluación de la función renal; los datos de crías y púberes citados con anterioridad pueden ser también corroborados con los reportes internacionales para alpacas adultas en los cuales se reportan que fluctúan entre 3.0 a 9.7 mg /dL de sangre, lo que se asemeja bastante con el reporte en crías (4.25 a 10.69 mg/dL), lo que aún más corroboraría de que los datos encontrados en este estudio serían ya de referencia para considerarlos normales para estudios de funcionamiento normal de los riñones en estos animales. Sin



embargo, reportes un poco más altos fueron encontrados por Guevara y Quiñones <sup>10</sup>, en alpacas púberes en época húmeda  $7.39 \pm 1.75$  mg/dL,  $7.27 \pm 1.41$  mg/dL en alpacas adultas en época seca y de  $7.96 \pm 1.49$  mg/dL en época húmeda; asimismo, Toral en el 2011 <sup>11</sup>, menciona que las alpacas adultas que habitan a grandes altitudes tendrían un valor de 7.45 mg/dL y los animales que habitan aniveles del mar tendrían valores de 7.82 mg/dL; tal como se observa estas concentraciones se encuentran generalmente en las alpacas adultas y esto podría justificarse en el hecho de que realizan mayor movimiento de calcio en la sangre lo que haría liberar grandes cantidades de fosforo en la sangre <sup>14, 19, 20</sup>.

### **5.2.7 Concentración de ácido úrico como indicador del perfil renal**

El ácido úrico (UA), presente en el plasma sanguíneo de crías de alpacas llegaron a un promedio de  $0.12 \pm 0.11$  mg/dL, con valores mínimos de 0.02 y máximos de 0.51 mg/dL; sin embargo, reportes normales de ácido úrico en sangre humana se encontraría en 4.5 mg/dL según lo reportado por Mesa et al en 1982 <sup>40</sup>, lo que nos hace pensar que las crías de alpacas aún no estarían lo suficientemente productivas de urea y por lo tanto los niveles de ácido úrico serían bastante bajos <sup>16, 17</sup>, justificado por diferencias de especie y de edad <sup>14</sup>.

### **5.2.8 Concentración de dióxido de carbono como indicador del perfil renal**

La concentración de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), que se encuentra presente en el plasma de la sangre de crías hembras de alpacas alcanzan una media de  $14.68 \pm 2.31$  mmol/L; sin embargo, los valores normales encontrados en humanos oscilan de 23 a 29 mmol/L <sup>41</sup>; estas diferencias se justificarían a que son reportes de especies distintas y de edad distintas <sup>14, 18</sup>.



## CAPÍTULO VI CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 6.1 Conclusiones

Los niveles de albúmina, nitrógeno ureico sanguíneo, creatinina, relación BUN/CREA, calcio, fósforo, ácido úrico y dióxido de carbono de crías de alpacas, son similares a los valores encontrados en adultos.

La concentración de albúmina es de  $3.94 \pm 0.22$  g/dL, de nitrógeno ureico sanguíneo (BUN) es de  $16.93 \pm 3.33$  mg/dL, creatinina (CREA) es de  $1.27 \pm 0.35$  mg/dL, relación BUN/CREA es de  $14.3 \pm 0.72$  mg/dL, calcio (Ca) es de  $9.26 \pm 1.78$  mg/dL, fósforo (P) es de  $5.95 \pm 1.37$  mg/dL, ácido úrico (UA) es de  $0.12 \pm 0.11$  mg/dL, de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) es de  $14.68 \pm 2.31$  mg/dL.

### 6.2 Recomendaciones

El próximo estudio debería de ser dirigido a encontrar valores de referencia renal en crías de llamas, vicuñas y guanacos.

El estudio de perfil renal en crías de alpacas se debería de realizar con crías que habitan a niveles del mar y observar posibles diferencias.

También debería de realizarse estudios de perfil renal en crías de alpacas en las diferentes provincias de la región de Apurímac, para tener estandarizado valores de referencia de funcionamiento renal en crías de alpacas.



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Bustinza AV. La Alpaca. Primera ed. Puno - Perú: UNA-PUNO; 2001.
2. Flores S, Li O, Gavidia C, Hoyos L, Barrios-Arpi M. Determinación del perfil bioquímico sanguíneo hepático y renal en alpacas (*Vicugna pacos*) aparentemente normales. Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú. 2016;27(1):196-203.
3. Huidobro JP, Tagle R, Guzmán AM. Creatinina y su uso para la estimación de la velocidad de filtración glomerular. Revista Médica de Chile. 2018;146(3):344-50.
4. Quispe AE, Torres EA, Puma A, Rios RM, Manrique LN, Gandarillas D. 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):1-10.
5. Bustinza AV, Machaca V, Cano VR, Quispe J. Evolución y desarrollo de las razas de Alpaca: Suri y Huacaya. Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú. 2021;32(5):e19876.
6. 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(2): 41-8.
7. Escalante L. Valores hematológicos, bioquímicos sanguíneos y urinarios en crías de alpacas Huacaya (*Vicugna pacos*) menores de dos meses. [Internet]. Universidad Nacional del Altiplano; 2017. Available from: <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/4660>
8. International Species Information System (ISIS). Manual MSD Manual Veterinario. Valores de referencia de CBC y bioquímica sérica para llamas y alpacas. [Online]; 1999 [cited 2024 Enero]. Available from: <https://www.msdsvetmanual.com/multimedia/table/cbc-and-serum-biochemistry-reference-values-for-llamas-and-alpacas>
9. Vivar M, Olazabal J, San Martín F. 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):193-200.
10. Guevara RI, Quiñones MT. Caracterización de niveles de proteína total y fósforo en alpacas hembras prepuberes y adultas en época seca y época húmeda - Cerro de Pasco – 2018. [Internet]. Universidad Peruana Los Andes; 2018. Available from: <https://hdl.handle.net/20.500.12848/2682>



11. Toral CJ. Determinación de macro y micro minerales en suero sanguíneo de alpacas, en la comunidad de Guangaje, cantón Pujilí. [Internet]. Universidad Técnica de Cotopaxi; 2011. Available from: <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/680>
12. Ancco E. Nutrición proteica y su relación con características reproductivas y salud uterina en alpacas. [Internet]. Universidad Nacional Agraria La Molina; 2019. Available from: <https://hdl.handle.net/20.500.12996/4198>
13. Karp G, Iwasa J, Marshall WK. Biología celular y molecular. Octava ed. Karp G, editor. México: McGraw-Hill Interamericana Editores, S.A.; 2019.
14. Klein G. Cunningham, Fisiología veterinaria. Sexta ed. González PLL, editor. Barcelona, España: Elsevier S.L.; 2020.
15. Reyes DF, Parrales I. Perfil renal y estilo de vida en adultos de américa latina. Revista Científica Arbitrada Multidisciplinaria PENTACIENCIAS. 2022;4(3):443-62.
16. Tymoczko J, Berg J, Stryer L. Bioquímica Stryer. Curso Básico. Séptima ed. Barcelona - España: Editorial Reverté; 2014.
17. Nelson L. Principios de Bioquímica. Lehninger. Séptima ed. Barcelona España: Editorial Omega; 2019.
18. Hall JE, Hall ME. Guyton y Hall, Tratado de fisiología médica. Decimocuarta ed. O'Grady E, editor. Ottawa Canadá: Elsevier; 2021.
19. Cingolani HE, Houssay AB. Fisiología Humana de Houssay. Séptima ed. Buenos Aires - Argentina: El Ateneo; 2002.
20. Engelhardt W, Breves G. Fisiología veterinaria. Quinta ed. Barcelona España: Acribia; 2005.
21. Pacheco S, Wegner A, Guevara R, Céspedes P, Darras E, Mallea L, et al. Albúmina en el paciente crítico: ¿Mito o realidad terapéutica? Revista chilena de pediatría. 2007;78(4):403-13.
22. Ancco E, Hinostroza M, Quispe C, Gómez C. Niveles de nitrógeno ureico sanguíneo y su relación con la preñez en alpacas. Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú. 2018;29(4):1372-76.
23. Latimer KS, Mahaffey EA, Prasse KW. Patología Clínica Veterinaria Duncan & Prasse'S. Cuarta ed. Barcelona - España: MultiMedica Ediciones Veterinarias; 2005.
24. Trigo FJ, Valero G, López A, Martínez LC, Martínez I, Romero LP, et al. Patología general veterinaria. Sexta ed. Mexico: Universidad Nacional Autónoma de México; 2017.
25. Flores JC, Alvo M, Borja H, Morales J, Vega J, Zúñiga C, et al. Enfermedad renal crónica: Clasificación, identificación, manejo y complicaciones. Revista médica de Chile. 2009;137(1):137-77.





26. Martínez E. El calcio, esencial para la salud. *Nutrición Hospitalaria*. 2016;33(Supl. 4):26-31.
27. Teruel JL, Fernández M, Rodríguez N. Aporte de calcio en la insuficiencia renal crónica. *Nefrología*. 2009;29(1):10-2.
28. Martínez I, Saracho R. El fósforo y sus implicaciones clínicas. *Nefrología*. 2009;29(Sup. Ext. 5):41-50.
29. Carvajal C. El ácido úrico: De la gota y otros males. *Medicina Legal de Costa Rica*. 2016; 33(1): 182-9.
30. Goicoechea M. Ácido úrico y enfermedad renal crónica. *Nefrología al día*. 2021. Available from: <https://static.elsevier.es/nefro/monografias/pdfs/nefrologia-dia-200.pdf>
31. Rodríguez OR. Dióxido de carbono, precursor de la vida. *CienciaUAT*. 2009;3(3):46-51.
32. Arroyo M, Ramírez-Monroy A. Dióxido de carbono, sus dos caras. *Anales de Química*. 2020; 116(2):81-7.
33. Bautista F, Zuñiga C, Silva D, Cuya W, Soto O. 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 Médica Herediana*. 2019;30(3):187-92.
34. Gandarillas D, Quispe AE, Puma A, Torres EA, Rios RM, Coaquira JE. Características textiles de la fibra de alpacas Huacaya en comunidades altoandinas de la región Tacna, Perú. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*. 2022;33(5):e23791.
35. Machaca V, Bustinza AV, Corredor FA, Paucara V, Quispe EE, Machaca R. Características de la Fibra de Alpaca Huacaya de Cotaruse, Apurímac, Perú. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*. 2017;28(4):843-51.
36. Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación (FAO). Situación actual de los camélidos sudamericanos en Perú. Primera ed. Lima - Perú: FAO; 2005.
37. Cotacallapa AM, Huayta N, Córdova R, De La Mata R. Sistemas de crianza de alpacas (*Vicugna pacos*) en las comunidades campesinas de la región de Huánuco. 2010;4(1):49-54.
38. Instituto Nacional de Informatica y Estadística. INEI. [Online]; 2012 [cited 2022 Noviembre 15. Available from: <http://censos.inei.gob.pe/cenagro/tabulados/>
39. Omni calculator. Omni calculator. [Online].; 2024 [cited 2024 Abril 15. Available from: <https://www.omnicalculator.com/es/salud/calculadora-relacion-bun-creatinina>
40. Mesa J, De Las Nieves M, Bofill VM. Ácido úrico: valores normales y semiología. *Rev Cub Med*. 1982; 21(6): 672-76.





## ANEXOS





Figura 1. Selección de crías de alpacas



Figura 2. Selección de animales



Figura 3, Desinfección sobre la vena cefálica



Figura 4. Momento de la extracción de sangre





Figura 5. Con la muestra de sangre



Figura 6. Inicio de centrifugación de la muestra



Figura 7. Obtención del plasma sanguíneo



Figura 8. Momento de extracción del reactivo refrigerado

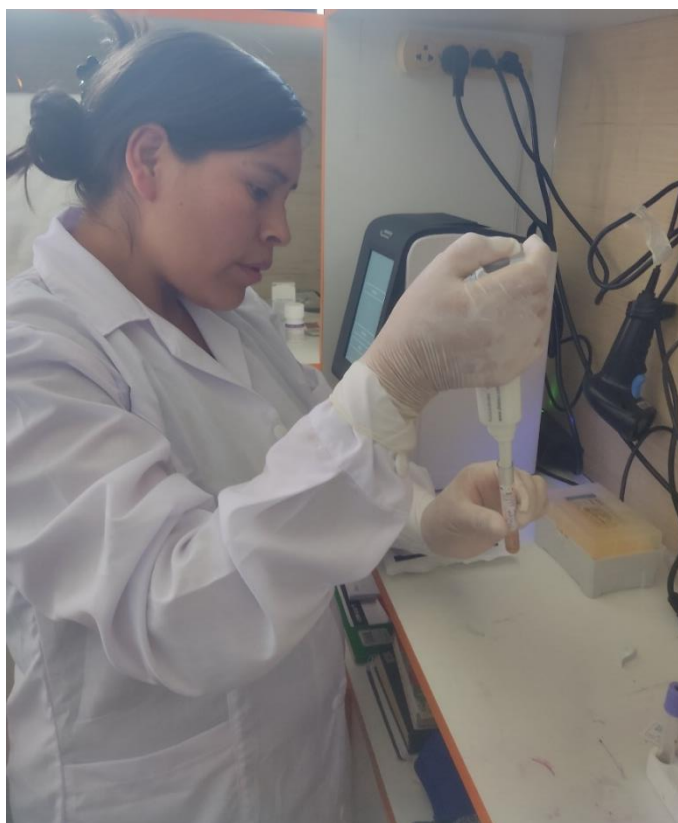


Figura 9. Extracción de plasma sanguíneo

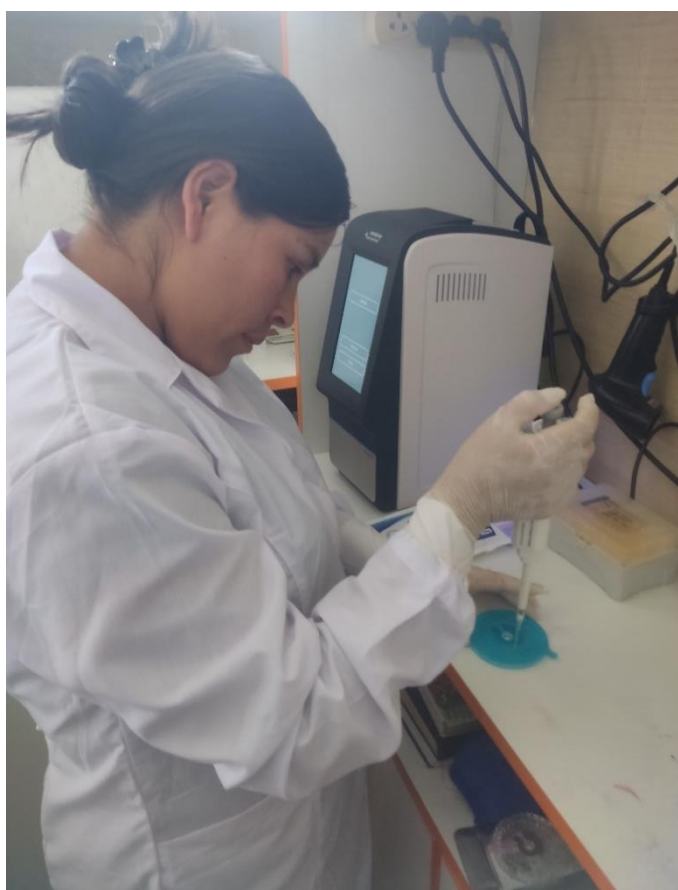


Figura 10. Colocando el plasma en el disco reactivo





Figura 11. Colocando el disco reactivo en el equipo de lectura



Figura 12. Obtención de resultados

**UNIVERSIDAD NACIONAL MICAELA BASTIDAS DE APURÍMAC**  
**FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA**  
*"Formando Líderes Postmodernos"*

**INSTRUMENTO N° 1**

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS PARA LAS CONSTANTES FISIOLÓGICAS DE CRÍAS DE ALPACAS

	Parámetro	Temperatura Corporal °C	Frecuencia Cardíaca lat/min	Frecuencia de pulso pul/min	Frecuencia respiratoria resp/min
Animal: 1	Hembras	37.8	88	84	23
Animal: 2	Hembras	38.1	92	84	21
Animal: 3	Hembras	38.0	96	88	25
Animal: 4	Hembras	37.7	84	80	18
Animal: 5	Hembras	38.3	88	84	25
Animal: 6	Hembras	38.5	88	84	22
Animal: 7	Hembras	38.8	112	84	27
Animal: 8	Hembras	38.4	92	88	31
Animal: 9	Hembras	38.9	96	92	24
Animal: 10	Hembras	39.5	120	112	36
Animal: 11	Hembras	38.7	108	100	30
Animal: 12	Hembras	38.1	96	80	23
Animal: 13	Hembras	38.0	92	88	25
Animal: 14	Hembras	39.2	100	88	22
Animal: 15	Hembras	38.2	108	104	28
Animal: 16	Hembras	38.5	112	92	28
Animal: 17	Hembras	39.1	96	88	27
Animal: 18	Hembras	38.8	116	100	19
Animal: 19	Hembras	38.6	100	96	31
Animal: 20	Hembras	38.5	104	96	28
Animal: 21	Machos	39.1	108	100	32
Animal: 22	Machos	37.7	104	100	33
Animal: 23	Machos	37.8	96	88	25
Animal: 24	Machos	38.5	84	80	22
Animal: 25	Machos	38.8	108	100	28
Animal: 26	Machos	39.0	116	112	32
Animal: 27	Machos	38.7	104	100	30
Animal: 28	Machos	38.1	112	104	31
Animal: 29	Machos	39.4	120	112	35
Animal: 30	Machos	38.9	108	96	26
Animal: 31	Machos	38.5	100	96	27
Animal: 32	Machos	39.5	96	96	24
Animal: 33	Machos	37.9	120	112	30
Animal: 34	Machos	38.6	92	88	22
Animal: 35	Machos	38.0	88	84	20
Animal: 36	Machos	37.3	116	104	28
Animal: 37	Machos	38.4	96	92	27
Animal: 38	Machos	39.5	112	96	23
Animal: 39	Machos	38.5	100	92	28
Animal: 40	Machos	38.7	104	96	26

lat/min= Latidos por minuto. pul/min= Pulsaciones por minuto. resp/min= Respiraciones por minuto

Figura 13. Instrumento 1



**UNIVERSIDAD NACIONAL MICAELA BASTIDAS DE APURÍMAC**  
**FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA**  
*"Formando Líderes Postmodernos"*

**INSTRUMENTO N° 2**

**FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS DE PERFIL RENAL EN CRÍAS DE ALPACAS**

	Parámetro	ALB	BUN	CREA	BUN/CREA	Ca	P	UA	CO2
		g/dL	mg/dL	mg/dL		mg/dL	mg/dL	mg/dL	mg/dL
Animal: 1	Hembras	3.9	17.1	0.77	14	4.0	8.96	0.04	11
Animal: 2	Hembras	3.6	16.3	0.96	13	9.6	5.32	0.02	12
Animal: 3	Hembras	3.7	14.8	1.52	14	8.7	6.21	0.07	14
Animal: 4	Hembras	3.9	15.7	1.67	14	10.1	4.25	0.51	12
Animal: 5	Hembras	3.8	23.2	1.96	15	9.3	5.38	0.32	16
Animal: 6	Hembras	3.6	11.9	0.92	14	7.8	5.86	0.08	15
Animal: 7	Hembras	4.0	18.2	1.45	15	8.1	5.24	0.11	14
Animal: 8	Hembras	3.9	17.5	1.32	15	11.2	5.48	0.05	12
Animal: 9	Hembras	3.7	13.3	0.82	14	9.2	6.21	0.06	16
Animal: 10	Hembras	3.8	14.2	1.12	14	9.7	5.87	0.23	19
Animal: 11	Hembras	4.1	15.2	1.03	15	4.0	10.69	0.07	15
Animal: 12	Hembras	3.7	21.2	1.74	14	9.8	7.81	0.12	15
Animal: 13	Hembras	4.0	19.5	1.56	15	7.5	6.22	0.06	14
Animal: 14	Hembras	3.9	14.7	0.96	14	9.6	4.89	0.09	16
Animal: 15	Hembras	3.7	16.4	1.23	14	9.8	5.68	0.35	12
Animal: 16	Hembras	3.8	15.5	1.14	15	9.2	5.11	0.05	16
Animal: 17	Hembras	4.0	12.3	0.68	14	9.1	5.56	0.03	12
Animal: 18	Hembras	3.9	14.9	1.13	15	8.8	6.25	0.02	11
Animal: 19	Hembras	3.8	16.1	1.23	13	7.9	6.31	0.04	13
Animal: 20	Hembras	3.7	12.2	0.67	13	10.2	4.78	0.25	11
Animal: 21	Machos	4.8	18.7	1.33	14	4.0	10.33	0.03	15
Animal: 22	Machos	4.2	16.7	1.12	14	11.5	5.48	0.06	15
Animal: 23	Machos	4.2	15.2	0.85	15	9.1	5.24	0.05	16
Animal: 24	Machos	4.0	19.3	1.68	15	8.8	5.35	0.08	17
Animal: 25	Machos	3.8	23.5	1.91	15	9.7	5.68	0.28	14
Animal: 26	Machos	3.9	17.8	1.35	15	9.3	6.24	0.03	16
Animal: 27	Machos	3.9	21.6	1.56	15	9.5	4.52	0.32	12
Animal: 28	Machos	3.8	19.8	1.42	14	9.6	5.23	0.11	16
Animal: 29	Machos	3.9	24.1	1.58	15	7.6	4.89	0.07	19
Animal: 30	Machos	4.3	18.5	0.89	14	9.9	7.15	0.23	21
Animal: 31	Machos	4.0	12.3	0.75	13	8.9	6.24	0.09	12
Animal: 32	Machos	4.1	16.7	0.91	13	9.5	5.57	0.16	16
Animal: 33	Machos	3.9	15.4	1.14	14	10.1	6.28	0.15	18
Animal: 34	Machos	3.8	15.6	1.38	14	11.3	5.23	0.06	14
Animal: 35	Machos	3.9	12.9	1.66	13	12.2	4.89	0.05	15
Animal: 36	Machos	4.1	19.6	1.71	15	10.5	5.87	0.08	14
Animal: 37	Machos	4.2	22.4	1.78	15	9.6	6.25	0.28	16
Animal: 38	Machos	4.3	18.4	1.42	15	11.6	4.76	0.17	14
Animal: 39	Machos	3.9	16.8	1.32	15	10.2	5.24	0.05	15
Animal: 40	Machos	3.9	17.7	1.33	15	9.7	5.37	0.03	16

Figura 14. Instrumento 2