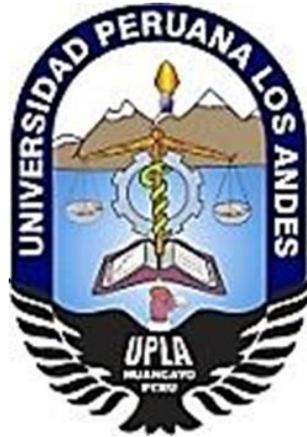


**UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES**

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD**

**ESCUELA PROFESIONAL DE MEDICINA VETERINARIA Y  
ZOOTECNIA**



**TESIS**

**CARACTERIZACIÓN DE NIVELES DE PROTEÍNA TOTAL Y  
FÓSFORO EN ALPACAS HEMBRAS PREPUBERES Y ADULTAS EN  
ÉPOCA SECA Y ÉPOCA HÚMEDA - CERRO DE PASCO – 2018**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**MEDICO VETERINARIO Y ZOOTECNISTA**

**Presentada por : Ricardo Iván Guevara Huamán**

**Quiñones Arge María Teresa**

**Asesor: M.V. Carlos Alberto Caya Rojas**

**Huancayo - Perú**

**2018**

## DEDICATORIA

Dedico con todo mi corazón esta tesis  
a mi madre, mi pareja y mi hijo.  
Pues sin ellos no lo habría logrado,  
la bendición que derraman sobre mí me inspira  
a diario para seguir luchando, por ello les brindo  
mi trabajo por su paciencia y amor, los amo.

**Ricardo Guevara Huamán**

A mis padres, Flor María Arge Bautista y  
Pascual Quiñones Ambrosio, por su esfuerzo,  
sacrificio, apoyo y confianza. Gracias por  
su amor incondicional.

A mi esposo Josh López Castro e  
hijo Joaquín López Quiñones por ser  
mi fortaleza y brindarme su apoyo

**María Teresa Quiñones Arge**

## **AGRADECIMIENTO**

A los docentes, por impartirnos sus enseñanzas durante los años de estudio, sin los cuales no se alcanzaría este logro.

A la Cooperativa Comunal San Pedro de Racco – Cerro de Pasco y sus integrantes, por brindarnos todas las facilidades logísticas para la realización del presente estudio.

Al Sr. Rubén Capcha Guillermo, administrador de la Cooperativa Comunal San Pedro de Racco, por todo el apoyo brindado en la parte experimental de la tesis.

**Los Autores**

## INDICE

	Pág.
I. INTRODUCCIÓN.....	11
1.1 Planteamiento del problema.....	12
1.1.1 Descripción del problema.....	12
1.1.2 Delimitación del problema.....	14
1.2 Formulación del problema de investigación.....	15
1.3 Problemas Específicos.....	15
1.4 Objetivos.....	15
1.4.1 Objetivo general.....	15
1.4.2 Objetivos específicos.....	16
1.5 Justificación.....	17
1.5.1 Justificación Social.....	17
1.5.2 Justificación Teórica.....	17
1.5.3 Justificación Metodológica.....	17
1.6 Marco Teórico.....	18
1.6.1 Antecedentes de estudio.....	18
1.7 Bases teóricas.....	20
1.7.1 Importancia de la Bioquímica Sanguínea en Alpacas.....	20
1.7.2 Adaptaciones Metabólicas Generales de los Camélidos.....	21
1.7.3 Periodos críticos en la crianza de alpacas - Último Tercio de Gestación.....	23
1.7.4 Periodos críticos en la crianza de alpacas - Destete.....	23
1.7.5 Minerales en la Nutrición de la Alpaca.....	24
1.7.6 Fósforo.....	25
1.7.7 Proteína Total.....	26
1.7.8 Espectrofotometría.....	27
1.8 Definición de Términos.....	28
1.9 Formulación de hipótesis.....	29

1.9.1 Hipótesis de investigación.....	29
1.9.2 Hipótesis específicas.....	39
1.10 Variables.....	30
II. METODOLOGÍA.....	31
2.1 Método General.....	31
2.2 Tipo de Investigación.....	31
2.3 Nivel de Investigación.....	31
2.4 Diseño del Estudio.....	31
2.4.1 Diseño Descriptivo Simple.....	31
2.5 Métodos Específicos.....	31
2.5.1 Área de Estudio.....	31
2.5.2 Determinación de Niveles de Proteína Total.....	32
2.5.3 Determinación de Niveles de Fósforo.....	32
2.5.4 Análisis Estadístico.....	33
2.5.5 Población y Muestra.....	33
2.5.6 Muestra.....	34
2.5.7 Técnica de Recolección de Datos.....	35
III RESULTADOS.....	36
3.1 Estadística Descriptiva para Niveles de Proteína Total.....	36
3.2 Estadística Descriptiva para Niveles de Fósforo.....	37
3.3 Pruebas de Normalidad de los Datos.....	38
3.4 Efectos Simples del Factor Época y Etapa de Producción.....	39
3.5 Efectos de la Interacción de los Dos Factores Sobre las Variables Evaluadas.....	40
IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	41
V. CONCLUSIONES.....	46
VI. RECOMENDACIONES.....	47
VII.BIBLIOGRAFÍA.....	48
VIII. ANEXOS.....	53

## FIGURAS

Figura	Pág.
1. Área de estudio (Cooperativa comunal San Pedro de Racco – Cerro de Pasco).....	14
2. Distribución grafica de la normalidad de los datos correspondientes a las concentraciones de fósforo en alpacas hembras en Cerro de Pasco.....	38

## TABLAS

Tabla	Pág.
1. Operacionalización de variables.....	32
2. Estadística descriptiva y rango de referencia para las concentraciones de Proteína Total (g/dl) en sangre por época y por etapa de producción en alpacas hembras en Cerro de Pasco .....	38
3. Estadística descriptiva y rango de referencia para las concentraciones de Fósforo (mg/dl) en sangre por época y por etapa de producción en alpacas hembras en Cerro de Pasco.....	39
4. Tests de Normalidad para valores de proteína total en alpacas hembras en Cerro de Pasco.....	40
5. Concentraciones de proteína total y de fósforo en alpacas hembras en Cerro de Pasco. Se considera los efectos simples del factor época.....	41
6. Concentraciones de Proteína Total (g/dl) y de Fósforo (mg/dl) en alpacas hembras en Cerro de Pasco. Se considera los efectos simples del factor etapa de producción.....	41
7. Concentraciones de Proteína Total (g/dl) y de Fósforo (mg/dl) en alpacas hembras en Cerro de Pasco. Se considera los efectos dobles de los factores etapa de producción y época.....	42

## ANEXOS

<b>Anexo</b>	<b>Pág.</b>
01. Ficha de filiación para los niveles de Proteína Total.....	55
02. Ficha de filiación para los niveles de Fósforo.....	56
03. Concentraciones de Fósforo.....	57
04. Concentraciones de Proteína Total.....	58
05. Análisis de Varianza para los niveles de Proteína Total.....	59
06. Análisis de Varianza para los niveles de Fósforo.....	59

## RESUMEN

El título del presente estudio es “Caracterización de niveles de proteína total y fósforo en alpacas hembras pre púberes y adultas en época seca y época húmeda - Cerro de Pasco” basada en la determinación de metabolitos en momentos críticos en la producción de alpacas. El objetivo del estudio fue determinar los niveles de proteína total y fósforo en alpacas hembras pre púberes y adultas en época seca y época húmeda en Cerro de Pasco. La hipótesis fue que los niveles de proteína total y fósforo son mayores en época húmeda y en alpacas adultas comparadas con la época seca y con alpacas pre púberes en Cerro de Pasco.

El estudio se llevó a cabo en la Cooperativa comunal “San Pedro de Racco” ubicada en Cerro de Pasco a 4318 m.s.n.m. Se evaluaron 100 alpacas hembras adultas y 100 alpacas hembras pre púberes en época seca y en época húmeda. Se colectaron muestras de sangre en tubos vacutainer y se centrifugaron a 3000 rpm en 15 minutos para extracción del suero, se congelaron a -20 C° hasta sus análisis. Se determinaron los niveles de proteína total y de fósforo sanguíneo por colorimetría. Es una investigación descriptiva – no experimental. Se analizaron los datos mediante estadística descriptiva y para evaluar los efectos de los factores época y etapa de producción se utilizó un diseño completamente al azar con arreglo factorial 2 x 2. Los resultados muestran que las concentraciones de proteína total y fósforo son mayores ( $p < 0.05$ ) en época húmeda y en hembras adultas, probablemente debido a la mayor disponibilidad de forraje verde y a la mayor capacidad adaptativa de las alpacas adultas frente a las posibles deficiencias de nutrientes.

***Palabras claves:*** alpacas, proteína total, fósforo, metabolitos, época húmeda

## ABSTRACT

The title of the present study is "Characterization of total protein and phosphorus levels in pre-pubertal and adult female alpacas in dry season and wet season - Cerro de Pasco" based on the determination of metabolites at critical moments in the production of alpacas. The objective of the study was to determine total protein and phosphorus levels in pre-pubertal and adult female alpacas in dry season and wet season in Cerro de Pasco. The hypothesis is that total protein and phosphorus levels are higher in the wet season and in adult alpacas compared with the dry season and with prepubertal alpacas in Cerro de Pasco. The study was conducted in the communal cooperative "San Pedro de Racco" located in Cerro de Pasco at 4318 m.a.s.l. A total of 100 adult female alpacas and 100 prepubertal female alpacas were evaluated in the dry season and in the wet season. Blood samples were collected in vacutainer tubes and centrifuged at 3000 rpm in 15 minutes for serum extraction. The samples were frozen at -20 C until analysis. The total protein and blood phosphorus levels were determined by colorimetry.

It is a descriptive research - not experimental. The data were analyzed by descriptive statistics and a completely randomized design with a 2 x 2 factorial arrangement was used to evaluate the effects of the season and production stage factors. The results show that the total protein and phosphorus concentrations are higher ( $p < 0.05$ ) in the wet season and in adult females. It is likely that the greater availability of green pasture and the greater adaptive capacity of adult alpacas in the possible nutrient deficiencies are the answers to these differences.

**Key words:** *alpacas, total protein, phosphorus, metabolites, wet season*

## **CAPÍTULO I**

### **INTRODUCCIÓN**

El Perú posee el 87% de las alpacas a nivel mundial. Alrededor del 90% de las alpacas están en manos de pequeños productores y comunidades campesinas siendo su fuente económica más importante (1,2). Asimismo, es una especie clave dentro de la ecología y es socio-económicamente de gran valor para el poblador rural de la región andina. Se han reportado estudios sobre parámetros bioquímicos en camélidos sudamericanos, tanto en buena condición de salud como en enfermedad (3); sin embargo, existe escasa información sobre la bioquímica sanguínea de la alpaca en diferentes etapas de su vida productiva sobre todo en etapas críticas de su producción como son el destete y el último tercio de gestación (4,5), y la mayoría no exhibe la interrelación de factores como la época y la edad.

Dentro de la literatura podemos encontrar estudios realizados en condiciones normales pero sin llegar a aproximarse a lo que podría ocurrir en el futuro cuando un metabolito es deficiente o varía en una etapa previa de producción. Por otro lado dada las difíciles condiciones en que son criados estos animales se ha trabajado con un número reducido de animales. Por otro lado hay evidencia clara de que componentes nutricionales en etapas críticas de la explotación de alpacas pueden ayudar a conocer con mayor exactitud su comportamiento y pueda servir de base para implementar estrategias de manejo nutricional en el futuro. Bajo ese contexto el presente estudio tiene por objetivo caracterizar los niveles de proteína total y fósforo en alpacas hembras pre púberes y adultas en época seca y húmeda en la Cooperativa Comunal “San Pedro de Racco” – Cerro de Pasco.

## **1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

### **1.1.1 Descripción del Problema**

La población nacional de camélidos es de 3'685,516 alpacas, que representa el 87 % de la población mundial (6). Del total de la población la mayor parte está distribuida en la zona sur que abarca la región Puno, Arequipa, Cusco y Apurímac con la mayor población; en la zona centro la población está dividida entre las regiones de Huancavelica, Pasco y Junín. Alrededor del 90% de las alpacas están en manos de pequeños productores y comunidades campesinas siendo su fuente económica más importante (1,2). En estas circunstancias la escasa tecnología sumada a la falta de orientación profesional o la implementación de servicios de extensión para mejorar las cadenas productivas hacen que la productividad de los animales se vea decreciente, sin mencionar los problemas sanitarios, reproductivos, nutricionales, genéticos y de manejo. A pesar de la reciente inversión por parte del gobierno en temas de investigación para mejorar los sistemas de producción en alpacas, aún hay muchos problemas por resolver debido a que los camélidos en general responden muy diferente a la aplicación de tecnologías ya que tienen adaptaciones metabólicas, nutricionales, reproductivas y de etología diferentes comparados con otros animales con quienes comparten los nichos ecológicos (7). Un problema adicional tiene que ver con los cambios a nivel de pastizales y su degradación, la intermitencia con respecto al periodo de lluvias que en los últimos años están agudizando el periodo de lluvias y/o la época seca ocasionando un problema adicional dentro de las explotaciones y del calendario de manejo en etapas críticas dentro de la producción de camélidos. Dentro de las características que identifican a los camélidos sudamericanos están las adaptaciones nutricionales y metabólicas que han hecho posible su desarrollo en ambientes que destacan por periodos prolongados de forraje de pobre disponibilidad y de baja calidad nutricional (7). Se han identificado periodos

críticos en la explotación de alpacas (4), estos periodos críticos coinciden con etapas bastante importantes en la vida productiva de los camélidos, un ciclo de importancia donde confluyen tres etapas son el último tercio de gestación, el parto y el inmediato empadre y el otro ciclo de importancia en la explotación es congruente con la época de destete que ocurre entre los meses de agosto – setiembre; estas etapas coinciden con una merma considerable en la oferta alimenticia. Esta reducción de la oferta alimenticia traducida en la reducción de los niveles de proteína y fósforo puede estar ocasionando alteraciones en el crecimiento de hembras púberes, susceptibilidad a enfermedades, problemas de orden reproductivo, etc. Estudios recientes mencionan que estas etapas críticas presentadas en época seca están ocasionando que los parámetros productivos en áreas de reproducción, nutrición, sanidad y genéticos sean desalentadores y además son de corte longitudinal pues parámetros pobres en etapa de destete y último tercio de gestación en alpacas pre púberes y adultas respectivamente merman la eficiencia productiva en otras etapas en estación reproductiva como son fertilidad, peso de crías al nacer en adultas y peso al primer empadre en alpacas púberes (8). Además, en estos periodos críticos los pastizales ofrecen entre 9 y 12 % de proteína cruda en la dieta de los camélidos (4,9), estos datos se podrían considerar bajos en estas etapas cuyo requerimiento debería bordear el 14% como mínimo (10). En época húmeda los requerimientos de proteína deben bordear los 13 – 15 % en la dieta (10) sin embargo, los pastizales no ofrecen las cantidades adecuadas mencionadas, conociendo que las alpacas están en estado de parición, inmediata involución uterina, lactación y el inmediato empadre es necesario conocer el status proteico en esta etapa de producción y en la época húmeda. Otro metabolito de importancia es el fósforo pues este mineral es considerado deficiente en la mayoría de regiones donde se crían camélidos (12) y no se tiene una referencia clara de su comportamiento en etapas críticas. Dada la participación del fósforo en muchos procesos metabólicos y siendo deficiente, es imprescindible conocer sus



## **1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

¿Cuáles serán los niveles de proteína total y fósforo en alpacas hembras pre púberes y adultas en época seca y época húmeda en Cerro de Pasco?

## **1.3 PROBLEMAS ESPECÍFICOS**

- ¿Cuáles serán los niveles de proteína total en alpacas hembras pre púberes en época seca y húmeda?
- ¿Cuáles serán los niveles de proteína total en alpacas hembras adultas en época seca y húmeda?
- ¿Cuáles serán los niveles de fósforo en alpacas hembras pre púberes en época seca y húmeda?
- ¿Cuáles serán los niveles de fósforo en alpacas hembras adultas en época seca y húmeda?

## **1.4 OBJETIVOS**

### **1.4.1 Objetivo General**

Caracterizar los niveles de proteína total y fósforo en alpacas hembras pre púberes y adultas en época seca y época húmeda en Cerro de Pasco - 2018.

### **1.4.2 Objetivos específicos**

- Estimar los niveles de proteína total en alpacas hembras pre púberes en época seca y época húmeda en Cerro de Pasco - 2018.
- Evaluar los niveles de proteína total en alpacas hembras adultas en época seca y época húmeda en Cerro de Pasco - 2018.
- Conocer los niveles de fósforo en alpacas hembras pre púberes en época seca y época húmeda en Cerro de Pasco - 2018.
- Determinar los niveles de fósforo en alpacas hembras adultas en época seca y época húmeda en Cerro de Pasco - 2018.

## **1.5 JUSTIFICACIÓN**

### **1.5.1 Justificación Social**

Dada la importancia que implica la producción de camélidos en zonas altoandinas y su rol dentro de la sociedad como sustento económico de miles de familias cuyo sistema de producción es tradicional, este sector depende de la aplicación de ciertas tecnologías que faciliten su explotación o que reduzcan problemas de índole nutricional, y que además redoble esfuerzos por mejorar los sistemas de producción y revertir esta crianza tradicional es necesaria realizar este tipo de investigaciones. La caracterización de los niveles de proteína total y de fósforo en etapas críticas de la explotación de estos animales y en dos épocas del año ayudará a la toma de decisiones por parte de los ganaderos para implementar estrategias nutricionales y de manejo de la oferta alimenticia. Otro factor a tomar en cuenta es el climático pues los resultados que se obtengan permitirán generar un panorama más amplio del comportamiento de las variables y sirva como base para mejorar la explotación de camélidos en la zona central en orden de incrementar la economía de los productores alpaqueros para mejorar los parámetros productivos en estas etapas críticas.

### **1.5.2 Justificación Teórica**

Basado a los hallazgos obtenidos en la investigación y en base a las recomendaciones el cual abre camino para generar nuevos estudios de interés de algunos investigadores relacionados al tema.

Actualmente no se disponen de muchos estudios sobre las concentraciones de ciertos metabolitos de orden nutricional y en etapas productivas consideradas críticas. Otro factor a considerar es la etapa productiva pues hembras pre púberes con deficiencias nutricionales en etapa de destete (agosto – época seca) no llegarán al peso adecuado en etapa reproductiva

(febrero – época húmeda) y el conocimiento de metabolitos considerados importantes puede permitir implementar estrategias nutricionales. Por otro lado hembras adultas en último tercio de gestación (agosto – septiembre) requieren de una oferta nutricional que cumpla con las exigencias para culminar la gestación de manera óptima y un crecimiento fetal adecuado que desencadenará en un peso al nacimiento mayor, sin embargo el desconocimiento de estos metabolitos no permitirá saber si hay necesidad de implementar estrategias de suplementación ante una deficiencia. Por último un factor no menos importante es la época pues ésta coincide con etapas críticas en la explotación de alpacas como son el destete y último tercio de gestación, lactación parición y empadre donde el requerimiento en términos nutricionales es alto y es justamente donde la oferta alimenticia es baja pues los pastizales son de condición ecológica pobre (12). Es necesario que se evalúen metabolitos de importancia fisiológica no solo para mantener la homeostasis, también para fines productivos y de manera óptima. La interacción de los factores antes mencionados permitirá generar el conocimiento necesario para conocer el comportamiento de estos metabolitos y generar estrategias nutricionales a futuro.

### **1.5.3 Justificación Metodológica**

La presente investigación permite implementar estrategias nutricionales en etapas críticas en la explotación de alpacas y en dos épocas del año donde la oferta alimenticia no cubre los requerimientos de esta especie. También permitirá conocer el comportamiento de estas variables que servirá para implementar estrategias de suplementación sobre todo de fósforo mineral considerado deficiente en las explotaciones alpaqueras y que participa en funciones principales en el organismo. Por último permitirá implementar nuevos estudios en otras regiones debido a que el problema está acentuado en la mayoría de explotaciones de alpacas, también el conocer

el desenvolvimiento de estos metabolitos en estas etapas puede servir para determinar requerimientos de alpacas evaluando las funciones biológicas o de respuesta animal.

## **1.6 MARCO TEÓRICO**

### **1.6.1 Antecedentes de Estudio**

Flores et al (13) realizaron un trabajo para determinar el perfil hepático y renal en 60 alpacas aparentemente normales pertenecientes a las SAIS “Túpac Amaru” en la región Junín. Todos los animales pastoreaban en pastizales naturales y fue realizado en noviembre en inicio de lluvias. Dentro de los objetivos específicos determinaron proteínas totales encontrándose valores de  $7.73 \pm 1.18$  mg/dl como promedio. Estos valores están considerados dentro de los rangos normales propuestos para camélidos.

Toral (14) realizó un estudio para determinar macrominerales y microminerales en 25 alpacas en Ecuador en condiciones similares a las de la sierra peruana. Este trabajo fue realizado en época seca. Los resultados encontrados o las concentraciones de fosforo van de 5.48 mg/dl a 10.78 mg/dl. De acuerdo al autor pocos animales están en el límite de los rangos referenciales para considerarlos deficientes.

Rosales et al (15) realizaron un trabajo para determinar los niveles de calcio y fósforo en 87 alpacas de la raza Huacaya y 9 llamas en la estación experimental de “La Raya” – Cusco. El estudio fue realizado en época seca bajo condiciones extensivas. Las concentraciones de fósforo encontrados fueron  $6.25 \pm 1.70$  mg/dl y  $5.74 \pm 0.70$  mg/dl para alpacas y llamas respectivamente.

En alpacas de 2- 4 años de la raza Suri y Huacaya procedentes del CIP “La Raya” Puno y en llamas de 2 años, se determinaron concentraciones de proteína hallando un promedio de 5.91 6.83 g/dl par llamas y 6.83 g/dl en alpacas.

Escalante (16) realizó un trabajo con el objetivo de determinar valores hematológicos en alpacas menores a 2 meses de edad bajo condiciones extensivas, bajo esa consideración las concentraciones de proteína total fue en promedio  $9,14 \pm 0.29$  g/dl, estos valores están dentro del rango referencial, sin embargo se discute que son alpacas en estado de lactación y probablemente estas concentraciones tengan que ver con este estado. Aun así son datos primarios de estos metabolitos a una edad temprana.

Quispe (17) realizó un estudio para determinar el status mineral de calcio y fósforo en alpacas en época seca. Esto se llevó a cabo en el centro experimental de la Universidad Nacional de Huancavelica, se utilizaron alpacas hembras adultas pastoreadas en pastizales naturales entre los meses de enero – marzo (época de lluvias). El promedio de las concentraciones de fósforo fue  $8.51 \pm 1.66$  mg/dl. Esto debido probablemente a concentraciones altas en el pastizal por ser de mejor calidad pues el estudio se realizó en época de lluvias donde la oferta alimenticia es mejor.

Marín et al (18) realizaron un estudio para determinar algunos minerales y proteínas totales y ver su impacto sobre estados de producción, nutrición y sanitarios en 182 llamas durante un periodo de dos años en el estado de Ju Juy - Argentina. Para el caso de las concentraciones de fósforo encontraron variaciones entre 2.57 – 10.23 mg/dl, estando algunos animales por debajo de los rangos de referencia establecidos para la especie; en el caso de los niveles de proteína total se encontraron valores que fluctúan entre 4.60 – 7.93 mg/dl.

Siguas y Olazabal (19) en un trabajo en vicuñas realizado en Huancavelica determinaron el perfil sanguíneo en 24 vicuñas adultas alimentadas con pastizal natural donde se incluyó la determinación de proteína total encontrando valores entre 0.18 a 11.01 g/dl no se menciona la época de toma de muestras, sin embargo se conoce que dentro de las explotaciones de vicuñas

estas pastorean en pisos altitudinales donde la oferta alimenticia es deficiente siendo los pastizales de condición regular a pobre en la mayoría de veces.

## **1.7 BASES TEÓRICAS**

### **1.7.1 Importancia de la Bioquímica Sanguínea en Alpacas**

La información sobre metabolitos sanguíneos en alpacas podría utilizarse en el estudio nutricional y estado de salud de estos animales, además nos sirve para estudiar el comportamiento de estas variables en condiciones ecológicas diferentes así como también a cambios que pudieran producirse al criar estas especies en un ambiente diferente. Al respecto algunas investigaciones evidencian que la determinación de metabolitos sanguíneos está sujeta a las capacidades adaptativas propias de su hábitad. La bioquímica sanguínea es la valoración de la concentración de metabolitos en la sangre, representa un análisis integrado de la adecuación del suministro de nutrientes con relación a su utilización, así como también refleja el funcionamiento renal y hepático (18). La nutrición es una de los factores más importantes y controlables que influyen en los parámetros productivos. Los componentes bioquímicos de la sangre, permite comprender el rol fundamental de la sangre en la conservación de homeostasis (13). Los valores bioquímicos pueden ser influenciados por diferentes factores como sexo edad, estado reproductivo, estrés y estación de año (19). En la mayoría de las especies la información relacionada con parámetros bioquímicos es abundante, sin embargo en camélidos esta información es incompleta (20). La valoración química sanguínea se podría utilizar para evaluar el estado nutricional y sanitario de los animales y especialmente para descubrir carencias de alimento (14), cabe indicar que también para problemas clínicos y alteraciones metabólicas (21), los camélidos, presentan características bioquímicas propias a la adaptación de su hábitad (15). Varias interacciones entre nutrición y reproducción han sido objeto de numerosos estudios en vacunos de carne y leche, estos han demostrado un papel de la energía y proteína antes, durante

y después del parto en la reproducción, bajo este contexto se resalta la importancia de medir el status nutricional en último tercio de gestación. También el estado nutricional de muchos minerales y vitaminas influyen en el rendimiento productivo y reproductivo. La nutrición no sólo tiene un efecto directo en la reproducción sino también en la sanidad, por ejemplo al momento del parto aumentar el metabolismo y la susceptibilidad a enfermedades infecciosas, debido a alteraciones fisiológicas e inmunológicas en este periodo.

La ingesta de proteínas dietéticas y rendimiento del animal guardan una relación angosta en la mayoría de especies, por ejemplo la aplicación de algunas estrategias dietéticas para satisfacer los requerimientos nutricionales de vacas de alta producción ofrecen dietas de al menos 17% a 19%, sin embargo, las dietas altas en proteínas se han asociado con reducción del rendimiento reproductivo (22, 23). En consecuencia, la nutrición afecta el rendimiento reproductivo indirectamente a través de su mediación en procesos fisiológicos. En relación con otras especies y sobre todo en alpacas existe una escasez de información publicada que documenta los problemas entre la relación nutrición reproducción.

### **1.7.2 Adaptaciones Metabólicas Generales de los Camélidos**

Los CSA (camélidos sudamericanos) pertenecen a la clase Mammalia, al orden Artiodactyla, al igual que vacunos, ovinos y caprinos, pero mientras estos últimos pertenecen al suborden Ruminantia, y de allí la denominación de rumiantes, los CSA pertenecen al suborden Tylopoda. Las especies de ambas subórdenes tuvieron una coevolución paralela con marcadas diferencias (7). Los CSA no deben ser denominados rumiantes y menos aún pseudos o falsos rumiantes, dándole a los rumiantes una connotación de superioridad que no es válida. Por lo tanto los camélidos son una especie que posee diferencias claras con rumiantes, con quienes muchas veces comparte y compite ambientes alimenticios, y que no responde de la misma manera cuando se le aplican tecnologías reconocidas como útiles en rumiantes.

Dentro de las características que identifican a los CSA están las adaptaciones nutricionales y metabólicas que han hecho posible su desarrollo en ambientes que destacan por periodos prolongados de forraje de pobre disponibilidad y de baja calidad nutricional. La anatomía y fisiología del estómago de los CSA son diferentes a los rumiantes. Una de estas notorias diferencias es la alta capacidad buffer en el contenido estomacal de los CSA, ello debido: a) a la alta relación entre la producción de saliva y el volumen estomacal y, b) la presencia de glándulas en el C1 y C2 que remueven los ácidos grasos volátiles y la secreción de bicarbonato, originando un adecuado ambiente neutral para la digestión del alimento mayormente fibroso, toda vez que las bacterias celulíticas son sensibles a condiciones ácidas. A esta capacidad buffer hay que agregar la continua actividad del estómago y el alto reciclaje de urea útil para el crecimiento microbiano bajo condiciones limitantes de nitrógeno (7). Otra característica en la fisiología digestiva de los CSA es su mayor tasa de dilución comparada a los rumiantes, es decir la mayor velocidad de pasaje de la fase líquida del contenido de los C1 y C2 (compartimientos del estómago) (24). Esta característica está relacionada con una mayor y más eficiente producción microbiana; situación que hay que tener en cuenta en el establecimiento de los requerimientos de proteína y el especial metabolismo de carbohidratos en estos animales. Consumos comparativos entre los CSA y rumiantes muestran que en diferentes condiciones de manejo, al pastoreo y en estabulación, el promedio del consumo en CSA es inferior en aproximadamente 30%. Este diferencial de consumo tiene una enorme repercusión en el cálculo de la carga animal sobre la pastura y en la estimación relativa de las concentraciones de nutrientes en los alimentos preparados para CSA. (25). El mayor reciclaje de urea y su utilización ha sido relacionados con una tasa más lenta de pasaje en los compartimentos C-1/C-2 constituyendo una adaptación fisiológica propia de los camélidos, que les permite sobrevivir

en ambiente nativo agreste donde existe forrajes de baja calidad durante una porción significativa del año (7).

### **1.7.3 Periodos Críticos en la crianza de alpacas - Último tercio de gestación.**

Unos de los periodos críticos considerados por varios autores es el último tercio de gestación (4, 5), es crítico debido a que coincide con el periodo de transición entre la época seca y el inicio de lluvias donde la oferta alimenticia es mermada por factores climáticos y de medio ambiente, estos pastizales no ofrecen la cantidad adecuada de proteína en la dieta por lo que el animal debe hacer catabolismo de sus reservas para suplir sus requerimientos. Esto afecta el crecimiento fetal pues es en este periodo donde el feto termina su crecimiento lo que puede repercutir en el peso al nacimiento. Por otro lado hace varios años se ha determinado que el fósforo es el mineral más deficiente a lo largo de las explotaciones de alpacas, dada la participación del fósforo en innumerables procesos metabólicos puede estar afectando también el buen desempeño productivo y reproductivo en alpacas en este periodo. Algunos estudios en alpacas criadas en su hábitat natural muestran una estacionalidad reproductora que se extiende de diciembre a marzo (4); esta época coincide con los meses más abrigados del año, lluviosos y con abundancia de forraje verde. Sumar y García (26) mencionan que en las explotaciones grandes y en las comunidades campesinas donde machos y hembras se encuentran juntos todo el año, los nacimientos ocurren entre los meses de diciembre a marzo. Esta estacionalidad reproductiva se observa también en los camélidos silvestres, la vicuña y el guanaco. Sin embargo, cuando las hembras son mantenidas separadas de los machos y se permite el servicio una sola vez por mes, hembras y machos muestran actividad sexual durante todo el año.

### **1.7.4 Periodos Críticos en la crianza de alpacas - Destete**

Otro periodo crítico considerado en la producción de alpacas es el destete (4), debido a que esta etapa coincide con la época seca, en los meses de agosto a setiembre donde la oferta alimenticia

es pobre y no logran cubrir sus requerimientos considerando que están en pleno crecimiento, otro factor es que el destete implica un estrés lo que pudiera generar una baja en la inmunidad afectando los parámetros productivos. Esto pudiera generar que en estación reproductiva los animales no lleguen a alcanzar el peso adecuado mínimo para ser empadradas debiendo esperar un año adicional. El plano nutricional es de suma importancia en esta etapa para conocer e implementar estrategias posteriores de alimentación y nutrición. Se menciona que el peso al destete está en función a la alimentación. Las crías Huacaya desarrollan más rápidamente alcanzando un peso de 25 – 35 kg de los 7 a 9 meses. Se nota que los de fibra de color son de mayor peso. Con un buen manejo de pastos se llega al destetar 30 kg de peso vivo sin problema en 7 meses. Bustinza y Gallegos (27), señalan que el peso promedio al destete, a los 9 meses, está entre 30 kg y 31 Kg con desviación estándar alta.

#### **1.7.5 Minerales en la Nutrición de la Alpaca**

Los minerales son elementos inorgánicos (5) que cumplen un rol fundamental en la conservación de la homeostasis. El desbalance de estos en el organismo, produce pérdidas importantes en los diferentes sistemas productivos, ya que los camélidos son susceptibles a toda enfermedad por deficiencia de algún mineral (5). Estos minerales son clasificados en dos grupos por su necesidad para el organismo, Macrominerales (Ca, P, Mg) medidos en gramos/día y Microminerales (Zn, I, Cu) expresados en miligramos/día (5). De los minerales que participan en el funcionamiento orgánico, cabe destacar el calcio y el fósforo, cuyos excesos o deficiencias dan origen a diversas patologías, tales como: raquitismo, osteomalacia, hipocalcemia postparto, trastornos en la fertilidad, si bien las patologías indicadas precedentemente centran la atención por los signos que acompañan las bajas concentraciones plasmáticas de estos elementos también son capaces de limitar la productividad en forma inaparente y constante. Sin embargo, esta deficiencia se puede suplir mediante la suplementación de estos minerales de distinta manera

(28). Las publicaciones relacionadas con deficiencia de minerales en camélidos son escasas, pero basándose en experiencias clínicas, se asume que el proceso patológico en alpacas es similar a otras especies de rumiantes (5), sobre estas necesidades de minerales aún no están definidas siendo generados a partir de la extrapolación de las necesidades de minerales de ganado vacuno, ovino y caprino.

### **1.7.6 Fósforo (P)**

El fosfato se encuentra en un 90% en la matriz de los huesos como hidroxapatita. El 10% restante se encuentra intracelularmente en tejidos blandos. El fosfato es el mayor anión intracelular existente tanto en su forma orgánica (fosfolípidos, ácidos nucleicos, fosfoproteínas, moléculas transportadoras de energía como el ATP) o en su forma inorgánica (29). Tiene un rol integral en muchos procesos metabólicos como: metabolismo energético, integridad del sistema esquelético, entrega de  $O_2$  a los tejidos y contracción muscular. La concentración de éste mineral en el suero, depende de la absorción intestinal, su excreción urinaria, niveles de paratohormona, calcitonina y movilización de fósforo hacia los huesos.

#### ***Fuentes dietéticas***

- Roca fosfórica.
- Fosfato dicálcico.
- Harina de hueso (20-10%).
- Salvado de arroz.

La relación dietética Ca/P entre 1:1 y 2:1 es la ideal para el crecimiento y la formación ósea, ya que ésta es aproximadamente la proporción de los dos minerales en el hueso.

Así como con el calcio, la absorción del fósforo inorgánico es facilitado por la elevada acidez gástrica; así, entre más solubles sea la sal, mayor será la disponibilidad y absorción de fósforo.

### ***Síntomas de deficiencia***

- La anorexia.
- Produce un debilitamiento general.
- Pérdida de peso.
- Enflaquecimiento progresivo.
- Rigidez. Reducción en la producción de leche.
- Es muy típica la pica manifestada por el consumo de elementos extraños como madera, piedras, huesos en un intento de paliar la deficiencia.

El exceso de P provoca un hiperparatiroidismo secundario debido a una reacción en cadena del metabolismo de ambos minerales.

El aumento de la relación P/Ca hace que se reduzca la absorción de Ca, por tanto la hormona paratiroidea moviliza el Ca del hueso provocando su desmineralización. El esqueleto desmineralizado se sustituye por tejido conjuntivo.

Hay pocos estudios realizados para determinar los rangos referenciales de proteína y fósforo en sangre en camélidos sudamericanos, sin embargo de acuerdo a algunos autores estos varían de 5 a 11 mg/dl (10) para el caso de fósforo.

#### **1.7.7 Proteína total (PT)**

Las proteínas son constituyentes importantes de todas las células y los tejidos, sus sub unidades son los aminoácidos, las proteínas séricas totales están constituidas por albuminas y globulinas.

Las albuminas están en mayor concentración e intervienen en el transporte muchas moléculas y mantienen la presión oncótica de la sangre, es decir que impiden que el líquido se filtre a los tejidos.

Entre las diversas funciones que cumplen las proteínas plasmáticas se encuentran (30).

- ✓ Conservar la presión osmótica de la sangre (la albumina explica 75% de la presión osmótica del plasma)
- ✓ Formar una reserva de proteínas para la regeneración y el crecimiento de los tejidos.
- ✓ Actuar como amortiguadores del pH (más que a proteínas plasmáticas, este papel le corresponde a la hemoglobina).
- ✓ Servir de transporte para los lípidos y sustancias liposolubles (bilirrubina, vitamina A, D, E, hormonas esteroideas) Además, cerca de la mitad del calcio sanguíneo está unida a las proteínas.
- ✓ Actuar como agentes inmunológicos por ejemplo la globulina gamma.

Las proteínas plasmáticas constituyen alrededor el 7-9% de los solutos del plasma, la estructura es variable en relación a la concentración de las diferentes producciones que existe gran variabilidad, así por ejemplo en ovinos conejos, perros, cuyes la albumina predomina sobre las globulinas; mientras que en los caballos, cerdos y vacunos la albumina y la globulinas son iguales o tienden a predominar las globulinas (31). La albumina es la proteína que se sintetiza en mayor cantidad que en el hígado, la hipoalbuminemia puede resultar, por no tener una adecuada nutrición (síndrome de mala absorción).

Se determinaron concentraciones de proteínas plasmáticas en llamas procedentes del centro de experimentación “La Raya”, donde afirman que no hay influencia de edad y sexo (7.87 g /100 ml), sin embargo si hay diferencias entre razas. Los rangos referenciales varían de 5 a 8 mg/dl en el caso de proteínas totales (28).

### **1.7.8 Espectrofotometría**

La Espectrofotometría es una de las técnicas experimentales más utilizadas para la detección específica de moléculas. Se caracteriza por su precisión, sensibilidad y su aplicabilidad a moléculas de distinta naturaleza (contaminantes, biomoléculas, etc) y estado de agregación

(sólido, líquido, gas). Los fundamentos físico-químicos de la espectrofotometría son relativamente sencillos. Las moléculas pueden absorber energía luminosa y almacenarla en forma de energía interna. Esto permite que se inicien ciclos vitales de muchos organismos, entre ellos el de la fotosíntesis en plantas y bacterias. La absorción de luz en el ultravioleta cercano ( $\lambda$ 325-420 nm) y en el visible ( $\lambda$ 420-900 nm) son usadas para determinar ciertos rangos de metabolitos en laboratorio. Cuando una molécula absorbe un fotón en este intervalo espectral, se excita pasando un electrón de un orbital del estado fundamental a un orbital excitado de energía superior.

Como la energía se conserva, la diferencia de energía entre el estado fundamental de la molécula (A) y su estado excitado (A\*) debe ser exactamente igual a la energía del fotón. Es decir, una molécula sólo puede absorber fotones cuya energía  $h \times \nu$  sea igual a la energía de un estado molecular excitado. Cada molécula tiene una serie de estados excitados discretos (o bandas) que dependen de su estructura electrónica y que la distinguen del resto de moléculas. Como consecuencia, el espectro de absorción, es decir, la luz absorbida en función de la longitud de onda, constituye una verdadera señal de identidad de cada sustancia o molécula. Los espectros de absorción se miden mediante un instrumento denominado espectrómetro.

## **1.8 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS**

### **1.8.1 Alpaca Pre púber**

De acuerdo de Sumar y García (26), son consideradas alpacas pre púberes todos aquellos animales post destete hasta que alcancen la pubertad en un rango de 13 a 18 meses de edad.

### **1.8.2 Alpaca adulta**

De acuerdo de Sumar y García (26), son consideradas alpacas adultas todas aquellas que consideran tener mínimo 2 dientes a la inspección de cavidad bucal y que hayan tenido una cría.

### **1.8.3 Proteína total**

Las proteínas son constituyentes importantes de todas las células y los tejidos, sus sub unidades son los aminoácidos, las proteínas séricas totales están constituidas por albuminas y globulinas (30).

#### **1.8.4 Fósforo sérico**

Es la cantidad de fósforo inorgánico medido en miligramos por decilitro presente en suero sanguíneo y determinado por espectrofotometría (11).

#### **1.8.5 Época seca**

Es el periodo que comprende los meses de ausencia de lluvias, en el caso de las zonas altoandinas del Perú estos meses van de Mayo a Setiembre (4).

#### **1.8.6 Época húmeda**

Es el periodo que comprende los meses de abundancia de lluvias, en el caso de las zonas altoandinas del Perú estos meses van de Octubre a Abril (4).

### **1.9 FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS**

#### **1.9.1 Hipótesis de investigación**

Los niveles de proteína y fósforo en alpacas hembras pre púberes y adultas son menores en época seca que en época húmeda en Cerro de Pasco - 2018

#### **1.9.2 Hipótesis específicas**

- Los niveles de proteína total en alpacas hembras pre púberes son menores en época seca que en época húmeda.
- Los niveles de proteína total en alpacas hembras adultas son menores en época seca que en época húmeda en Cerro de Pasco - 2018.
- Los niveles de fósforo en alpacas hembras pre púberes son menores en época seca que en época húmeda en Cerro de Pasco - 2018.

- Los niveles de fósforo en alpacas hembras adultas son menores en época seca que en época húmeda en Cerro de Pasco – 2018.

## 1.10 VARIABLES

**Tabla 1: Operacionalización de variables**

<b>Variables</b>	<b>Tipo de variable</b>	<b>Definición conceptual</b>	<b>Dimensión</b>	<b>Indicador</b>	<b>Instrumento</b>	<b>Escala de medida</b>
<b>Niveles de proteína total</b>	Cuantitativa continua	Son constituyentes importantes de todas las células y los tejidos, sus sub unidades son los aminoácidos, las proteínas séricas totales están constituidas por albuminas y globulinas (Lynch, 1987).	Cantidad de Proteína Total en suero sanguíneo	Absorbancia	Espectrofotómetro	Cantidad de proteína total en mg/dl
<b>Niveles de fósforo</b>	Cuantitativa continua.	Concentración de fósforo inorgánico en suero sanguíneo (Ganohg, 2010).	Cantidad de Fósforo inorgánico en suero sanguíneo	Absorbancia	Espectrofotómetro	Cantidad de fósforo en mg/dl

## **CAPÍTULO II**

### **METODOLOGÍA**

#### **2.1 Método General**

Se aplicó el método científico basado en observaciones del comportamiento de las variables en base a un proceso metodológico para llegar a conclusiones lógicas.

#### **2.2 Tipo de Investigación**

Investigación Básica de orden transversal, prospectivo y observacional.

#### **2.3 Nivel de Investigación**

Descriptiva – No Experimental

#### **2.4 Diseño del Estudio**

**2.4.1 Diseño Descriptivo Simple.-** Se busca obtener información con respecto al objeto de investigación sin presentar la administración del control del tratamiento. Su estructura es:



#### **2.5 Métodos Específicos**

Se utilizó el método deductivo debido a que se realizó una caracterización de las variables y posteriormente se realizaron conjeturas o inferencias para determinar su comportamiento.

##### **2.5.1 Área de estudio**

La presente investigación se llevó a cabo en la Cooperativa Comunal “San Pedro de Racco”, Distrito de Simón Bolívar – Cerro de Pasco, ubicada a 4318 metros sobre el nivel del mar.

## **2.5.2 Determinación de los Niveles de Proteína Total**

### **a. Fase de Campo**

Se colectaron las muestras de 50 alpacas hembras adultas pertenecientes a majada en etapa de último tercio de gestación y en hembras pre púberes en etapa de destete. La toma de muestras en época seca se realizó en el mes de agosto y en época húmeda en el mes de febrero. Las muestras de sangre fueron recogidas en tubos vacutainer de la vena yugular a razón de 3 a 5 ml por cada animal. Las muestras una vez colectadas fueron almacenadas en cajas herméticas a 8 C° hasta su traslado al laboratorio. Se siguieron los protocolos de asepsia al momento de colectar la muestra cuidando la integridad del animal.

### **b. Fase de laboratorio**

Las muestras colectadas fueron centrifugadas a 3000 rpm (revoluciones por minuto) por 15 minutos para separar el suero sanguíneo. Se colectó el suero en viales y fueron congeladas a -20 C° para su análisis. La determinación de Proteína Total (PT) se realizó por espectrofotometría UV. Se utilizó un kit comercial Valtek®. Se aplicó el método de Biuret que consiste en que los enlaces peptídicos de las proteínas reaccionan con el ión cúprico, en medio alcalino, para dar un complejo color violeta con máximo de absorción a 540 nm. El color formado se mide colorimétricamente, siendo proporcional a la cantidad de proteína presente en la muestra.

## **2.5.3 Determinación de los Niveles de Fósforo**

### **a. Fase de Campo**

Se colectaron las muestras de 50 alpacas hembras adultas pertenecientes a majada en etapa de último tercio de gestación y en hembras pre púberes en etapa de destete. La toma de muestras en época seca se realizó en el mes de agosto y en época húmeda en el mes de febrero. Las muestras de sangre fueron recogidas en tubos vacutainer de la vena yugular a razón de 3 a 5 ml

por cada animal. Las muestras una vez colectadas fueron almacenadas en cajas herméticas a 8 C° hasta su traslado al laboratorio. Se siguieron los protocolos de asepsia al momento de colectar la muestra cuidando la integridad del animal.

#### **b. Fase de laboratorio**

Las muestras colectadas fueron centrifugadas a 3000 rpm (revoluciones por minuto) por 15 minutos para separar el suero sanguíneo. Se colectó el suero en viales y fueron congeladas a -20 C° para su análisis. La determinación de Fósforo (P) se realizó por espectrofotometría UV. Se utilizó un kit comercial Valtek®. La mayoría de los métodos para la determinación de fósforo inorgánico se basan en la formación de fosfomolibdato de amonio, y en su posterior reducción a azul de molibdeno. El método Valtek®, se basa en la proposición de Daly y Ertingshausen y la modificación de Wang. La formación del complejo fosfomolibdico no reducido se mide a 340 nm, y la absorbancia obtenida es directamente proporcional a la concentración de fósforo inorgánico presente en la muestra.

#### **2.5.4 Análisis estadístico**

Los parámetros medidos fueron analizados en base a una estadística descriptiva. Se realizó un aprueba de normalidad para observar la distribución de los datos. El efecto de los factores (época – etapa de producción) sobre las variables en estudio (fósforo – proteína total) fue analizada mediante un diseño completamente al azar con arreglo factorial 2 x 2. La comparación de medias se realizó con una prueba de DLS. El paquete estadístico que se utilizó fue el SAS 9.0.

#### **2.5.5 Población y Muestra**

La población de alpacas hembras adultas pertenecientes a la Cooperativa comunal San Pedro de Racco, es de 837 animales de la raza Huacaya, mientras que la población de hembras pre púberes es de 680 y son las que conformaron las unidades potenciales de evaluación.

### **Criterios de Inclusión**

- ✓ Alpacas hembras adultas pertenecientes a majada de por lo menos un parto previo que pastorean en un pastizal en común.
- ✓ Alpacas hembras pre púberes destetadas pertenecientes a majada que pastorean en un pastizal en común.

### **Criterios de Exclusión**

- Alpacas tuis menor machos.
- Alpacas tuis mayor machos y hembras.
- Alpacas hembras primerizas de un año de edad.
- Alpacas hembras adultas de dos años de edad.
- Alpacas adultos machos.
- Alpacas de la raza Suri.

### **2.5.6 Muestra**

La muestra fue tomada de la población de hembras adultas y de hembras pre púberes materia de estudio y fueron escogidos al azar, para lo cual se utilizó la siguiente fórmula para determinar el tamaño de muestra en una población conocida o finita.

$$n = \frac{N * p * q * (Z_{\alpha/2})^2}{e^2(N - 1) + p * q * (Z_{\alpha/2})^2}$$

Dónde:

N = Total de la población (837 animales adultos) (680 hembras pre púberes)

Z $\alpha$ = Confianza del 95%

p = 0.5

$$q = 0.5$$

d = precisión 10%

$$n = \frac{837 * 1.96^2 * 0.5 * 0.5}{0.10^2(837 - 1) + 1.96^2 * 0.5 * 0.5} = 86.24 \text{ hembras adultas}$$

$$n = \frac{680 * 1.96^2 * 0.5 * 0.5}{0.10^2(680 - 1) + 1.96^2 * 0.5 * 0.5} = 84.26 \text{ hembras prepúberes}$$

La muestra de animales corresponde a 86 alpacas para hembras adultas y 84 alpacas para hembras pre púberes, sin embargo, se utilizaron 100 animales en ambos casos debido a la petición de la institución y para darle mayor poder estadístico a la investigación.

### **2.5.7 Técnicas de recolección de datos**

Los metabolitos evaluados (proteína total y fósforo en suero sanguíneo) cuyos datos fueron recolectados en fichas de control y registro previamente elaboradas. La colecta de datos se realizó en dos épocas y en dos etapas de producción de alpacas. Se identificaron a los animales seleccionados al azar con números en la región costal por etapa de producción (prepúberes y adultas) y por época (seca y húmeda). La filiación de tubos vacutainer se hizo de acuerdo al número de animal identificado. Con el mismo número ingresaron a ser evaluadas en laboratorio. En las fichas de control y registro además se realizó la filiación de las absorbancias para los metabolitos evaluados y por duplicado, se descartaron las muestras que eventualmente no cumplieron con los estándares respectivos. Una vez obtenidas las absorbancias se estimaron las concentraciones de proteína total y fósforo de acuerdo a los métodos descritos en la sección de metodología, estos también fueron recabados en las hojas de registro y control.

## CAPÍTULO III

### RESULTADOS

#### 3.1 Estadística Descriptiva Para Niveles de Proteína Total

**Tabla 2:** Estadística descriptiva y rango de referencia para las concentraciones de Proteína Total (g/dl) en sangre por época y por etapa de producción en alpacas hembras en Cerro de Pasco.

Estadígrafo	Época Seca		Época Húmeda		Rango de referencia*
	Púberes	Adultas	Púberes	Adultas	
<b>N</b>	50	50	50	50	
<b>Máximo</b>	10.69	10.64	11.09	11.0	
<b>Mínimo</b>	4.17	5.17	5.01	5.06	
<b>Media</b>	6.18	7.46	7.83	8.15	<b>5 – 8 mg/dl</b>
<b>DE</b>	1.40	1.46	1.21	1.45	
<b>Mediana</b>	6.10	7.59	8.08	8.34	
<b>Moda</b>	6.36	8.27	8.35	6.31	

**DE:** Desviación Estándar

\*Rango referencial propuesto para alpacas Simons *et al* (32)

La tabla N° 2 muestra la estadística descriptiva que corresponde a las concentraciones evaluadas de proteína total (g/dl) en 50 alpacas hembras en dos categorías y en dos épocas. Las medias o promedios de acuerdo al factor época y etapa de producción van de 6.18 a 8.15 g/dl, este rango pertenece a 200 animales. El valor máximo que se observa es 11.09 g/dl y el valor mínimo 4.17 g/dl que denota la variabilidad entre los animales evaluados probablemente entre épocas y entre etapas de producción. La desviación estándar evidencia valores dese 1.21 a 1.46 g/dl que denota el grado de dispersión entre el valor máximo y el mínimo. Se puede apreciar que la mediana y moda para este metabolito evaluado es variable. Por último, se presenta el rango de referencia para la especie y para el metabolito evaluado siendo el rango de 5 a 8 g/dl.

### 3.2 Estadística Descriptiva Para Niveles de Fósforo

**Tabla 3:** Estadística descriptiva y rango de referencia para las concentraciones de Fósforo (mg/dl) en sangre por época y por etapa de producción en alpacas hembras en Cerro de Pasco.

Estadígrafo	Época Seca		Época Húmeda		Rango de referencia*
	Púberes	Adultas	Púberes	Adultas	
<b>N</b>	50	50	50	50	
<b>Máximo</b>	9.82	9.45	11.02	11.35	
<b>Mínimo</b>	4.11	4.32	3.25	5.14	<b>5 - 11.5</b>
<b>Media</b>	6.01	7.27	7.39	7.96	<b>mg/dl</b>
<b>DE</b>	1.27	1.41	1.75	1.49	
<b>Mediana</b>	5.83	7.31	7.68	8.19	
<b>Moda</b>	7.11	7.25	9.32	6.14	

**DE:** Desviación Estándar

\*Rango referencial propuesto para alpacas Van Saun y Herdt (33)

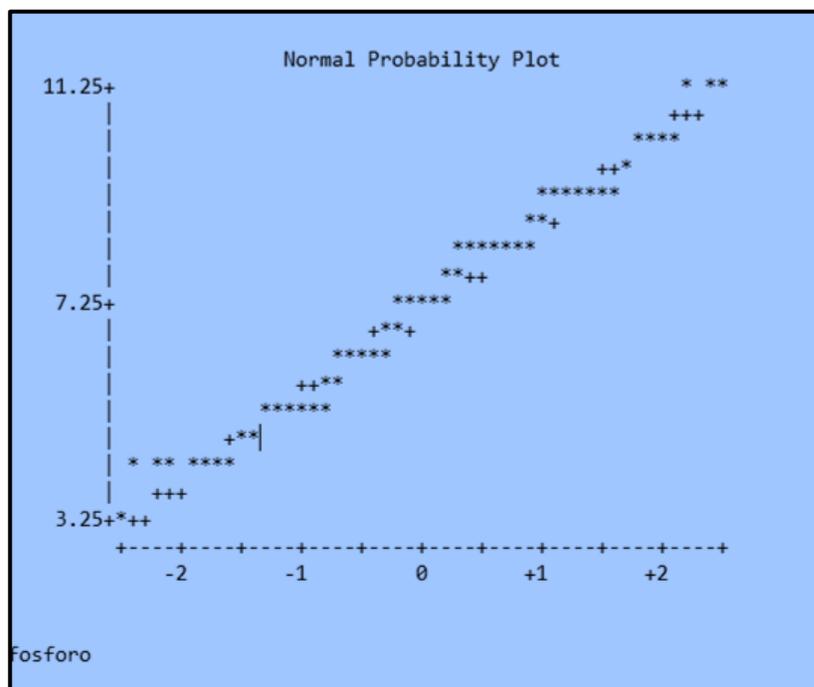
La tabla N° 3 muestra la estadística descriptiva que corresponde a las concentraciones evaluadas de fósforo en suero sanguíneo (mg/dl). El número de animales fue 50 alpacas hembras en dos categorías y en dos épocas. En total esta descripción estadística básica pertenece a 200 animales. Las medias o promedios de acuerdo al factor época y etapa de producción van de 6.01 a 7.96 mg/dl, este rango pertenece a 200 animales. El valor máximo que se observa es 11.35 mg/dl y el valor mínimo 3.25 mg/dl que denota la variabilidad entre los animales evaluados probablemente entre épocas y entre etapas de producción. La desviación estándar evidencia valores dese 1.27 a 1.75 mg/dl que denota el grado de dispersión entre el valor máximo y el mínimo. Se puede apreciar que la mediana y moda para este metabolito evaluado también son variables. Por último, se presentan los valores referenciales para la especie y para el metabolito evaluado siendo el rango de 5 a 11.5 mg/dl.

### 3.3 Pruebas de Normalidad de los Datos

**Tabla 4:** Tests de normalidad para valores de Proteína Total en alpacas hembras en Cerro de Pasco

Tests de Normalidad				
Test	Estadístico		p valor	
Shapiro-Wilk	W	0.982344	Pr < W	0.0129
Kolmogorov-Smirnov	D	0.087052	Pr > D	<0.0100
Cramer-von Mises	W-Sq	0.226884	Pr > W-Sq	<0.0050
Anderson-Darling	A-Sq	1.180117	Pr > A-Sq	<0.0050

La tabla N° 4 evidencia el test de normalidad para los datos de proteína total y que pertenece a 200 animales evaluados en dos épocas y en dos etapas de producción. Se puede apreciar que el test muestra una distribución normal, en consecuencia, el tamaño de muestra es adecuada para la evaluación de las concentraciones de proteína total dándole confiabilidad al estudio.



**Figura 2:** Distribución gráfica de la normalidad de los datos correspondientes a las concentraciones de Fósforo en alpacas hembras en Cerro de Pasco.

La figura N° 2 muestra la distribución gráfica perteneciente a las concentraciones de fósforo. Se puede apreciar que los datos siguen una distribución normal en consecuencia el tamaño de muestra es adecuada para la evaluación de las concentraciones de fósforo brindando confiabilidad al estudio.

### 3.4 Efectos Simples del Factor Época y Etapa de Producción

**Tabla 5:** Concentraciones de Proteína Total (g/dl) y de Fósforo (mg/dl) en alpacas hembras en Cerro de Pasco. Se considera los efectos simples del factor época.

Metabolito	Época	
	Seca	Húmeda
N	100	100
Proteína Total	6.82 ± 1.56 <sup>b</sup>	7.99 ± 1.34 <sup>a</sup>
Fósforo	6.64 ± 1.48 <sup>b</sup>	7.68 ± 1.64 <sup>a</sup>

Letras diferentes en cada fila revelan diferencias entre épocas (p<0.05).

Se observaron diferencias significativas (p<0.05) con respecto a las concentraciones de fósforo y de proteína total cuando se evaluaron estos metabolitos considerando el factor época (tabla N° 5). Las concentraciones de fósforo y de proteína total fueron mayores, 7.68 mg/dl y 7.99 g/dl comparado con 6.64 mg/dl y 6.82 g/dl. El total de animales evaluados en cada época fue de 100 alpacas hembras

**Tabla 6:** Concentraciones de Proteína Total (g/dl) y de Fósforo (mg/dl) en alpacas hembras en Cerro de Pasco. Se considera los efectos simples del factor etapa de producción.

Metabolito	Etapa	
	Púberes	Adultas
N	100	100
Proteína Total	7.00 ± 1.54 <sup>b</sup>	7.81 ± 1.49 <sup>a</sup>
Fósforo	6.70 ± 1.67 <sup>b</sup>	7.62 ± 1.48 <sup>a</sup>

Letras diferentes en cada fila revelan diferencias entre etapas de producción (p<0.05).

Se observaron diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) con respecto a las concentraciones de fósforo y de proteína total cuando se evaluaron estos metabolitos considerando el factor etapa de producción (tabla N° 6). Las concentraciones de fósforo y de proteína total fueron mayores, 7.62 mg/dl y 7.81 g/dl comparado con 6.70 mg/dl y 7.00 g/dl. El total de animales evaluados por cada etapa productiva fue de 100 alpacas hembras

### 3.5 Efectos de la Interacción de los Dos Factores Sobre las Variables Evaluadas

**Tabla 7:** Concentraciones de Proteína Total (g/dl) y de Fósforo (mg/dl) en alpacas hembras en Cerro de Pasco. Se considera los efectos dobles de los factores etapa de producción y época.

Metabolito	Época Seca		Época Húmeda	
	Púberes	Adultas	Púberes	Adultas
N	50	50	50	50
<b>Proteína Total</b>	6.18 ± 1.40 <sup>c</sup>	7.46 ± 1.46 <sup>b</sup>	7.83 ± 1.21 <sup>ab</sup>	8.15 ± 1.45 <sup>a</sup>
<b>Fósforo</b>	6.01 ± 1.27 <sup>c</sup>	7.27 ± 1.41 <sup>b</sup>	7.39 ± 1.75 <sup>ab</sup>	7.96 ± 1.49 <sup>a</sup>

Letras diferentes en cada fila revelan diferencias entre los factores evaluados ( $p < 0.05$ ).

Las concentraciones de fósforo (mg/dl) y proteína total (g/dl) medidas en ambas épocas y por etapa de producción (efectos de los dos factores) se muestran en la tabla número 6. Las alpacas adultas en época húmeda mostraron las concentraciones más altas ( $p < 0.05$ ) de proteína total y de fósforo medidos en suero sanguíneo, de igual manera los segundos valores más altos encontrados con respecto a los metabolitos evaluados ( $p < 0.05$ ) se presentan en alpacas púberes y en época húmeda. Los valores más bajos encontrados se evidencian en época seca y en animales púberes para ambos metabolitos, probablemente el efecto de ambos factores incide en la respuesta.

## CAPÍTULO IV

### ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

El presente estudio tuvo como objetivo principal determinar las concentraciones de proteína total y fósforo en etapas críticas en la producción de alpacas Van Saun (34) dentro de los cuales podemos mencionar al último tercio de gestación en alpacas adultas que empieza en plena época seca seguida con el inicio de lluvias, la etapa de destete en alpacas hembras jóvenes que también se realiza en plena época seca, las estación reproductiva en época de lluvias en las cuales las alpacas ingresan en una etapa donde fisiológicamente se confluyen varios eventos como la parición, lactación, el inmediato empadre y la necesidad alta de las células endometriales por acelerar la involución uterina en menos de 20 días, los ovarios que requieren recuperarse después de una larga gestación con necesidades además de producción de hormonas para una nueva gestación y por ultimo las necesidades propias del animal para mantener sus funciones básicas. La otra etapa importante en hembras jóvenes en época húmeda es la necesidad de los ganaderos de que sus animales estén aptos para el empadre con el peso adecuado no menor a 34 kg, San Martín (4), sin embargo, muchos animales no llegan a cumplir este requerimiento por lo que los productores se ven forzados a esperar una año adicional para el empadre de estos animales jóvenes asumiendo las consecuencias económicas de mantener animales sin preñez. Todos los factores antes mencionados en las diferentes etapas de producción en alpacas hembras evidencian una alta necesidad de estimar metabolitos de importancia que desde un punto de vista de los antecedentes son considerados deficientes a lo largo de la historia en zonas alto andinas como es el caso del fosforo y otro que desempeñan funciones vitales en el organismo del animal, por lo tanto permitan evaluar el estado nutricional de los animales y lo más importante permitan implementar estrategias de manejo alimenticio y manejo productivo en

orden de mejorar los parámetros productivos y en consecuencia el estatus económico de un sector ganadero de subsistencia.

En ese sentido, la estadística descriptiva mostrada en la tabla 2, muestra los promedios de los niveles de proteína total considerando al factor época y etapa de producción; los valores más altos se evidencian en época húmeda y en adultas, los segundos valores más altos pertenecen a las alpacas púberes también en época húmeda. Estos promedios fluctúan entre 6.18 a 8.15 g/dl. Cuando observamos los valores máximos y mínimos encontramos rangos entre 4.17 a 11.0 g/dl. Tanto los valores máximos, mínimos y el promedio están dentro de los rangos reportados en otros estudios realizados en otras especies como ovinos y bovinos Kraft (35). Nuestros valores coinciden con lo encontrado por Oeverman et al (36) en un estudio reportado en llamas y alpacas. También muestras rangos similares con los reportados en alpacas en un estudio realizado en la universidad de Cornell en Estados Unidos, Dominic et al (37), sin embargo hay que considerar los efectos inherentes a la época, etapa de producción y la metodología usada en laboratorio. En este estudio además se encontraron rangos de proteína total ligeramente superiores a los reportados en vicuñas por Siguas y Olazabal (19) donde el promedio está entre 5.59 g/dl en alpacas hembras, sin embargo en otro estudio realizado en vicuñas por Sánchez Araujo et al (21), donde los niveles de proteína reportados son mayores a los reportados en el presente estudio con una media de 9.19 g/dl, es preciso mencionar que factores no evaluados como época y etapa de producción y la interacción entre ellas pueden estar afectando la respuesta, a esto sumarle la parte procedimental en laboratorio. Por último de los resultados reportados en la tabla 2 hacen un comparativo con los rangos de referencia propuestos por Simons et al (32) para la especie y para el metabolito evaluado. Se observa que los promedios están dentro del rango de referencia con una variación superior ligera para la media encontrada en época húmeda y en adultas. Hay valores mínimos por debajo de los valores referenciales y

valores máximos por encima de este rango de referencia lo que demuestra en primer lugar la alta variabilidad entre los animales con respecto a este metabolito y en el caso de los animales que están por debajo del rango referencial, probablemente estarían en deficiencia o el aporte de la dieta no está cumpliendo con el requerimiento en las etapas evaluadas; con respecto a los animales que presentan valores por encima al rango de referencia, probablemente se deba a las diferencias en el metabolismo reportado como muy diferente en camélidos comparados con otras especies no siguiendo un patrón de uso de nutrientes normal de acuerdo a las necesidades metabólicas de las alpacas.

La tabla 3, muestra el perfil de las concentraciones de fósforo en base a una estadística descriptiva, se considera el factor época y etapa de producción; los valores más altos se evidencian en época húmeda y en adultas, los segundos valores más altos pertenecen a las alpacas púberes también en época húmeda. Estos promedios fluctúan entre 6.01 a 7.96 mg/dl. Al evaluar los valores máximos y mínimos encontramos rangos entre 3.25 a 11.35 mg/dl. Estos valores están dentro del rango reportado en otro estudio realizado en Cerro de Pasco con respecto a este metabolito siendo el promedio 8.25 mg/dl, Quispe et al (11). Estos rangos generales también son similares a los reportados en un estudio realizado por Dominic et al (37) en Estados Unidos; Marin et al (18) en un estudio en llamas realizado en Ju Juy Argentina. Por último, en el presente estudio se encontraron rangos similares a los reportados por Quispe (38) en alpacas en época seca desarrollado en Huancavelica. Cuando comparamos los resultados obtenidos con los rangos de referencia reportados para la especie propuestos por Van Saun y Herdt, (33), encontramos datos por debajo del rango mínimo (5 mg/dl) lo que podría estar demostrando que ciertos animales pueden estar en deficiencia de fosforo y en consecuencia estar afectando indirectamente algunos parámetros productivos y reproductivos. No hay valores más altos encontrados en el presente estudio comparados con el rango de referencia propuesto para

la especie. Los valores presentados en el presente estudio probablemente están siendo afectados por factores como clima, manejo, etapa de producción, sanidad y adaptaciones metabólicas y fisiológicas propias del animal Van Saun (5).

En la tabla 4 y figura 2 se muestran las pruebas de normalidad realizadas a los datos de proteína total y de fósforo, ambos grupos de datos siguen una distribución normal, esta distribución de datos proceden de una muestra de 50 observaciones. Cuando comparamos el número de animales muestreados en el presente estudio con lo medido por Quispe (38) donde se midieron 30 animales y con lo reportado por Dominic et al (37) donde se evaluaron 74 animales entre machos y hembras; podemos mencionar que el número de animales usados se encuentran dentro de los estándares científicos, igual que otras publicaciones en el tema.

Cuando se interpretan los datos considerando la época, ambos metabolitos evaluados presentan un incremento de sus concentraciones en época húmeda sobre la época seca ( $p < 0.05$ ); metabolitos en camélidos evaluados por época también muestran ligeras ventajas respecto de la época seca en animales evaluados por Siguas et al (39), esto probablemente debido a la mayor calidad de dieta influenciada por la época de lluvias. A pesar de esto en el presente estudio se encontraron animales cuyos niveles están por debajo del rango de referencia propuesto para la especie sobre todo en animales jóvenes. Esto hace suponer que a pesar de la mejora en la calidad de la dieta en época de lluvias la oferta alimenticia no logra cubrir del todo los requerimientos de las alpacas en esta época.

En el presente estudio las alpacas consideradas adultas presentan mayores concentraciones de fósforo y proteína total comparadas con las alpacas jóvenes, este patrón no coincide con lo hallado por Flores et al (40) con respecto a la proteína total siendo los valores más altos en alpacas jóvenes comparado con alpacas adultas. No hay estudios comparativos con respecto a la etapa de producción para el caso del fósforo. Los animales en crecimiento tienen un

requerimiento más alto debido a su alta tasa metabólica y probablemente el flujo de nutrientes en mayor, sin embargo las menores concentraciones de los metabolitos medidos en el presente estudio pudiera ser producto de las deficiencias de proteína y fosforo en la dieta de estos animales en ambas épocas.

Las concentraciones de proteína total son mayores siempre en alpacas adultas en ambas épocas. El mismo patrón se evidencia para el caso de las concentraciones de fósforo. Al comparar las concentraciones de ambos metabolitos considerando la etapa de adultas y la época hay diferencias significativas a favor de las alpacas adultas en época húmeda. La mayor disponibilidad de forraje y en consecuencia el incremento de proteína y de minerales pueden ser factores que afectan los mayores niveles de estos metabolitos. Ambos pueden ser considerados indicadores del estatus nutricional en épocas o momentos críticos en la producción de alpacas. Aún hay pocos estudios en alpacas que consideren el efecto de factores que tengan influencia sobre algunos metabolitos de importancia nutricional. No hay estudios comparativos que permitan asumir ciertas posiciones teóricas con respecto a los metabolitos evaluados.

## **CAPÍTULO V**

### **CONCLUSIONES**

1. Los niveles de proteína total y de fósforo son mayores en época húmeda y en alpacas adultas comparadas con la época seca y en alpacas pre púberes en Cerro de Pasco - 2018.
2. Hay influencia del factor época debido a que los metabolitos evaluados fueron mayores en época húmeda en general frente a la época seca en Cerro de Pasco.
3. Hay influencia de la etapa de producción debido a que los metabolitos evaluados fueron mayores en alpacas adultas en general comparadas con alpacas jóvenes.
4. Hay influencia de la interacción de la época y la etapa de producción debido a que siempre los niveles de los metabolitos evaluados fueron mayores dentro de la época húmeda y siempre fueron mayores en alpacas adultas.
5. Hay presencia de animales cuyos niveles de proteína y de fósforo están por debajo de los rangos de referencia lo que probablemente estaría indicando estados de deficiencia de fósforo y de proteína en la dieta.
6. Los niveles de proteína total y de fósforo están dentro de los rangos de referencia propuestos para la especie.

## **CAPÍTULO VI**

### **RECOMENDACIONES**

1. Realizar trabajos de investigación donde se evalúen íntegramente el estatus de proteína y de fósforo que involucre la interrelación suelo – planta - animal
2. Analizar metabolitos de importancia considerando la influencia de diferentes factores.
3. Hacer un estudio comparativo entre especies de camélidos con respecto a la bioquímica sanguínea debido a la alta variabilidad en la respuesta interespecie.

## CAPÍTULO VII

### BIBLIOGRAFÍA

1. Ramírez A. Colibacilosis entérica en crías de Alpacas. En: Avances sobre Investigación Salud Animal Camélidos Sudamericanos. Bol. Div. N° 23. 64 p. UNMSM. 1990.
2. More J, Manchego A, Sandoval N, Ramirez M, Rivera H. Detección genómica y expresión de péptidos antimicrobianos ( $\alpha$ - y  $\beta$ - defensinas) en mucosa intestinal de crías de alpaca (*Vicugna pacos*). Rev Inv. Vet. Perú 22: 324-335. doi: 10.15381/rivep.v22i4.332. 2011.
3. Anderson D. Liver disease in camelids. The Ohio State University - USA. 2002. Disponible en: <http://www.rmla.com/LiverDisease.htm>.
4. San Martín, F. Nutrición de camélidos sudamericanos y su relación con la reproducción. Rev. Argentina de Producción Animal, 16(4):305-312. 1996.
5. Van Saun, R. Nutritional diseases of South American camelids. Small Ruminant Research 61, 153–164. 2006.
6. CENAGRO. Censo Nacional Agropecuario. Instituto Nacional de Estadística e Informática. Perú. 2012.
7. San Martín, F. Adaptación nutricional y metabólica de los Camélidos Sudamericanos. VII Congreso Mundial de Camélidos Sudamericanos. Puno – Perú. 2015.
8. Vaughan, J y Tibary, A. Reproduction in female South American camelids: a review and clinical observations. Small Ruminant Research; 61:259–81. 2006.

9. Quispe, C; Flores, E y Ñaupari, J. Selectividad y composición química de las dietas de alpacas y ovinos bajo pastoreo mixto. Resumen de VII Congreso Mundial de Camélidos Sudamericanos, Puno – Perú. 2015.
10. Van Saun, R. Nutritional Requirements: Llama and alpaca Care. Chapter 9. Nutrition. 2014.
11. Quispe C.E., Ancco E., Van Saun R., Gomez C. Blood levels of phosphorus in pubescent alpaca (*vicugna pacos*) and the effect of dietary phosphorus on growth of female alpacas post weaning in Peruvian Andes. 7 th European Symposium on South American Camelids and 3 rd European Meeting on Fibre Animals. Assisi, Italy. 2017
12. Flores, E. Utilización de Pastizales. En: Avances y Perspectivas del Conocimiento de los Camélidos sudamericanos. Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe pp. 192-211. 1991.
13. Sergio Flores N, Olga Li E, César Gavidia C, Luis Hoyos S, Manuel Barrios-Arpi. Determinación del Perfil Bioquímico Sanguíneo Hepático y Renal en Alpacas (*Vicugna pacos*) Aparentemente Normales. Rev Inv Vet Perú; 27(1): 196-203. 2016
14. Toral C. Determinación de macro y micro minerales en suero sanguíneo de alpacas, en la comunidad de Guangaje, Cantón Pujilí. Tesis para optar el Título de Médico Veterinario y Zootecnista. Universidad Técnica De Cotopaxi Unidad Académica De Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales. Ecuador. 2011.
15. Rosales A, Valdivia R, Clavo N. El calcio y fósforo en la nutrición de los camelidos sudamericanos. Centro de Investigaciones Instituto Veterinario de Investigaciones Tropicales y de Altura (IVITA). Universidad Nacional Mayor de San Marcos. 1980.

16. Escalante L. “Valores hematológicos, bioquímicos sanguíneos y urinarios en crías de alpacas Huacaya (*Vicugna pacos*) menores de dos meses” Tesis para optar el Título de Médico Veterinario y Zootecnista. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Nacional del Altiplano. 2017.
17. Quispe, A. Principales Componentes Bioquímicos de la sangre de Alpaca Huacaya macho Alimentadas con pastos naturales y cultivados. Facultad de Medicina veterinaria y Zootecnia. UNA Puno. 1988.
18. Marin R, Medina O, Corregidor P. Valores De Calcio, Fosforo, Magnesio y Proteínas En Suero De Llamas (*Lama Glama*) De La Provincia De Jujuy. Universidad Nacional de Jujuy. 2016.
19. Sigwas, O. y J. Olazábal. Perfil Sanguíneo De Vicuñas Del Cidcs Lachocc Huancavelica *Arch. Zootec. 57 (217): 87-90. 2008*
20. Quispe E, Serrano L, Bartolomé J, Hernandez M, Alvarez L, Contreras J, Ventura C, Paucar R. Suplementación de fósforo: ¿Afecta el crecimiento de fibra en alpacas?. VII Encuentro Científico Internacional del Norte. 2016.
21. Sánchez Araujo, V., Chavez Araujo, E, Paucar Chanca, R, López Villar, J y Cordova Romero, J. Perfil sanguíneo de la vicuña (*vicugna vicugna*) en condiciones de cautiverio en Huancavelica, Perú. *Arch. Zootec. 60 (229): 141-143. 2011.*
22. Butler WR. Nutritional interactions with reproductive performance in dairy cattle. *Anim Reprod Sci;60–61:449–57. 2000.*
23. Westwood, C.T., Lean, I.J., Kellaway, R.C., Indications and implications for testing of milk urea in dairy cattle: a quantitative review Part 2. Effect of dietary protein on reproductive performance. *N. Z. Vet. J. 46, 123–140. 1998.*

24. San Martin, F, Bryant, FC. Nutrition of domesticated South American llamas and alpacas. *Small Ruminant Research* 2, 191-216. 1989.
25. Fowler, M. *Medicine and surgery of Camelids Book*. Third edition. Wiley – Blackwell, Publication. 2010.
26. Sumar, J; García, M. *Fisiología de reproducción de la alpaca*. Instituto de Investigaciones Tropicales y de Altura (IVITA), Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú. 1986.
27. Bustinza, J, Matusita, A. y Gallegos, M. Contribución al patrón embrionario de la alpaca. *Anales de la primera Convención de Camélidos Sudamericanos Puno Perú*. 1979.
28. Van Saun, R. Effect of nutrition on reproduction in llamas and alpacas. *Theriogenology* 70. 508–514. 2008.
29. Benjamín M. *Manual de patología clínica veterinaria*. México: Ed. Limusa. 421 p. 1991.
30. Vallenas, A. Las proteínas totales y fraccionadas del suero sanguíneo de alpacas, algunas variaciones fisiológicas. *Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria U.N.M.S.M.* Vol. XII. Las Palmas Barranco, Lima - Perú. 1967.
31. Garnica, J. *Proteínas, lípidos y glúcidos en suero sanguíneo de llamas Tesis UNA Puno – Perú*. 1978.
32. Simons D, Waldron L y Hennessy DP. Clinical biochemical reference ranges for female alpacas (*Lama pacos*). *Comp. Biochem. Physiol* Vol. 105B, Nos 3/4, pp. 603-4508, 1993.
33. Van Saun R y Herdt T. *Llama y Alpaca Care Book*. Nutritional assessment. 2014. Chapter 12. p 115.
34. Van Saun R. Nutrient requirements of South American camelids: A factorial approach. 2006. *Small Ruminant Research*, Volume 61, Issues 2-3, Pages 165-186.

35. Kraft, H. Métodos de Laboratorio Clínico en Medicina Veterinaria de Mamíferos Domésticos. Edit. Acribia. Zaragoza – España. 1998.
36. Oevermann A, Pfyffer G, Zanolari P, Meylan M y Robert N. Generalized tuberculosis in llamas (*Lama glama*) due to *Mycobacterium microti*. J. Clin. Microbiol., 4: 1818-1821. 2004.
37. Dominic R, Dawson J. De Francisco S, Mix D, Stokol T. Reference intervals for biochemical analytes in serum and heparinized plasma and serum protein fractions in adult alpacas (*Vicugna pacos*). Veterinary Clinical Pathology ISSN 0275-6382. 2011.
38. Quispe C. Estatus mineral de ca y p en alpacas (*vicugna pacos*) hembras durante la estación de verano. Tesis para optar el título de ingeniero zootecnista. Facultad De Ciencias De Ingeniería Escuela Profesional De Zootecnia, Universidad Nacional de Huancavelica. 2016.
39. Siguas O, Páucar R, Olazábal J, San Martín F. Valores bioquímicos sanguíneos en alpacas en dos épocas del año en condiciones de Huancavelica: aportes al perfil metabólico de la especie. 2007.  
[http://www.produccionbovina.com.ar/produccion\\_de\\_camelidos/147](http://www.produccionbovina.com.ar/produccion_de_camelidos/147) .
40. Flores S, Li E, Gavidia C, Hoyos L, Barrios-Arpi M. Determinación del perfil bioquímico sanguíneo hepático y renal en alpacas (*Lama pacos*) aparentemente normales. 2016. Rev Inv Vet Perú ; 27(1): 196-203  
<http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v27i1.11445>.

## CAPÍTULO VIII

### ANEXOS

#### Anexo N° 1. Ficha de filiación para los niveles de Proteína Total

<b>Animales, Muestras de suero</b>	<b>Promedio de absorbancias</b>	<b>Absorbancias - blanco</b>	<b>PT (mg/dl)</b>	<b>Observaciones</b>
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
.				
.				
.				
.				
.				
.				
.				
.				
.				
50				

**Anexo N° 2. Ficha de filiación para los niveles de Fósforo sérico**

<b>Animales</b>	<b>Promedio de absorbancias</b>	<b>Absorbancias - blanco</b>	<b>P (mg/dl)</b>	<b>Observaciones</b>
<b>1</b>				
<b>2</b>				
<b>3</b>				
<b>4</b>				
<b>5</b>				
<b>6</b>				
<b>7</b>				
<b>8</b>				
<b>9</b>				
<b>10</b>				
<b>11</b>				
<b>12</b>				
<b>13</b>				
<b>14</b>				
<b>15</b>				
<b>.</b>				
<b>50</b>				

### Anexo N° 3. Concentraciones de Fósforo

N°	Época Seca		Época Húmeda	
	Púberes	Adultas	Púberes	Adultas
1	7.11	6.36	9.32	8.64
2	6.32	8.36	5.36	7.31
3	6.39	9.15	7.28	6.31
4	7.25	8.32	9.32	8.31
5	5.69	6.32	5.25	6.35
6	7.01	5.14	8.15	5.97
7	5.64	8.06	8.01	9.14
8	6.21	7.25	7.25	11.06
9	5.22	6.39	8.25	8.47
10	7.89	9.31	7.19	10.31
11	5.21	5.48	6.35	7.58
12	4.31	7.26	8.32	9.14
13	7.15	5.01	7.19	10.36
14	4.36	7.58	9.15	7.35
15	4.98	7.98	10.25	6.14
16	4.7	7.02	8.26	8.24
17	5.33	6.32	9.36	8.15
18	4.11	7.49	5.26	8.14
19	5.77	9.38	8.36	7.94
20	6.31	9.04	4.51	6.14
21	8.07	5.26	3.25	8.46
22	9.82	8.32	5.64	7.14
23	5.64	5.36	8.15	6.14
24	4.77	9.36	6.32	5.89
25	5.33	8.15	5.89	9.47
26	6.07	7.25	9.14	9.47
27	5.88	6.31	11.02	10.45
28	6.43	8.47	5.36	6.14
29	7.26	7.98	7.02	8.25
30	5.44	6.15	6.54	8.36
31	6.33	8.14	8.36	5.14
32	5.17	7.25	4.32	7.14
33	5.07	4.32	8.36	7.25
34	8.04	6.06	9.02	8.25
35	7.11	8.25	7.25	8.39
36	8.22	4.99	8.03	9.14
37	7.03	7.08	7.26	8.65
38	6.11	7.25	5.31	7.32
39	5.24	8.36	9.15	7.58
40	5.03	9.45	8.14	9.45
41	5.79	6.25	7.25	6.14
42	4.26	8.14	6.58	7.35
43	5.65	7.36	8.15	8.25
44	4.26	9.01	7.36	9.14
45	8.31	7.48	8.14	6.14
46	4.11	9.32	9.32	7.01
47	6.03	7.15	4.36	8.67
48	4.28	8.36	8.2	9.54
49	6.01	4.58	10.32	11.35
50	7.16	5.32	4.36	5.36

### Anexo N° 4. Concentraciones de Proteína Total

N°	Época Seca		Época Húmeda	
	Púberes	Adultas	Púberes	Adultas
1	6.36	9.12	7.05	8.55
2	5.48	8.27	6.37	8.31
3	6.36	6.31	7.28	6.37
4	4.28	10.47	11.09	10.25
5	6.56	6.21	8.66	9.34
6	7.13	8.27	7.96	9.87
7	4.78	5.45	8.47	8.11
8	10.69	6.35	8.31	8.17
9	8.16	7.84	8.25	6.31
10	4.58	8.27	8.07	7.25
11	6.17	5.66	8.35	8.39
12	5.28	5.97	8.99	9.24
13	5.1	9.11	6.79	9.06
14	7	5.47	7.25	9.27
15	6.84	6.1	8.09	8.34
16	4.91	8.57	10.54	8.11
17	5.43	5.17	8.35	7.36
18	8.57	9.88	6.11	5.06
19	6.49	7.96	5.99	10.11
20	8.45	8.54	7.25	5.37
21	7.18	7.31	7.25	9.16
22	5.49	5.88	7.08	8.21
23	8.14	10.64	6.87	8.44
24	5.61	7.88	6.49	6.31
25	4.17	9.46	8.35	10.55
26	5.87	7.22	8.34	8.34
27	6.03	8.29	7.99	6.44
28	7.25	5.67	8.19	7.11
29	4.57	7.58	5.38	9.88
30	4.91	7.71	7.11	6.31
31	6.49	8.19	7.69	5.11
32	8.21	10.07	9.62	7.88
33	5.99	5.29	8.54	9.86
34	8.07	5.61	9.01	10.07
35	4.47	7.59	8.14	5.14
36	7.98	7.96	8.27	7.55
37	6.66	7.09	9.34	6.98
38	5.32	8.16	8.35	8.14
39	6.27	6.27	7.11	8.77
40	5.97	8.19	6.14	6.59
41	4.65	6.09	9.17	9.14
42	4.18	7.24	8.24	9.07
43	7.81	7.86	6.07	8.85
44	5.32	10.13	5.01	7.49
45	6.17	8.29	7.99	7.83
46	4.5	5.87	8.14	8.49
47	7.08	6.34	8.88	11
48	6.31	7.55	8.07	8.73
49	4.77	6.89	9.07	8.36
50	5.11	6.1	6.66	9.01

### Anexo N° 5. Análisis de Varianza Para los Niveles de Proteína Total

The ANOVA Procedure

Dependent Variable: pt

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	112.0559575	37.3519858	19.39	<.0001
Error	196	377.6079420	1.9265711		
Corrected Total	199	489.6638995			

### Anexo N° 6. Análisis de Varianza Para los Niveles de Fósforo

The ANOVA Procedure

Dependent Variable: p

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	100.9471135	33.6490378	15.09	<.0001
Error	196	437.1170020	2.2301888		
Corrected Total	199	538.0641155			