

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO - PUNO**  
**FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA**



**PÉRDIDAS DE NITRÓGENO METABÓLICO FECAL, ENDÓGENO URINARIO  
Y DÉRMICO EN ALPACAS HEMBRAS DE CUATRO AÑOS DE EDAD**

**TESIS**

**PRESENTADA POR:**

**Bach. RICHARD CURO CALSIN**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**MÉDICO VETERINARIO Y ZOOTECNISTA**

**PUNO – PERÚ**

**2017**

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO - PUNO  
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA  
ESCUELA PROFESIONAL DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

Pérdidas de nitrógeno: metabólico fecal, endógeno urinario y dérmico en  
alpacas hembras de cuatro años de edad

TESIS

PRESENTADA POR:

Bach. RICHARD CURO CALSIN



PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

MÉDICO VETERINARIO Y ZOOTECNISTA

APROBADA POR EL JURADO CONFORMADO POR:

PRESIDENTE	:	 _____ Ph.D. BERNARDO ROQUE HUANCA
PRIMER MIEMBRO	:	 _____ Mg.Sc. ROLANDO D. ROJAS ESPINOZA
SEGUNDO MIEMBRO	:	 _____ M. Agric. ENRIQUE CALMET URIÁ
DIRECTOR	:	 _____ Ph. D. JOSÉ LUIS BAUTISTA PAMPA
ASESOR	:	 _____ M.V.Z. JUAN GUIDO MEDINA SUCA

Área: Nutrición animal

Tema: Bioquímica de las alpacas

## DEDICATORIA

*A ti Dios te doy gracias por este momento y este logro sabiendo que tú tienes cosas que ni oído oyó, ni ojo vio, ni a corazón de hombre subió, son las cosas que tú tienes preparado para mí, sabiendo que yo siempre estaré bendecido y en victoria.*

*A mi padre Regino Glodoaldo Turo Calsin (+) que siempre me está bendiciendo y cuidando desde el cielo.*

*Este trabajo lo dedico a mi madre Biviana Calsin Vda de Turo quien desde el inicio de mi existir, me dio amor, me cuidó, y me brindó su apoyo, para que yo pueda lograr cada uno de mis objetivos en mi vida.*

*A mis hermanos: Valerio; Maritza Yaneth, (Santos), Hermelinda, (Efraín), Eloy Regino (Nilda), Carmen, Sixto Mario, quienes fueron mi motor y motivo para terminar este objetivo en mi vida.*

### *Mis agradecimientos:*

*A Dios por permitirme vivir esta faceta de mi vida, por dejar pasar las cosas que pasaron, por forjarme según a su semejanza sabiendo que tú eres nuestro padre; nosotros el barro, y tú eres el alfarero y yo seré obra de tu mano.*

*A la Universidad Nacional del Altiplano Puno, en especial a la facultad de Medicina Veterinaria Y Zootecnia, por haber tenido la maravillosa oportunidad de estudiar y aprender en sus aulas, lugar donde pasaron las experiencias más agradables y extraordinarios de mi juventud.*

*Al centro de investigación y producción CJP- La raya dependencia de la facultad de medicina veterinaria y zootecnia de la Universidad Nacional del Altiplano Puno y al director del CJP- La raya, Dr. Juan Guido Medina Suca y al personal que labora en dicho centro, por haberme brindado el apoyo para culminar la ejecución del presente estudio.*

*Al laboratorio de nutrición animal de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia en especial a todo el personal que labora en dicho laboratorio.*

*Al Ph. D. José Luis Bautista Pampa, por brindarme la oportunidad de realizar un trabajo de investigación y su apoyo, sugerencias y críticas para la culminación de este proyecto. Con mi más sincero reconocimiento por su acertado reconocimiento como director me ha brindado todo el apoyo incondicional para la elaboración y ejecución del presente trabajo de investigación.*

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE FIGURAS.....	5
ÍNDICE DE TABLAS .....	6
ÍNDICE DE ACRÓNIMOS .....	10
RESUMEN.....	11
ABSTRACT.....	12
I. INTRODUCCIÓN.....	13
1.1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN .....	14
1.1.1. PROBLEMA.....	14
1.2. OBJETIVOS: .....	16
1.2.1. Objetivo general .....	16
1.2.2. Objetivos específicos .....	16
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	17
2.1. Determinación de nitrógeno.....	17
2.1.1. COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LOS FORRAJES.....	18
b. Heno de avena.....	19
c. Paja de Ichu.....	20
d. Heno de alfalfa .....	21
2.1.3. CONSUMO DE PROTEÍNA Y DIGESTIBILIDAD .....	22
2.1.4. BALANCE DE NITRÓGENO EN LOS ANIMALES DOMÉSTICOS .....	26
2.2. NITRÓGENO METABÓLICO FECAL (NMF).....	28
2.3. NITRÓGENO ENDÓGENO URINARIO (NEU).....	31
2.4. NITRÓGENO ENDÓGENO DÉRMICO (NED).....	34
III. MATERIALES Y MÉTODOS .....	36
3.1. LUGAR.....	36
3.2. INSTALACIONES .....	36
3.3. ANIMALES .....	37
3.4. FORRAJES E INSUMOS ALIMENTICIOS .....	37
3.5. DIETAS.....	38
3.6. METODOLOGIA.....	40
3.6.1.1. Consumo de nitrógeno.....	40
a. Periodo de acostumbramiento.....	40
b. Periodo experimental.....	41
3.6.2.1. Consumo de nitrógeno.....	43

a) Periodo de acostumbramiento.....	43
b) Periodo experimental.....	43
3.6.3.1. Consumo de nitrógeno.....	45
a) Periodo de acostumbramiento.....	45
b) Periodo experimental.....	46
3.6.4. ANÁLISIS ESTADÍSTICO .....	47
3.6.4.2. VARIABLES DE MEDIDA .....	49
IV. RESULTADOS Y DISCUSION.....	50
4.1. EXCRECIÓN DE NITRÓGENO METABOLICO FECAL (NMF) .....	50
4.2. NITRÓGENO ENDÓGENO URINARIO.....	52
4.3. NITRÓGENO ENDÓGENO DÉRMICO .....	55
V. CONCLUSIONES.....	59
VI. RECOMENDACIONES .....	60
ANEXO.....	66
TABLAS DE RESULTADOS: .....	67

**ÍNDICE DE FIGURAS**

<b>GRAFICO 1.</b>	REGRESIÓN LINEAL DE PÉRDIDAS DE NITRÓGENO FECAL SOBRE EL NIVEL DE NITRÓGENO CONSUMIDO EN ALPACAS HEMBRAS .....	40
<b>GRAFICO 2.</b>	REGRESIÓN LINEAL DE LA PÉRDIDA DE NITRÓGENO URINARIO SOBRE EL NIVEL DE NITRÓGENO CONSUMIDO EN ALPACAS HEMBRAS .....	42
<b>GRAFICO 3.</b>	REGRESIÓN LINEAL DE LA PÉRDIDA DE NITRÓGENO DÉRMICO SOBRE EL NIVEL DE NITRÓGENO CONSUMIDO EN ALPACAS HEMBRAS .....	44

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>TABLA 1.</b> COMPOSICIÓN QUÍMICA Y ENERGÍA BRUTA DE PAJAS E CEBADA, ICHU Y HENO DE ALFALFA (100% MS) .....	12
<b>TABLA 2.</b> COMPOSICIÓN QUÍMICA Y ENERGÍA BRUTA DE LOS ALIMENTOS <i>Stipa ichu</i> , <i>Avena sativa</i> , <i>Medicago sativa</i> (100% DE MATERIA SECA).....	38
<b>TABLA 3.</b> CONTENIDO DE NUTRIENTES EN LAS DIETAS EXPERIMENTALES.....	39
<b>TABLA 4.</b> CONSUMO DE MATERIA SECA Y PESO VIVO EN ALPACAS HEMBRAS.....	35
<b>TABLA 5.</b> CONSUMO DE NITRÓGENO Y PROTEÍNA EN ALPACAS HEMBRA .....	37
<b>TABLA 6.</b> NITRÓGENO DIGESTIBLE DE LAS DIETAS EN ALPACAS HEMBRAS.....	38
<b>TABLA 7.</b> NITRÓGENO METABÓLICO FECAL (NMF) EN ALPACAS HEMBRAS .....	50
<b>TABLA 8.</b> NITRÓGENO ENDÓGENO URINARIO (NEU) EN ALPACAS HEMBRAS .....	53
<b>TABLA 9.</b> NITRÓGENO ENDÓGENO DÉRMICO (NED) EN ALPACAS HEMBRAS .....	56
<b>TABLA 10.</b> COMPOSICIÓN QUÍMICA Y ENERGÍA BRUTA DE LOS ALIMENTOS AL 100% DE MS.....	45
<b>TABLA 11.</b> CONTENIDO DE NUTRIENTES DE LAS DIETAS EXPERIMENTALES.....	71



<b>TABLA 12.</b> COMPOSICIÓN QUIMICA DEL SUPLEMENTO MINERAL Y VITAMÍNICO (SUPLAMIN DIFOS).....	71
<b>TABLA 13.</b> CONSUMO DE MATERIA SECA (CMS) EN ALPACAS HEMBRAS.....	72
<b>TABLA 14.</b> PORCENTAJE DE MATERIA SECA FECAL (7 DIAS) EN ALPACAS HEMBRAS.....	67
<b>TABLA 15.</b> EXCRECIÓN DE MATERIA SECA FECAL EN ALPACAS HEMBRAS.....	73
<b>TABLA 16.</b> DIGESTIBILIDAD DE MATERIA SECA (DMS, %) DE LA MESCLA DE ALIMENTO.....	74
<b>TABLA 17.</b> ROTACIÓN DE LOS TRATAMIENTOS EN EL EXPERIMENTO DE DIGESTIBILIDAD. DISEÑO CUADRADO LATINO 3X3 .....	71
<b>TABLA 18.</b> COLECCIÓN DE ORINA, EN EL EXPERIMENTO DE METABOLÍSMO EN ml/d .....	71
<b>TABLA 19.</b> COLECCIÓN DE PÉRDIDAS DÉRMICAS EN EL EXPERIMENTO, g/d .....	72
<b>TABLA 20.</b> ROTACIÓN DE TRATAMIENTOS EN EL EXPERIMENTO DE DIGESTIBILIDAD DE PÉRDIDAS DÉRMICAS, g/d.....	73
<b>TABLA 21.</b> NITRÓGENO DIGESTIVO Y METABOLIZABLE DE LA MEZCLA DE ALIMENTOS A DIFERENTES NIVELES DE PROTEINAS EN EL EXPERIMENTO EN ALPACAS HEMBRAS. ....	61
<b>TABLA 22.</b> REGISTRO DE PESO VIVO EN ALPACAS HEMBRAS.....	75
<b>TABLA 23.</b> PESO VIVO, CONSUMO Y PÉRDIDAS DE NITRÓGENO EN ALPACAS HEMBRAS .....	76

<b>TABLA 24.</b> CONTENIDO DE NITRÓGENO EN HECES EN EL EXPERIMENTO.....	75
<b>TABLA 25.</b> NITRÓGENO EN HECES EN EL DISEÑO CUADRADO LATINO 3 X 3.....	75
<b>TABLA 26.</b> CONTENIDO DE NITRÓGENO EN ORINA EN EL EXPERIMENTO .....	78
<b>TABLA 27.</b> NITRÓGENO EN ORINA. DISEÑO CUADRADO LATINO 3 X 3..	78
<b>TABLA 28.</b> CONTENIDO DE NITRÓGENO EN PÉRDIDAS CUTANEAS EN EL EXPERIMENTO .....	79
<b>TABLA 29.</b> NITRÓGENO EN PÉRDIDAS CUTANEAS. DISEÑO CUADRADO LATINO 3 X 3 .....	79
<b>TABLA 30.</b> CONSUMO DE MATERIA SECA ( g/d) A DIFERENTES NIVELES DE PROTEÍNA TOTAL DISEÑO CUADRADO LATINO3X3 .....	66
<b>TABLA 31.</b> ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EL CONSUMO DE MATERIA SECA (g/d), A DIFERENTES NIVELES DE PROTEINA TOTAL .....	66
<b>TABLA 32.</b> DIGESTIBILIDAD DE MATERIA SECA (%), A DIFERENTES NIVELES DE PROTEÍNA TOTAL DISEÑO CUADRADO LATINO 3X3.....	67
<b>TABLA 33.</b> ANÁLISIS DE VARIANZA DE DIGESTIBILIDAD DE MATERIA SECA (%) A DIFERENTES NIVELES DE PROTEINA TOTAL .....	68
<b>TABLA 34.</b> NITRÓGENO INGERIDO (g/d) A DIFERENTES NIVELES DE PROTEÍNA TOTAL DISEÑO CUADRADO LATINO 3X3.....	68

<b>TABLA 35.</b> ANÁLISIS DE VARIANZA DE NITRÓGENO INGERIDO (g/d) A DIFERENTES NIVELES DE PROTEÍNA TOTAL.....	69
<b>TABLA 36.</b> DIGESTIBILIDAD DE NITRÓGENO INGERIDO (%) A DIFERENTES NIVELES DE PROTEÍNA TOTAL DISEÑO CUADRADO LATINO 3X3.....	81
<b>TABLA 37.</b> ANALISIS DE VARIANZA PARA LA DIGESTIBILIDAD DE NITROGENO INGERIDO (g/d) A DIFERENTES NIVELES DE PROTEÍNA TOTAL DISEÑO CUADRADO LATINO 3X3.....	81
<b>TABLA 38.</b> EXCRECIÓN DE NITRÓGENO FECAL (g/d) A DIFERENTES NIVELES DE PROTEÍNA TOTAL DISEÑO CUADRADO LATINO 3X3.....	59
<b>TABLA 39.</b> ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA EXCRECIÓN DE NITRÓGENO FECAL (g/d) A DIFERENTES NIVELES DE PROTEÍNA TOTAL DISEÑO CUADRADO LATINO 3X3.....	60
<b>TABLA 40.</b> EXCRECIÓN DE NITRÓGENO EN ORINA (g/d) A DIFERENTES NIVELES DE PROTEÍNA TOTAL DISEÑO CUADRADO LATINO 3X3.....	60
<b>TABLA 41.</b> ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA EXCRECIÓN DE NITRÓGENO EN ORINA (g/d) A DIFERENTES NIVELES DE PROTEÍNA TOTAL DISEÑO CUADRADO LATINO 3X3.....	60
<b>TABLA 42.</b> EXCRECIÓN DE NITRÓGENO EN PÉRDIDAS DÉRMICAS (g/d) A DIFERENTES NIVELES DE PROTEÍNA TOTAL DISEÑO CUADRADO LATINO 3X3.....	61
<b>TABLA 43.</b> ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA EXCRECIÓN DE NITRÓGENO EN PÉRDIDAS DÉRMICAS (g/d) A DIFERENTES NIVELES DE PROTEÍNA TOTAL DISEÑO CUADRADO LATINO 3X3.....	61

## ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

- **MS**= Materia seca
- **CIP**=Centro de investigación y producción
- **MVZ**= Medicina Veterinaria y Zootecnia
- **PT**= Proteína total
- **EB**= Energía bruta
- **EM**= Energía metabolizable.
- **BN** = Balance de nitrógeno
- **NI** = Nitrógeno ingerido
- **NF** = Nitrógeno fecal
- **NU** = Nitrógeno urinario
- **ND** = Nitrógeno dérmico
- **CMS**= Consumo de materia seca
- **CN**= Consumo de nitrógeno
- **ND**= Nitrógeno digestible
- **NMF**= Nitrógeno metabólico fecal
- **NEU**= Nitrógeno endógeno urinario
- **NED**= Nitrógeno Endógeno dérmico

## RESUMEN

El objetivo del trabajo fue determinar, pérdidas de nitrógeno metabólico fecal (NMF), nitrógeno endógeno urinario (NEU) y nitrógeno endógeno dérmico (NED) en alpacas (*Vicugna pacos*). La digestibilidad en jaulas metabólicas y balance de nitrógeno; en base a tres dietas con niveles de 4%, 6% y 8% de proteína total (PT), preparados con paja de avena (*Avena sativa*), ichu (*Stipa ichu*), heno de alfalfa (*Medicago sativa*) y minerales-vitaminas. Se utilizaron tres alpacas Huacaya hembras de 4 años de edad. Conducidas con diseño cuadrado latino 3x3, con un sistema de colección por embudo, para la colección de orina, heces, y pérdidas dérmicas, con dos periodos en cada una de las tres etapas, siete días de acostumbramiento y siete días de colección. El cálculo de nitrógeno metabólico fecal (NMF), fue por ecuación de regresión lineal (ERL) con el Nitrógeno consumido (NC) g/d (X) y el nitrógeno fecal (NF) g/d (Y); El nitrógeno endógeno urinario (NEU), se determinó por ERL entre nitrógeno consumido (X) y nitrógeno endógeno urinario  $g/kg W^{0.75}$  (Y); El nitrógeno endógeno dérmico (NED),  $g/Kg W^{0.75}$  se determinó por ERL, entre nitrógeno consumido (X) y pérdida de nitrógeno cutáneo (Y), para hallar NMF, NEU y NED fue por extrapolación a cero ( $X=0$ ) de NC g/d en ERL. El NMF fue  $0.177g/Kg W^{0.75}$  ( $177 mg/Kg W^{0.75}$ ), el NEU fue  $0.102 g/kgW^{0.75}/d$  ( $102 mg/kgW^{0.75}$ ) y NED fue  $0.0017 g/kgW^{0.75}$  ( $1.7 mg/kgW^{0.75}$ ). La pérdida de nitrógeno endógeno total fue  $0.2807 g/kgW^{0.75}/d$  ( $280.7 mg/kgW^{0.75}$ ).

**Palabras clave:** Alpaca, nitrógeno endógeno dérmico, nitrógeno endógeno urinario, nitrógeno metabólico fecal.

**ABSTRACT**

The study to determine, losses of fecal metabolic nitrogen (NMF), endogenous urinary nitrogen (NEU) and endogenous dermal nitrogen (NED) in alpacas (*Vicugna pacos*) was carried out. Through digestibility in metabolic cages and nitrogen balance; Based on three diets with 4%, 6% and 8% total protein (PT) levels, prepared with oat straw (*Avena sativa*), ichu (*Stipa ichu*), alfalfa hay (*Medicago sativa*) and minerals-vitamins. Three 4-year-old female Huacaya alpacas were used. Conducted with a 3x3 Latin square design. Experimental animals were placed in metabolic cages, with a funnel collection system, for collection of urine, feces, and dermal losses, with two periods in each of the three stages, seven days of accrual and seven days of collection. The calculation of fecal metabolic nitrogen (MFN) was by linear regression equation (ERL) with consumed Nitrogen (NC) g / d (X) and faecal nitrogen (NF) / 100g CMS (Y); Endogenous urinary nitrogen (NEU) was determined by ERL between consumed nitrogen (X) and endogenous urinary nitrogen g / kg  $W^{0.75}$  (Y); Endogenous endogenous nitrogen (NED), g / kg  $W^{0.75}$  was determined by ERL, between nitrogen consumed (X) and loss of cutaneous nitrogen (Y), to find NMF, NEU and NED was by extrapolation to zero (X = 0) Of NC g / d in ERL. MFN was 0.177g / kg  $W^{0.75}$  (177 mg / kg  $W^{0.75}$ ), the NEU was 0.102 g /  $KgW^{0.75}$  / d (102 mg /  $kgW^{0.75}$ ) and NED was 0.0017 g /  $kgW^{0.75}$  (1.7 mg /  $kgW^{0.75}$ ). It is concluded that the loss of total endogenous nitrogen was 0.2807 g /  $kgW^{0.75}$  / d (280.7 mg /  $kgW^{0.75}$ ).

**Key words:** Alpaca, dermal endogenous nitrogen, endogenous urinary nitrogen, fecal metabolic nitrogen.

## I. INTRODUCCIÓN

En estudios realizados en alpacas se han observado trabajos de requerimientos de proteína y balance de nitrógeno, donde es necesario considerar la pérdidas fisiológicas de nitrógeno endógeno del animal debido a las secreciones, catabolismo esencial mínimo o descamaciones del animal, ya que en rumiantes es muy difícil determinar y separar con precisión el nitrógeno metabólico fecal (NMF) del nitrógeno indigestible de la dieta, el nitrógeno endógeno urinario (NEU) y nitrógeno endógeno dérmico (NED), pudiendo conseguirse dichas pérdidas cuando se consume una dieta libre de nitrógeno y se proporciona una cantidad adecuada de energía, (Cañas,1998). Ya que cada día se le da mayor importancia a los requerimientos nutricionales en la alpaca, porque son capaces de producir y reproducir en el altiplano, donde se exponen a alturas de 4000 a 5000 m.s.n.m., siendo su alimento pastos naturales de pobre calidad, la temperatura ambiente muy variable, la radiación solar muy intensa y la tensión de oxígeno muy baja. (Vallenas, 1991).

Es importante conocer las pérdidas fisiológicas de nitrógeno endógeno del animal para establecer el requerimiento nutricional, en este caso la proteína cruda que son necesarias para la renovación y formación de los tejidos. Existen escasas investigaciones sobre pérdidas de proteínas fisiológicas a causa del proceso de renovación de las proteínas corporales de las alpacas (Surco, 2016; Choque, 2016). Sin embargo es posible calcular cada una de las pérdidas mediante un experimento de digestibilidad en jaulas metabólicas y balance de nitrógeno; en base a tres dietas con niveles de 4%, 6% y 8% de proteína total (PT), preparados con paja de avena (*Avena sativa*), ichu (*Stipa ichu*), heno de alfalfa (*Medicago sativa*) y minerales-vitaminas, con un sistema de colección

por embudo, para la colección de orina, heces, y pérdidas dérmicas, con dos periodos en cada una de las tres etapas, siete días de acostumbramiento y siete días de colección. Con las pérdidas de nitrógeno: fecal urinario y dérmico, con nitrógeno consumido se obtienen tres ecuaciones de regresión lineal NMF, NEU y NED se calculan por extrapolación a cero ( $X=0$ ) de consumo de nitrógeno. El presente trabajo tuvo como objetivo determinar las pérdidas totales de nitrógeno endógeno (nitrógeno metabólico fecal, nitrógeno endógeno urinario y nitrógeno endógeno dérmico) de alpacas de 4 años de edad, alimentadas con paja de avena, ichu y heno de alfalfa y minerales y vitaminas.

## 1.1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

### 1.1.1. PROBLEMA.

La baja producción y productividad de la alpaca en zonas alto andinas de la Región Puno, se debe a la deficiencia nutricional en su alimentación. Los avances en investigación de las demás especies como el bovino, ovino y otros han determinado los requerimientos mínimos de proteína de su alimentación estimando en primera instancia los niveles de nitrógeno metabólico fecal, nitrógeno endógeno urinario y otras pérdidas externas de nitrógeno de tejidos, lo cual en las alpacas es limitada esta información para calcular los requerimientos diarios de nitrógeno proteico en su alimentación. Por lo tanto es necesario determinar la pérdida total de nitrógenos endógenos en alpacas (*Vicugna pacos*) alimentados con forrajes (Ramírez, *et al*, 2015).



Actualmente existe una escasa información de NMF, NEU y NED no existe estudios en alpacas hembras; por lo tanto existe una controversia con los requerimientos de nitrógeno, proteína y otros nutrientes para las alpacas, en donde indica, que se estimó los requerimientos de proteína total de camélidos sudamericanos domésticos utilizando datos de las pérdidas totales de nitrógeno provenientes de nitrógeno de ovinos, caprinos y bovinos. (NRC, 2007). Por lo tanto las pérdidas de nitrógeno mencionadas son importantes para determinar los requerimientos de proteína en alpacas. En el presente trabajo se realizarán la: determinación total de pérdidas de nitrógeno endógeno: metabólico fecal, endógeno urinario y dérmico en alpacas (*Vicugna pacos*) hembras de cuatro años. En el futuro estos resultados se utilizarán para el establecimiento de los requerimientos de proteína en alpacas de esta edad y así se podrá manejar con eficacia la alimentación y nutrición del ganado Alpacuno. Dada esta realidad constituye el problema para la alimentación de las alpacas por la que se definen las siguientes interrogantes.

¿Cuál es el balance de nitrógeno en alpacas alimentadas con dietas 4, 6, 8% de proteína total?, ¿Cuáles son las cantidades de pérdida de nitrógeno metabólico fecal, nitrógeno endógeno urinario y nitrógeno endógeno dérmico de alpacas de cuatro años de edad alimentadas con forrajes a diferentes niveles de proteína total?  
¿Cuánto es la pérdida total de nitrógeno?

## 1.2. OBJETIVOS:

### 1.2.1. Objetivo general

- ❖ Evaluar las pérdidas totales de nitrógeno endógeno en alpacas (*Vicugna pacos*) hembras de cuatro años.

### 1.2.2. Objetivos específicos

- ❖ Determinar el nitrógeno metabólico fecal.
- ❖ Determinar el nitrógeno endógeno urinario y
- ❖ Determinar el nitrógeno endógeno dérmico.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. Determinación de nitrógeno.

El investigador Danes J. Kjeldahl en (1983) desarrollo el proceso básico del conocido método actual de análisis de proteínas por el método Kjeldahl, más propiamente, para analizar nitrógeno orgánico. En esta técnica se digiere las proteínas y otros componentes orgánicos de los alimentos en una mezcla con ácido sulfúrico en presencia de catalizadores. El nitrógeno orgánico total es convertido en sulfato de amonio. La mezcla digerida se neutraliza con una base y se destila posteriormente en una solución de ácido bórico. El resultado del análisis. Representa el contenido de proteína cruda del alimento ya que el nitrógeno también proviene de componentes no proteicos. (Roque, 2009).

Este método ha sufrido varias modificaciones. Así, Kjeldahl uso originalmente permanganato de potasio para llevar a cabo el proceso de oxidación, sin embargo, los resultados no fueron satisfactorios, de manera que este reactivo se descartó, en (1885) wilforth encontró que se podía acelerar la digestión con el ácido sulfúrico añadiendo algunos catalizadores. Gunning en (1889) sugirió la adición de sulfato de potasio para elevar el punto de ebullición de la mezcla de la digestión para acortar la reacción. Por lo tanto, el procedimiento de esta técnica es más correctamente conocido como el método Kjeldahl – wilfoth – gunning. (A.O.A.C, 1990), cuya fórmula para determinar el nitrógeno y proteína total es el siguiente:

$$\%N = \frac{\text{Gasto mL H}_2\text{SO}_4 \times \text{normalidad H}_2\text{SO}_4 \times \text{mEq N}}{\text{Muestra, g}} * 100$$

$$\% \text{ Proteína total} = \% N * 6.25$$

### 2.1.1. COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LOS FORRAJES.

#### a. Paja de cebada.

La paja de cebada es un forraje fibroso por lo tanto presentan bajos valores de energía metabolizable y proteína, debido al alto contenido de pared celular y cenizas, así como a la baja digestibilidad; cuyo contenido de proteína cruda fue de 4.0 a 4.4%, con 45 a 50% de digestibilidad de materia seca. Variando el tipo de paja, el tipo de clima es otro factor que afecta la calidad de las pajas, presentándose en climas templados pajas de mejor calidad que aquellas provenientes de climas tropicales. Esto se debe a una menor proporción de pared celular y lignina en los cultivos desarrollados en zonas templadas. La mayoría de pajas tienen un contenido proteico muy bajo y además es solo aprovechado en un 10% por las vacas; por tanto este aporte proteico es prácticamente nulo. La paja tiene un bajo contenido de proteína (3.4%) que, además, es casi totalmente indigestible. Esto es debido a que su mayor parte (75%) se encuentra ligada a la pared celular. El resto está constituido por nitrógeno no proteico fácilmente soluble. Por otra parte, presenta marcadas diferencias en la mayor parte de los macro minerales excepto el potasio, cloro,

hierro y en vitaminas. (FDNA, 2003).

**b. Heno de avena.**

El forraje heno de avena es un insumo alimenticio de carácter energético, cuya calidad depende de la fertilidad del suelo, etapa o grado fenológico en el momento de la cosecha. (Coblentz *et al.*, 2000), encontraron que la calidad del heno avena declinó cuando éste entró a la etapa de floración y fue más resistente a la degradación ruminal. Donde los valores en las etapas de embuche, floración y masoso fueron: para Proteína cruda 11.8, 7.8, 5.9 %; FDN 50.8, 62.2, 62.7 %; FDA 24.9, 34.3, 37.2 % y Lignina detergente acida (LDA) 0.65, 1.51, 4.9 %, respectivamente. Existen diferencias muy pequeñas en la composición química y digestibilidad de heno de avena cortado en etapa de masoso y madurez, siendo FDN 64.5 y 67.6 %; FDA 37.7 y 40.1 %. La digestibilidad in vivo de la MS, MO y FDA del heno de avena en masoso fue de 52.4, 54.1 y 49.1 %, mientras que en madurez fue de 53.1, 54.9 y 51.5 %, notando un incremento favorable en la etapa de madurez, aunque este incremento no fue significativo. (Kraiem *et al.*, 1997).

La madurez también tiene efecto sobre el consumo voluntario de materia seca (CVMS) por animal. Esto es debido a que la FDN, que aumenta en relación a la madurez de la planta, es más difícil de digerir limitando el consumo por el llenado del rumen. (Oba y Allen, 1998). Al respecto, (Kraiem *et al.*, 1997),

encontraron diferencia significativa en el consumo de forraje de avena cosechado en estado masoso vs madurez (1.40 y 1.34 kg/d). La composición química de la paja de avena en estado fenológico maduro en la dieta de llamas de un año de edad fue: 98.21% de materia seca, 3% de proteína cruda y 4379 de energía bruta expresado en kcal/kg MS. (Surco, 2016).

### c. Paja de Ichu

Se observa que las gramíneas duras iru ichu (*Stipa ortophyla*), ichu (*Stipa ichu*) y chilliwa (*Festuca dolichofila*) presentan escasos valores nutricionales, excepto la chilliwa, en el periodo húmedo alcanza niveles de proteínas crudas superiores al 8 % de la materia seca. En el periodo seco, las concentraciones de proteínas crudas son notablemente bajas, en el mes de abril a mayo se tiene un promedio de 3.5 de proteína cruda para ichu. (Genin *et al.*, 1995)

En un estado fenológico maduro los valores de composición química para la paja de ichu son: 93.43% de materia seca, 2.56% de proteína cruda, 1.94% de extracto etéreo, 6.86% de ceniza y 4232.4 de energía bruta (kcal/kg MS) en 100% de materia seca. (Ramírez *et al.*, 2015).

Choque (2016), en su estudio realizado reporta que la proteína cruda de la paja de ichu es de 4.35%, 95.27% de materia seca,

4649 energía bruta (kcal/kg MS) y 2541 de energía metabolizable (kcal/kg MS).

#### **d. Heno de alfalfa**

La alfalfa es un forraje estándar calificado como insumo proteico por excelencia, debido que contiene casi todo los nutrientes que requieren los animales, principalmente para rumiantes. En el estudio realizado sobre la digestibilidad aparente de forrajes en llamas, en el cual la composición química del heno de alfalfa fue 20.9 % de materia seca, 87.4 % de materia orgánica, 19.4 % de proteína cruda, 1.1 % de extracto etéreo, 46.3 % de fibra detergente neutro, 34.6 % de fibra detergente ácido. (López *et al.*, 2000).

En otro estudio, la composición química de heno de alfalfa madura expresado en base seca fue: 15 % de proteína cruda, 51.46 % de fibra detergente neutro, 2.50 % de extracto etéreo, 10.34 % de ceniza, 20.70 % de glúcidos no fibrosos y 4284 Cal/g de energía bruta (Bautista, 2009). En estudios realizados sobre determinación de nitrógeno en alpacas de 15 meses de edad la composición química del heno de alfalfa fue: 93.88% de materia seca, 14.22% de proteína cruda, 3.37% de extracto etéreo, 7.46% de ceniza y 4381.1 de energía bruta expresado en kcal/kg MS. (Ramírez *et. al.*, 2015).

Surco (2016), en su estudio sobre determinación de nitrógeno endógeno en llamas de un año de edad, en la cual la composición química del heno de alfalfa fue: 95.35% de materia seca, 19% de

proteína cruda y 4508 de energía bruta (kcal/kg MS)

**TABLA 1.COMPOSICIÓN QUÍMICA Y ENERGÍA BRUTA DE PAJAS E  
CEBADA, ICHU Y HENO DE ALFALFA (100% MS)**

FORRAJE	MS (%)	PC (%)	FC (%)	EE (%)	CT (%)	ELN (%)	EB
Paja de cebada	93.82	2.21	35.83	2.33	5.87	53.75	4230.6
Paja de ichu	93.43	2.56	43.38	1.94	6.86	45.26	4232.4
Heno de alfalfa	93.43	14.22	29.89	3.37	7.46	45.07	4381.1

(Ramírez *et. al.*, 2015)

MS, materia seca; PC, proteína cruda; FC, fibra cruda; EE, extracto etéreo; CT, ceniza total; ELN, extracto libre de nitrógeno; EB, energía bruta (kcal/100kg MS).

### 2.1.3. CONSUMO DE PROTEÍNA Y DIGESTIBILIDAD

Las proteínas son macromoléculas biológicas más abundantes. Se encuentran en todas las células y todos los componentes. Las proteínas se encuentran en gran variedad de formas y tamaños, variando desde pequeños péptidos hasta inmensos polímeros, exhibiendo también una enorme diversidad de funciones biológicas (Nelson *et. al.*, 2000).

Las proteínas son compuestos químicos de gran complejidad y masa molecular elevada que contiene alrededor de 16% de nitrógeno. El nitrógeno es el componente principal que distingue las proteínas de los glúcidos y los lípidos. Puesto que hay una proporción bastante constante del nitrógeno cerca de 16% en proteína, el nitrógeno es utilizado para estimar el contenido de



proteína cruda de un alimento y multiplicado por el factor 6.25 ( $100/16 = 6.25$ , indica que cada 100 g de proteína contiene 16 % de nitrógeno, estos valores varían por forraje) se obtiene el valor de la proteína cruda. En el rumiante, los aminoácidos se proporcionan a partir de dos fuentes radicalmente diversas.

- El primero es la alimentación ofrecida al animal. Algo de la proteína de la alimentación escapara a la fermentación del rumen y llegara al duodeno con sus aminoácidos constitutivos intactos, a esta porción de las proteínas se le denomina proteína no degradable (UDP) o la proteína de fuente y los aminoácidos constitutivos se pueden digerir y absorber a la sangre a través de la pared intestinal.
- La segunda fuente de aminoácidos es la proteína contenida en los cuerpos de los microorganismos a nivel del primer y segundo compartimento (CI y CII) en alpacas o en el rumen-retículo en ovino, bovino, caprino. Esta proteína microbiana se deriva del material nitrogenado del alimento que es fermentado en el rumen (llamada proteína degradable en el rumen RDP) por los microorganismos que transforman la fracción de los glúcidos en ácidos grasos volátiles. Los productos finales del proceso de fermentación de la proteína en compuestos nitrogenados simples, sobre todo amoniaco pero también otros productos del metabolismo ruminal de la proteína tales como péptidos y aminas. El amoniaco también se produce de compuestos nitrogenados no proteicos durante la fermentación.

Los microorganismos entonces utilizan el nitrógeno para formar estructuras de aminoácidos para la biosíntesis de la proteína microbiana. Estos microorganismos pasan constantemente al intestino delgado con el resto de la digesta. El animal después digiere estos microorganismos en el duodeno, y durante el proceso de la digestión se absorben los aminoácidos. (San martin y Bryant, 1987; Fowler, 1998).

La proteína dietética se puede dividir, de acuerdo a su solubilidad y degradabilidad en el rumen en 3 fracciones A, B y C.

- La fracción A incluye el nitrógeno no proteico que es utilizado exclusivamente como amoniaco ( $\text{NH}_3$ ).
- La fracción B está dada por la diferencia,  $100-(A+C)$  y se considera la proteína verdadera potencialmente degradable en el rumen cuando el tiempo de fermentación es suficiente para que dicho proceso se lleve a cabo.
- La fracción C es el porcentaje de proteína cruda que es totalmente indegradable en el rumen e indigerible en el intestino delgado por estar ligada a la fibra ácido detergente. (NRC, 2001).

La complejidad del proceso digestivo de los rumiantes es determinante a la hora de intentar valorar las necesidades y los aportes de proteína realmente utilizable por el organismo. Los compuestos nitrogenados presentes en los alimentos (proteína verdadera y compuestos nitrogenados no proteicos), son utilizados por los microorganismos del rumen para la biosíntesis de

compuestos nitrogenados microbianos, principalmente proteína. Las células microbianas (mayoritariamente bacterias y protozoos), son arrastradas junto con partículas alimenticias no fermentadas y células epiteliales descamadas hacia las porciones posteriores del tracto digestivo donde ocurre digestión enzimática y absorción de los diferentes nutrientes. El conjunto de aminoácidos disponibles para su absorción en el intestino constituye la denominada proteína “metabolizable” o “absorbible” que puede ser realmente utilizada por el organismo. (Martínez, 2002).

La degradabilidad en el rumen de proteína cruda del forraje: paja de ichu (*Stipa ichu*) fue de 58.89% para el periodo húmedo y de 12.4% para el periodo seco; y muy variable durante el año. La degradabilidad de la proteína cruda de forrajes duros en el rumen varía entre valores negativos (ninguna utilización del nitrógeno alimentario). Parece también que los camélidos tuvieran una mayor capacidad digestiva de la misma, aunque los datos obtenidos son menos definitivos que el caso de la degradabilidad de la materia seca. Cabe mencionar que la utilización metabólica de las materias nitrogenadas se realiza también, de manera importante en el tracto gastrointestinal, lo que impone cierta prudencia en cuanto a la evaluación del uso metabólico real de la proteína cruda proveniente de los forrajes. (Gening *et. al.*, 1995).

Los coeficientes de digestibilidad e los forrajes Heno de alfalfa y Crespillo muestran que las llamas tienden a un grado de aprovechamiento de la proteína cruda en 680.22g PC/kg de MO y

50.04g de PC/ kg MO respectivamente para los forrajes. La digestibilidad de la proteína cruda (PC) con el heno de alfalfa nos confirman que las ventajas digestivas de los camélidos sudamericanos, en comparación al crespillo cuyas ventajas desaparecen cuando la calidad de proteína es menor. (Estrada, 2009).

#### **2.1.4. BALANCE DE NITRÓGENO EN LOS ANIMALES DOMÉSTICOS**

El balance de nitrógeno es la diferencia del nitrógeno ingerido, con el nitrógeno excretado en las heces y orina; si el consumo de nitrógeno es mayor que la excreción se tendrá un balance positivo, en cambio si el consumo es menor con respecto a la excreción de nitrógeno se tendrá un balance negativo, y si la relación entre el consumo y la excreción son iguales y tienen un balance a cero. Un animal se encuentra en balance de nitrógeno, cuando el nitrógeno consumido menos el excretado en heces y orina es igual a cero, entonces decimos que el organismo cubre sus necesidades de mantenimiento con esa dieta; por otra parte si el valor de nitrógeno consumido es superior al nitrógeno excretado, asumimos que se encuentra en un balance de nitrógeno positivo, esto ayudara a retener nitrógeno para niveles adicionales como son: mantenimiento, crecimiento y producción; el balance negativo, es cuando el nitrógeno ingerido es menor con respecto al nitrógeno excretado, entonces decimos que el organismo no cubre sus necesidades básicas de mantenimiento. (Muñoz, 1995).

El animal en balance de nitrógeno cubre sus necesidades de mantenimiento; el que tiene un balance positivo retiene nitrógeno (es

decir, aumenta de peso) y el de balance negativo de nitrógeno ni siquiera satisface sus necesidades mínimas, utiliza más nitrógeno del que ingiere por lo tanto pierde peso. El balance negativo de nitrógeno puede presentarse también cuando un animal ingiere nitrógeno (proteína) en niveles superiores a los de su mantenimiento, y dado que esta proteína es deficiente en algún aminoácido, origina un catabolismo anormal de los otros aminoácidos (Shimada, 2003). Otros estudios de balance de nitrógeno en alpacas machos de cuatro años de edad, de 68.9 Kg y 71.5Kg de peso vivo, alimentados con heno de avena (6.5% de proteína cruda) y alfalfa (21.9% de proteína cruda), respectivamente. Encontró un balance positivo para ambos casos de 3.83 y 15.83 para el heno de avena y heno de alfalfa respectivamente, (Chambi, 2005) en cambio en llamas Q´aras de cuatro años de edad, alimentadas con heno de avena (6.1% de proteína cruda) y heno de alfalfa (18.3 % de proteína cruda), encontró un balance positivo para ambos casos de 6.55 y 24.8 para el heno de avena y heno de alfalfa respectivamente. (Choque, 2006).

Estudios realizados sobre balance de nitrógeno con mezcla de heno de alfalfa y heno de avena en alpacas machos de la raza huacaya de 1.5 años de edad, alimentadas con 6.0% (muy baja), 8.7% (baja), 11.3% (intermedia) y 14%(alta), de proteína cruda en la dieta en donde las alpacas tuvieron un balance de nitrógeno positivo de 1.01, 1.99, 4.19, 4.36g de nitrógeno al día respectivamente. (Berolatti, 2009). El metabolismo general de la proteína en el organismo puede resumirse en el balance de nitrógeno. Es la diferencia entre el nitrógeno ingerido y el nitrógeno excretado:

$$BN = NI - (NU - NF - ND),$$

BN = Balance de nitrógeno

NI = nitrógeno ingerido

NU = nitrógeno urinario

NF = nitrógeno fecal

ND = nitrógeno dérmico.

El balance de nitrógeno puede ser positivo (la ingestión de nitrógeno supera a la excreción) como en los animales en crecimiento o gestantes, o los que se recuperan de algunas enfermedades. El BN es negativo (la excreción de nitrógeno supera a la ingestión) como en malnutrición proteica, el ayuno y animales enfermos, o BN cero (equilibrio nitrogenado, en que la ingestión de nitrógeno es igual a la excreción. (Bondi y Drori, 1989).

## 2.2. NITRÓGENO METABÓLICO FECAL (NMF)

La proteína microbial sintetizada en el rumen, la proteína del alimento no degradada en el rumen y la proteína endógena, contribuyen al paso de proteína metabolizable al intestino delgado. Las fuentes de proteína endógena que pueden contribuir a la proteína duodenal incluyen: 1) mucoproteínas en la saliva, 2) células epiteliales del aparato respiratorio, 3) células y restos de células de la boca, esófago, retículo-rumen, omaso y abomaso, y 4) secreciones enzimáticas del tubo digestivo. Probablemente, las tres primeras fracciones son degradadas por los microorganismos ruminales y no llegan al duodeno. La contribución de las

restantes fracciones al conjunto de proteína presente en duodeno es importante y se expresa en forma proporcional al consumo de materia seca. Esta fracción proteica es una pérdida parcialmente compensada porque es redigerida en intestino delgado y se incorpora al conjunto de proteína metabolizable. (NRC, 2001).

El nitrógeno metabólico fecal (NMF) consta de bacterias y componentes de bacterias sintetizadas en el intestino grueso (ciego), células queratinizadas, residuos de enzimas digestivas y otros compuestos. La estimación del nitrógeno metabólico fecal (NMF), es difícil de obtener cuando se usan dietas libres de nitrógeno, (García, 1992). La cantidad de NMF suele expresarse en función de la materia seca ingerida. La cantidad de NMF es de 4 – 6 g/kg materia seca consumida en rumiantes adultos (Bondi y Drori, 1989).

Choque (2016), en llamas machos de dos años de edad muestra sus resultados para nitrógeno metabólico fecal fue 0.084 g/100g de MSC (materia seca consumida),  $0.0027 \text{ g/kgW}^{0.75}$  y de la misma forma (Surco, 2016), indica que el nitrógeno endógeno urinario fue 0.423 g/100g de MSC (materia seca consumida),  $0.180 \text{ g/kgW}^{0.75}$ ,  $0.180 \text{ g/kg W}^{0.75}$  en llamas de un año de edad.

Ramírez *et al.* (2015), mostraron resultados en alpacas en crecimiento de nitrógeno metabólico fecal de  $0.091 \text{ g/kgW}^{0.75}$  equivalente a  $91 \text{ mg/kgW}^{0.75}$ .

Trabajos sobre exigencias netas de proteína para mantenimiento y ganancia de peso en cabritos Saanen en crecimiento obtuvo las

perdidas NMF de N, fue de 211 mg/ $0.75$ /día, correspondiendo a exigencia neta de proteína de 1,32 g/Kg $0.75$  de N. Los valores de exigencia para proteína metabolizable, digestible y cruda para mantenimiento fueron de 1,32; 2,50 y 4,32 g/kg $0.75$ /día, respectivamente. (Medeiros *et al.*, 1998).

Las relaciones entre las características de la dieta y las pérdidas de nitrógeno fecal fueron *examinados* utilizando datos de 25 raciones suministradas a ovejas merino. El nitrógeno metabólico fecal (NMF) vario desde 153 hasta 280 mg/Kg  $W^{0.75}$ , cada vez mayor ( $P < 0,05$ ) con niveles crecientes de materia orgánica digestible (MOD) de admisión ( $r = 0.96$ ). El nitrógeno endógeno total se mantuvo relativamente constante, lo que indica que las heces son vía complementaria para la excreción de los compuestos de nitrógeno reciclables. (Giráldez *et al.*, 1997).

Introdujo una técnica con novillos que implicaba graficar el nitrógeno total ingerido como una función del nitrógeno total excretado en las heces mediante el uso de raciones que variaban en su contenido proteico, pero manteniendo constante la ingesta de alimento. La línea recta obtenida se extrapolaba al punto cero (0) de ingesta de proteína, y llegaba a estimar la excreción de NMF para ese nivel de ingesta de alimento. Como resultado de este y de otros estudios, obtuvo un valor que oscilaba de 0.545 a 0.576 g de nitrógeno por 100 g de materia seca ingerida (alrededor de 5 mg por gramo). Esto es más del doble que el valor para las ratas, lo que parece lógico ya que tanto los residuos microbianos como la descamación intestinal, supuestamente, son mayores en rumiantes. (Titus, 1927).



### 2.3. NITRÓGENO ENDÓGENO URINARIO (NEU)

Todas las proteínas de los tejidos y líquidos de los animales experimentan cambios catabólicos y anabólicos continuos. Puesto que parte de la proteína catabolizada (o el nitrógeno) se pierde, los animales tienen necesidades proteicas de mantenimiento que son independientes del nivel de producción o del contenido en proteína de los productos (leche, fibra y tejidos). (García, 1992).

Existe un catabolismo nitrogenado esencial mínimo debido al mantenimiento de los procesos vitales del organismo, como es el caso de la energía. Este catabolismo mide, como la excreción urinaria mínima bajo la dieta libre de nitrógeno y con una energía adecuada, llamándose Nitrógeno Endógeno Urinario (NEU). Una vez instaurado un régimen libre de nitrógeno, el nitrógeno urinario disminuye gradualmente. Cuando se ha llegado a post-absorción respecto a la proteína existen aún “depósitos proteicos” que se deben eliminar, al menos en parte, antes de alcanzar el valor endógeno mínimo. Por lo tanto, mientras mayor haya sido el nivel nutricional previo, más grande será la reserva proteica, y más prolongado el tiempo para alcanzar el nivel mínimo. En la rata este estado puede alcanzarse en una semana si inicialmente se había alimentado con una dieta previa elevada en proteínas. El NEU mínimo es el menor desperdicio nitrogenado que produce el organismo. (Maynard *et al.*, 1992).

El nitrógeno endógeno urinario (NEU) mostró el comportamiento contrario, con una disminución de 181 a 76 mg/kgW<sup>0.75</sup> a diferencia de NMF, lo que podría ser atribuible al reciclaje de urea en el tubo digestivo. El nitrógeno

endógeno total se mantuvo relativamente constante, lo que indica que las heces y la orina son vías complementarias para la excreción de los compuestos de nitrógeno reciclables (Giráldez *et al.*, 1997).

Choque (2016), en llamas machos de dos años de edad muestra sus resultados para nitrógeno endógeno urinario fue  $0.0069 \text{ g/kg } W^{0.75}$  y de la misma forma (Surco 2016), indica que el nitrógeno endógeno urinario fue de  $0.183 \text{ g/kg } W^{0.75}$  en llamas de un año de edad. (Ramírez *et al.*, 2015), en su trabajo realizado mostraron que el nitrógeno endógeno urinario fue de  $0.2347 \text{ g/kg } W^{0.75}$  que equivale a  $23.47 \text{ mg/ kg } W^{0.75}$  en alpacas en crecimiento.

Para poder llegar al verdadero del NEU, es necesario que el animal reciba una dieta adecuada en energía, pues de otra manera el NEU excretado puede incluir alguna proteína corporal que fue degradada para promover energía, y sería mayor del valor representativo del catabolismo nitrogenado esencial mínimo. Aun cuando en teoría la medición del metabolismo del NEU mínimo parece sencilla, en la práctica es difícil obtener valores dignos de confianza, en particular con ciertas especies. Con frecuencia no solo es variable sino que también insume mucho tiempo llegar a lo que puede ser considerado como un valor mínimo constante, y a menudo es imposible conseguir que los animales consuman lo suficiente de una dieta libre de nitrógeno durante periodos prolongados. Cualquier variación apreciable en la ingesta de una dieta de este tipo anula la validez de los resultados. (Brody *et al.*, 1934) confirmaron que el nitrógeno endógeno urinario en animales adultos está relacionado con el peso corporal metabólico por la

misma potencia que el metabolismo basal, tal como se indica en la fórmula siguiente:

$$\text{NEU mg/d} = 146W\text{kg}^{0.75}$$

La urea presente en el plasma también se elimina por vía renal: más del 60 % de la urea plasmática es eliminada vía renal, y esta cantidad representa aproximadamente el 85 % del nitrógeno urinario. La eliminación renal es también la vía principal de los compuestos nitrogenados no ureicos. Aproximadamente el 98 % de la alantoína presente en la orina deriva del catabolismo de las purinas microbianas. La creatinina y la metil-histidina se encuentra en una concentración media de 6 y 0.7 mg por kg de peso vivo, respectivamente. (Martínez, 2002).

El NEU, se produce por el catabolismo de proteínas y representa la cantidad menor de pérdida de nitrógeno corporal que se produce para mantener la continuidad de los procesos vitales. Es análogo al metabolismo basal, se ha encontrado que la cantidad de nitrógeno excretado está en función del peso metabólico del animal y que se excretan 300 a 400 mg de N por cada unidad de peso metabólico. (Orscov, 1988).

La expresión del NEU será:

$$\text{NEU mg/d} = 350^* W\text{kg}^{0.75},$$

Dónde:

W es peso vivo en kg.

Aron y Bondi (1988), definían como la excreción urinaria mínima de nitrógeno (MUN) es proporcional al peso metabólico y no al peso vivo. Por consiguiente la relación se expresa mediante la ecuación:

$$\text{MUN} = k \cdot W^{0.73}$$

En la que W es el peso vivo en kg, MUN se expresa en mg y k es un factor que depende del animal. En esta ecuación, el valor k varía de 80 a 200 para las diferentes especies y clases de animales, se ha propuesto cifras medias de 120 para el ganado vacuno adulto y 190 para los terneros jóvenes, (Aron y Bondi, 1988).

#### **2.4. NITRÓGENO ENDÓGENO DÉRMICO (NED)**

Las pérdidas de nitrógeno endógeno dérmicas (NED), se refiere a la renovación de la capa, crecimiento de pelos, lana, fibra, uñas, pezuñas, cascos, plumas, descamación de la piel, secreciones de glándulas sebáceas y otros tejidos epidérmicos expresándose normalmente en función del peso vivo metabólico, (Cañas, 1998; Martínez, 2002); proceso que continúa a través de toda la vida, a pesar de que el consumo proteico no sea adecuado para el mantenimiento del cuerpo en su conjunto. (NRC, 2001). Como ejemplo extremo se cita el hallazgo de (Mitchell et al., 1931), quienes descubrieron que los ovinos alimentados con una dieta inadecuada durante 200 días se encontraban continuamente en un balance nitrogenado y energético negativo. No obstante, se producía un crecimiento apreciable de la lana y su contenido de proteína era normal. Este crecimiento de la lana representó un aumento de 0.014 kg de proteína por día en el vellón por 100 kg de peso vivo, proporción cercana a lo normal que se logró a expensas de la destrucción de otros tejidos

proteicos del cuerpo.

Choque (2016), en llamas machos de dos años de edad muestra sus resultados para nitrógeno endógeno dérmico de 0.008 g/kg  $W^{0.75}$  y de la misma forma (Surco 2016), indica que el nitrógeno endógeno dérmico fue de y 0.0176 g/kg  $W^{0.75}$  en llamas de un año de edad.

Ramírez *et al.*, (2015), en alpacas en crecimiento (de 15 meses de edad) menciona que el NED es de 0.0025g/kg  $W^{0.75}$  que equivale a 2.5 mg/kg  $W^{0.75}$ , el mismo que fue ajustada con la regresión lineal de  $Y = 0.0001x + 0.0025$  entre el nitrógeno de pérdidas dérmicas g/kg  $W^{0.75}$  y nitrógeno digestible g/d. Las necesidades proteicas para reemplazar el nitrógeno perdido en la caspa (sudor, pelos, y demás pérdidas queratinosas) y para la producción de la lana, también dependen del peso metabólico. Por razones prácticas, es conveniente tenerlos en cuenta como parte de las necesidades de mantenimiento, a pesar de que la lana es un producto útil y no un producto de desecho; el valor “k” en la ecuación indica las pérdidas de la caspa y lana. Para mejor presentación y comprensión de la ecuación anterior denominaremos la excreción de nitrógeno endógeno dérmico (NED):

$$NED = k. Wkg^{0.75}$$

Dónde:

K=cantidad (mg) de nitrógeno endógeno dérmico total.

$Wkg^{0.75}$ = peso metabólico (peso vivo, kg elevado a 0.75)

(Aron y Bondi, 1988)

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. LUGAR

El trabajo de investigación se realizó en el Centro de Investigación y Producción La Raya (CIP La Raya), de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia (FMVZ), Universidad Nacional del Altiplano (U.N.A.) – Puno. Ubicado a 4237, en metros de altitud, entre las coordenadas 13°00' y 17° 18' de Latitud Sur, 71° 18' y 65°50' de Longitud Oeste del meridiano de Greenwich, una temperatura de 9.5°C a -4°C y una precipitación pluvial anual de 525.7 mm, a una altitud de 4 136 a 740 metros, (Senamhi, 2013), en el distrito de Santa Rosa, provincia Melgar, departamento Puno. Los análisis químicos se realizaron en el laboratorio de nutrición animal de la FMVZ- U.N.A. - Puno, Perú.

#### 3.2. INSTALACIONES

En CIP La Raya se construyeron 3 jaulas metabólicas de paneles metálicos para realizar las mediciones de consumo, digestibilidad, pérdidas y balance de nitrógeno, la cuantificación de las pérdidas de nitrógeno totales se evaluó en laboratorio de nutrición animal – FMVZ de la U.N.A. - Puno. Las medidas de las jaulas fueron de 0.60 m. de ancho x 2 metros de largo, suspendido a 0.6 metros de altura del piso, con puertas individuales cubiertos con un piso plastificado que fueron diseñadas con un sistema de colección de orina tipo embudo conectado a un recipiente para colectar orina, debajo del piso de doble malla alambrada; para separar las heces y orina, las paredes de las jaulas fueron revestidas con un material

de polietileno plástico para coleccionar pérdidas dérmicas, material experimental (anexo 44).

### 3.3. ANIMALES

Se utilizaron 03 alpacas hembras de la raza Huacaya, adulto de edad, color blanco, esquiladas, de un solo hato, con peso de 60.4, 49.2, 53.4 kg (Tabla 34), procedentes del CIP - La Raya, con alimentación al pastoreo en pastizales nativos con predominancia de gramíneas. Examen general, Actitud, aparentemente sano; Estado fisiológico, aparentemente normal, estado cárnico (4) bueno en todas, temperamento fue nervioso. El suministro de alimento se realizó dos veces al día en horario fijo de (8: am y 1 pm), la colección de heces, orina y pérdidas superficiales de tejidos se realizó una vez por día (6 a 7 am) antes de suministrar el alimento. Estos animales antes del experimento fueron desparasitados (triclabendazol 12.5%).

### 3.4. FORRAJES E INSUMOS ALIMENTICIOS

En la (anexo 2), se muestra el contenido de composición de la proteína cruda de los alimentos utilizados en la preparación de la mezcla en la dieta experimental. Se utilizaron forrajes tales como: paja de avena (*Avena sativa*) adquirido del distrito de Paucarcolla, paja de Ichu (*Stipa ichu*) cortado de las cabañas cercanas al CIP-La Raya, heno de alfalfa (*Medicago sativa*) adquirido de la ciudad de Pedregal-Majes (Arequipa), todos en estado fenológico maduro, estos forrajes fueron procesados mediante el molino picador forrajero y los insumos de premezclas minerales – vitaminas. Se determinaron materia seca, proteína cruda de insumos alimenticios, así mismo se determinó energía bruta de los forrajes

mediante la bomba de calorimetría; en este equipo se quemó muestras de forraje de peso conocido bajo condiciones controladas donde se registraron las temperaturas al inicio y al final de la ignición haciendo algunas correcciones.

**TABLA 2. COMPOSICIÓN QUÍMICA Y ENERGÍA BRUTA DE LOS ALIMENTOS *Stipa ichu*, *Avena sativa*, *Medicago sativa* (100% DE MATERIA SECA).**

FORRAJE	MS%	PC%	EB(Kcal/kg)	EM(Kcal/kg)
Paja de Avena	99.15	2.31	4606	2517
Paja de Ichu	98.36	2.93	4893	2674
Heno de Alfalfa	99.16	17.46	4697	2567
PROM	98.89	7.567	4732	2586

$$EM=0.5465*EB \text{ (NRC, 1984)}$$

MS, materia seca; PC, proteína cruda; EB, energía bruta; EM, energía metabolizable.

### 3.5. DIETAS

Se prepararon dietas, a base de pajas de: avena, ichu y heno de alfalfa y premezclas de minerales – vitaminas; con tres niveles de proteína cruda (PC): 4, 6 y 8 %. Sobre la base siguiente: para los rumiantes el nitrógeno metabólico fecal es por término medio 0.5 – 0.6 g/100 g de materia seca consumida, estos valores equivalen aproximadamente al 4 % de la proteína de la ración, de modo que el coeficiente de digestibilidad aparente para la proteína son negativos para las raciones



de los rumiantes que contienen menos del 4 % de PC, (Aron y Bondi, 1988). Las dietas experimentales fueron preparadas con diferente contenido de proteína cruda y con energía isocalórica.

Los mismos considerados como tratamientos; T1, T2, T3.

Tratamiento 1: dieta con 4 % de proteína cruda

Tratamiento 2: dieta con 6% de proteína cruda.

Tratamiento 3: dieta con 8% de proteína cruda.

**TABLA 3. CONTENIDO DE NUTRIENTES EN LAS DIETAS EXPERIMENTALES (BASE SECA)**

INSUMO	DIETA 4% DE PROTEINA TOTAL				DIETA 6% DE PROTEINA TOTAL				DIETA 8% DE PROTEINA TOTAL			
	M, kg	PC, %	EB, Mcal	EM, Mcal	M, kg	PC, %	EB, Mcal	EM, Mcal	M, kg	PC, %	EB, Mcal	EM, Mcal
Paja de Avena	48.5	1.42	216.83	118.49	41	0.95	183.31	100.16	35	1.03	156.48	85.51
Paja de Ichu	41	0.95	172.6	94.22	35	1.03	147.18	80.43	27	0.62	113.54	62.46
Heno de Alfalfa	9.5	1.66	41.13	22.48	23	4.02	99.57	54.42	37	6.46	160.18	87.54
Min-Vit	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0
TOTAL	100	4.03	430.56	235.19	100	6.00	430.06	235.01	100	8.11	430.2	235.51

M (kg), kilogramos de insumo en las dietas; PC%, porcentaje de proteína cruda; EB, energía bruta; EM, energía metabolizable (Mcal = 0.5465\*EB).

**Método microkjeldahl;** este método tiene tres etapas: digestión, destilación, titulación.

**Digestión:** llamado también sulfatación, se realizó por ebullición de una muestra homogénea en ácido sulfúrico. En este proceso, el carbono se convierte en tetróxido de carbono (CO<sub>4</sub>), el hidrogeno en agua (H<sub>2</sub>O), y el nitrógeno en sulfato de amonio ((NH<sub>4</sub>) SO<sub>4</sub>).

**Destilación:** es la separación del amonio capturado en el sulfato, por

adición de hidróxido de sodio (NaOH), con ayuda de calor. En este proceso el amonio ( $\text{NH}_4$ ) se convierte en amoniaco ( $\text{NH}_3$ ) gas libre y el sólido se combina con el sulfato, formándose sulfato de sodio ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ). El gas amoniaco ( $\text{NH}_3$ ) se recupera por destilación a vapor de agua (hidrato de amonio) hacia el receptor. Se utiliza una solución de ácido bórico al 2% para la recepción del amoniaco, formándose borato de amonio ( $(\text{NH}_4)_3\text{BO}_4$ ) como producto final de la destilación. A medida que se colecta el amoniaco, la solución de recepción cambia de color.

**Titulación:** en este proceso se mide la cantidad de amoniaco colectado en la solución de destilación. Utilizamos la solución estándar de ácido sulfúrico, de 0.0642 N para heces; 0.0669 N para orina; 0.0628N para fibra, siendo la normalidad de 0.050; 0.075; 0.1 N, dependiendo del contenido de nitrógeno en las muestras de alimento (Roque, 2012).

### 3.6. METODOLOGIA.

#### 3.6.1. NITRÓGENO METABÓLICO FECAL

##### 3.6.1.1. Consumo de nitrógeno.

Para determinar el consumo de nitrógeno, se realizó el acostumbramiento de las alpacas a la alimentación en jaulas metabólicas, fue ofreciéndoles desde el primer día las dietas correspondientes (4%, 6%, 8% de PC), en forma individual a cada alpaca, durante 7 días con la finalidad de acostumbramiento al nuevo ambiente, a la dieta, personal y manejo de los animales. El experimento tuvo dos periodos:

##### a. Periodo de acostumbramiento.

El primer periodo fue de acostumbramiento, las alpacas se

alimentaron con la finalidad de acostumbrar al consumo de la dieta durante 7 días dentro de las jaulas metabólicas a diferentes niveles de proteína en la ración con la finalidad de acostumbrar al cambio de dieta. El suministro de la dieta se realizó una vez por día en horario fijo de 7:00 am, la colección de heces, se realizó una vez por día (6 a 7 a.m.) antes de suministrar el alimento.

**b. Periodo experimental**

Los animales fueron estabulados en las jaulas metabólicas, en donde se alimentó durante 07 días con la misma dieta del acostumbramiento y está orientada a la medición del alimento consumido (alimento ofrecido menos alimento rechazado), como también la colección cuantitativa de las heces, Estos dos periodos se repitieron en las tres etapas del experimento. El suministro de las dietas fueron con 1.5% de peso vivo de las alpacas, las concentraciones de proteína cruda fueron 4, 6 y 8 % respectivamente, en las dietas se agregaron el suplemento comercial de vitaminas y minerales (Suplamin Difos)(tabla 12).

**3.6.1.2. EXCRECIÓN DE NITRÓGENO**

Para determinar la excreción total de nitrógeno en alpacas, se acondicionó las jaulas metabólicas mediante el tapizado del piso y forrado con material plastificado los laterales y el techo, para coleccionar el 100% de las heces defecadas por el animal /24 horas. Para la colección de heces se equiparon un sistema de

colección de rejilla de 2.5 cm x 2.5 cm, fue 50 cm de ancho y 60 cm de largo con una canastilla de malla fina para coleccionar todas las heces/24 horas.

La excreción de nitrógeno en alpacas alimentadas con dietas a diferentes niveles de proteína, se cuantificó en primera instancia el nitrógeno consumido de la dieta por cada animal y luego la cantidad de nitrógeno en heces.

Los cálculos de cada uno de las pérdidas de nitrógeno se realizaron mediante la regresión lineal, (Elliott y toppe, 1963). El nitrógeno metabólico fecal expresada en g/d, g de materia seca consumida/día, se determinó con la ecuación de regresión lineal de la siguiente manera.

**a. Cálculo de nitrógeno metabólico fecal (NMF)**

Se determinó mediante la regresión lineal entre el nitrógeno consumido, g/d (X) y el nitrógeno de heces/100 g de materia seca consumida (Y), y con la ecuación de regresión lineal se obtuvo la cantidad de NMF por extrapolación a cero ( $X = 0$ ) de consumo de nitrógeno.

$$Y = a + bX$$

Dónde:

Y = nitrógeno fecal g/d

a = Constante de la regresión

b = Pendiente de la regresión

X = Nitrógeno consumido, g/d

### 3.6.2. NITRÓGENO ENDÓGENO URINARIO

#### 3.6.2.1. Consumo de nitrógeno.

Para determinar el consumo de nitrógeno, se realizó el acostumbramiento de las alpacas a la alimentación en jaulas metabólicas, fue ofreciéndoles desde el primer día las dietas correspondientes (4%, 6%, 8% de PC), en forma individual a cada alpaca, durante 7 días con la finalidad de acostumbramiento al nuevo ambiente, a la dieta, personal y manejo de los animales. El experimento tuvo dos periodos:

##### a) Periodo de acostumbramiento.

El primer periodo fue de acostumbramiento, las alpacas se alimentaron con la finalidad de acostumbrar al consumo de la dieta durante 7 días dentro de las jaulas metabólicas a diferentes niveles de proteína en la ración con la finalidad de acostumbrar al cambio de dieta. El suministro de la dieta se realizó una vez por día en horario fijo de 7:00 am, la colección de orina, se realizó una vez por día (6 a 7 a.m.) antes de suministrar el alimento.

##### b) Periodo experimental

Los animales fueron estabulados en jaulas metabólicas, en donde se alimentó durante 07 días con la misma dieta del acostumbramiento y está orientada a la medición del alimento consumido (alimento ofrecido menos alimento rechazado), como

también la colección cuantitativa de la orina, Estos dos periodos se repitieron en las tres etapas del experimento. El suministro de las dietas fueron con 1.5% de peso vivo de las alpacas, las concentraciones de proteína cruda fueron 4, 6 y 8 % respectivamente, en las dietas se agregaron el suplemento comercial de vitaminas y minerales (Suplamin Difos)(Anexo 12).

### 3.6.2.2. EXCRECIÓN DE NITRÓGENO

Para determinar la excreción total de nitrógeno en alpacas, se acondicionó las jaulas metabólicas mediante el tapizado del piso y forrado con material plastificado los laterales y el techo, para coleccionar el 100% de orina eliminada por el animal. La colección de orina fue cada 24 horas, se utilizó un embudo colector que por gravedad fue coleccionado en un recipiente que estuvo debajo de las jaulas metabólicas.

Los cálculos de cada uno de las pérdidas de nitrógeno se realizaron mediante la regresión lineal, (Elliott y toppe, 1963). El nitrógeno endógeno urinario fue expresado en  $KW^{0.75}$ , según la ecuación:  $(mg/dia) = Kg W^{0.75}$  (donde W se expresa en Kg de peso vivo) y el factor "K" para el nitrógeno endógeno urinario. Cada una de las pérdidas se determinó con la ecuación de regresión lineal de la siguiente manera.

#### a) *Cálculo de nitrógeno endógeno urinario (NEU)*

El cálculo de NEU se realizó mediante la regresión lineal entre el nitrógeno urinario  $g/kg W^{0.75}$  (Y) y nitrógeno consumido  $g/d$  (X),

y con la ecuación de regresión lineal se determinó la cantidad de NEU por extrapolación a cero ( $X = 0$ ) de nitrógeno consumido.

$$Y = a + bX$$

Dónde:

Y = Nitrógeno en orina, g/d

a = Constante de la regresión

b = Pendiente de la regresión

X = Nitrógeno consumido, g/d

### 3.6.3. NITRÓGENO ENDÓGENO DÉRMICO

#### 3.6.3.1. Consumo de nitrógeno.

Para determinar el consumo de nitrógeno endógeno dérmico, se realizó el acostumbramiento de las alpacas a la alimentación en jaulas metabólicas, fue ofreciéndoles desde el primer día las dietas correspondientes (4%, 6%, 8% de PC), en forma individual a cada alpaca, durante 7 días con la finalidad de acostumbramiento al nuevo ambiente, a la dieta, personal y manejo de los animales. El experimento tuvo dos periodos:

##### a) Periodo de acostumbramiento.

El primer periodo fue de acostumbramiento, las alpacas se alimentaron con la finalidad de acostumbrar al consumo de la dieta durante 7 días dentro de las jaulas metabólicas a diferentes niveles de proteína en la ración con la finalidad de acostumbrar al

cambio de dieta. El suministro de la dieta se realizó una vez por día en horario fijo de 7:00 am, la colección de orina, se realizó una vez por día (6 a 7 a.m.) antes de suministrar el alimento.

**b) Periodo experimental**

Los animales fueron estabulados en jaulas metabólicas, en donde se alimentó durante 07 días con la misma dieta del acostumbramiento y está orientada a la medición del alimento consumido (alimento ofrecido menos alimento rechazado) como también la colección cuantitativa de pérdidas superficiales de tejidos (fibra, descamaciones epiteliales dérmicas, restos de uña y glándulas sebáceas).

Estos dos periodos se repitieron en las tres etapas del experimento, el suministro de las dietas fueron con 1.5% de peso vivo de las alpacas, las concentraciones de proteína cruda fueron 4, 6 y 8 % respectivamente, en las dietas se agregaron el suplemento comercial de vitaminas y minerales (Suplamin Difos)(Anexo 12).

**3.6.3.2. EXCRECIÓN DE NITRÓGENO**

Para determinar la excreción total de nitrógeno en alpacas, se acondicionó las jaulas metabólicas mediante el tapizado del piso y forrado con material plastificado los laterales y el techo, para coleccionar el 100% de orina eliminada por el animal. La colección de orina fue cada 24 horas, se utilizó un embudo colector que por gravedad fue coleccionado en un recipiente que estuvo debajo de las jaulas metabólicas.



Los cálculos de cada uno de las pérdidas de nitrógeno se realizaron mediante la regresión lineal, (Elliott y toppe, 1963). El nitrógeno endógeno dérmico fue expresado en  $KW^{0.75}$ , según la ecuación:  $(\text{mg/día}) = K W^{0.75}$  (donde W se expresa en Kg de peso vivo) y el factor “K” para el nitrógeno endógeno urinario. Cada una de las pérdidas se determinó con la ecuación de regresión lineal de la siguiente manera.

**a. Cálculo de nitrógeno endógeno dérmico (NED)**

El cálculo de NED se realizó mediante la regresión lineal entre nitrógeno de pérdidas dérmicas,  $\text{g/Kg } W^{0.75}$  (Y) y nitrógeno consumido  $\text{g/d}$  (X), y con la ecuación de regresión lineal se determinó la cantidad de NED por extrapolación a cero ( $X = 0$ ) de nitrógeno consumido.

$$Y = a + bX$$

Dónde:

Y = Nitrógeno dérmico,  $\text{g/ Kg } W^{0.75}$

b = Pendiente de la regresión

a = Constante de la regresión

X = Nitrógeno consumido  $\text{g/d}$

#### 3.6.4. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

En la interpretación de los resultados de excreción de nitrógeno fecal, excreción de nitrógeno urinario y pérdidas de nitrógeno dérmico; se analizaron a través de un diseño cuadro latino 3x3, donde los factores fueron: Etapas (Filas), alpacas (columnas) y

dietas (tratamiento), sujeto al modelo aditivo lineal fijo (Kuehl, 2001), en caso de significancia de la prueba F ( $\alpha = 0.05$ ), los promedios se analizaron con la prueba de comparación de Duncan.

$$Y_{ijkl} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \tau_k + \epsilon_{ijkl}$$

Dónde:

$Y_{ijkl}$  = Variable de respuesta

$\mu$  = Media general

$\alpha_i$  = Factor entre etapas: I, II, III (Filas)

$\beta_j$  = Factor entre animales: 3 alpacas (Columnas)

$\tau_k$  = Factor entre dietas: 4, 6, 8 % Proteína Cruda (Tratamientos)

$\epsilon_{ijkl}$  = Error experimental

$$Y_{ij} = \beta_0 + \beta_1 X + e_{ij}$$

Dónde:

$Y_{ij}$  = Variable respuesta: Perdidas de nitrógeno (NMF, NEU y ND).

$X$  = Variable explicatoria: consumo de nitrógeno.

$\beta_0$  = Intercepto de la regresión

$\beta_1$  = Pendiente de la regresión

$e_{ij}$  = Error de la regresión

### DISEÑO CUADRADO LATINO 3X3 = 9.

	ALPACA 1	ALPACA 2	ALPACA 3
ETAPA I	4%	6%	8%
ETAPA II	6%	8%	4%
ETAPA III	8%	4%	6%

#### 3.6.4.1. Variables

La variable independiente fue el nitrógeno ingerido (NI) y las

variables dependientes fueron nitrógeno metabólico fecal (NMF), nitrógeno endógeno urinario (NEU) y nitrógeno dérmico (ND). Las unidades de medida de las variables de: NMF, NEU y ND fueron registrados en g/animal/ día y en g/Wkg<sup>0.75</sup>

#### 3.6.4.2. VARIABLES DE MEDIDA

- Nitrógeno fecal (NF), g/d, g/100g CMS/d, y kg W<sup>0.75</sup>
- Nitrógeno metabólico fecal (NMF), kg W<sup>0.75</sup>
- Nitrógeno urinario (NU), g/d, % y g/kg W<sup>0.75</sup>
- Nitrógeno endógeno urinario (NEU), kg W<sup>0.75</sup>
- Nitrógeno dérmico (ND), g/d, % y g/kg W<sup>0.75</sup>
- Nitrógeno endógeno dérmico (NED), kg W<sup>0.75</sup>

Dónde: kgW<sup>0.75</sup> = Peso metabólico

**IV. RESULTADOS Y DISCUSION.**

**4.1. EXCRECIÓN DE NITRÓGENO METABOLICO FECAL (NMF)**

Los resultados de nitrógeno metabólico fecal, fueron de 4.18, 4.35, 4.92 g/d para las dietas de 4%, 6% y 8% de proteína cruda, estos valores encuentran en la tabla 7. Estos al análisis estadístico no mostraron diferencia significativa ( $P \geq 0.05$ ). esto fue debido quizá a la homogeneidad del manejo de los animales, especie y peso metabólico similar entre alpacas.

El nitrógeno metabólico fecal (NMF) obtenidos en la Tabla 07 y Gráfico 1 fue de 3.3458 g/d (3345.8 mg/d) y 0.335 g/100 MSC (335 mg/100 g MSC) estos resultados en alpacas son bajos entre los valores mencionados (0.5 - 0.6 g/100 g de MSC) por (Bondi y Drori, 1988) en rumiantes (ovino y bovinos).

**TABLA 4. NITRÓGENO METABÓLICO FECAL (NMF) EN ALPACAS HEMBRAS**

<b>Variables</b>	<b>4% PT</b>	<b>6% PT</b>	<b>8% PT</b>
Materia seca consumida(MSC), g/d	795.67	778.67	781.67
Peso metabólico, $kgW^{0.75}$	19.97	20	20.3
Nitrógeno consumido, g/d	5.09	7.48	10.01
<b>Nitrógeno excretado en heces:</b>			
Materia seca excretada, g/d	323.67	333.67	362
Nitrógeno en heces, %	1.29	1.30	1.36
Nitrógeno fecal, g/d	4.18	4.35	4.92
Nitrógeno fecal, g/100g MSC	0.53	0.56	0.63
Nitrógeno fecal, $g/kgW^{0.75}$	0.21	0.22	0.24
Nitrogeno metabolico fecal (NMF), g/d		3.346	
Nitrógeno metabólico fecal $g/kgW^{0.75}$		0.177	

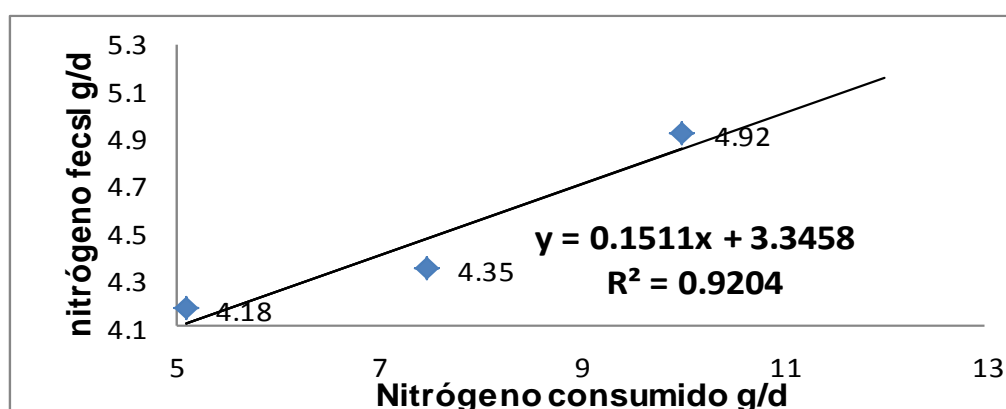
El nitrógeno metabólico fecal (NMF), fue de 0.177 g/kg  $W^{0.75}$ , (177 mg/ kg  $W^{0.75}$ ), de 0.420 g NMF/100g CMS, (420 mg/100g CMS y 3.346g NMF g/d,

los valores de NMF fue estimada por la ecuación de regresión lineal  $Y=0.1511X+3.2358$  con  $R^2=0.9204$ , el coeficiente de determinación ( $R^2$ ), indica una alta relación entre nitrógeno consumido y nitrógeno excretado fecal.

Ramírez et al, (2015), reportaron  $0.091 \text{ g/kgW}^{0.75}$  ( $91 \text{ mg/kgW}^{0.75}$ ) en alpacas en crecimiento, valores que fueron mucho menor al presente trabajo, esto se puede deberse a la especie, clase animal, principalmente por efecto de la edad.

Bondi y Drori, (1988), en rumiantes (ovinos y bovinos), donde indica que la cantidad de nitrógeno metabólico fecal es de  $0.4 - 0.6 \text{ g/100g CMS}$ , los cuales son inferiores a los resultados del presente estudio de investigación.

### GRAFICO 1. REGRESIÓN LINEAL DE PÉRDIDAS DE NITRÓGENO FECAL SOBRE EL NIVEL DE NITRÓGENO CONSUMIDO EN ALPACAS HEMBRAS



Giráldez et al, (1997), el NMF varía desde  $153$  a  $280 \text{ mg/kg W}^{0.75}$ , comparando valores fue menor a lo obtenido en el presente estudio de  $0.177 \text{ g/kg W}^{0.75}$ ; ( $177 \text{ mg/Kg.W}^{0.75}$ ).

Choque (2016), encontró 0.149 g/100g MSC (149 mg/100g MSC) y 0.156 g/Wkg<sup>0.75</sup> (156 mg/Wkg<sup>0.75</sup>) de NMF en llamas machos de dos años de edad alimentados con dietas de 4, 6 y 8% de PT; estos resultados son inferiores a los encontrados en el presente estudio por ser de otra especie.

Surco (2016), reporto 0.4225 g/100g MSC (422.5 mg/100g MSC) y 0.18 g/Wkg<sup>0.75</sup> (180mg/Wkg<sup>0.75</sup>) de NMF en llamas machos de un año de edad alimentados con dietas de 4, 6 y 8% de PT; estos resultados fueron superiores a los encontrados en el presente estudio por ser de otra especie.

#### 4.2. NITRÓGENO ENDÓGENO URINARIO

Los resultados de excreción de nitrógeno urinario se muestra en la Tabla 8, donde los animales mostraron valores de: 4.85, 5.39 y 7.47 g/d para las dietas de 4, 6 y 8% de proteína total respectivamente. Estos analizados estadísticamente no mostraron diferencias estadística significativas ( $P \geq 0.05$ ).

En la Tabla 8 y grafico 2 se observa los resultados de NEU, en alpacas de cuatro años edad que fue 0.102 g/d (102 mg/d/Wkg<sup>0.75</sup>), este resultado del presente estudio está dentro del rango a lo mencionado por (Giraldez et al, 1997), en donde NEU en ovejas merino es de 76 a 181mg/Wkg<sup>0.75</sup>; esta diferencia se atribuye el reciclaje de urea por la saliva que pasa directamente por vía sanguínea a los compartimentos I y II, lo que indica que las heces y la orina son vías complementarias para la excreción de los compuestos de nitrógeno reciclable (Titus, 1927).

**TABLA 5 . NITRÓGENO ENDÓGENO URINARIO (NEU) EN ALPACAS**  
**HEMBRAS**

<b>DIETAS, % PC</b>	<b>4%</b>	<b>6%</b>	<b>8%</b>
Peso vivo final, kg	54.2	54.3	55.4
Peso metabólico, kgW <sup>0.75</sup>	19.97	20	20.3
Nitrógeno consumido, g/d	5.09	7.48	10.01
<b>Nitrógeno excretado en orina:</b>			
Orina excretada, ml/d	404.76	486.426	550.477
Nitrógeno urinario, %	1.12	1.22	1.43
Nitrógeno urinario, g/d	4.85	5.39	7.47
Nitrógeno urinario, g/kgW <sup>0.75</sup>	0.243	0.270	0.368
Nitrógeno Endógeno Urinario, g/d (x=0 NC)		0.0997	
Nitrógeno endógeno urinario, g/kgW <sup>0.75</sup> (x=0 NC)		0.102	

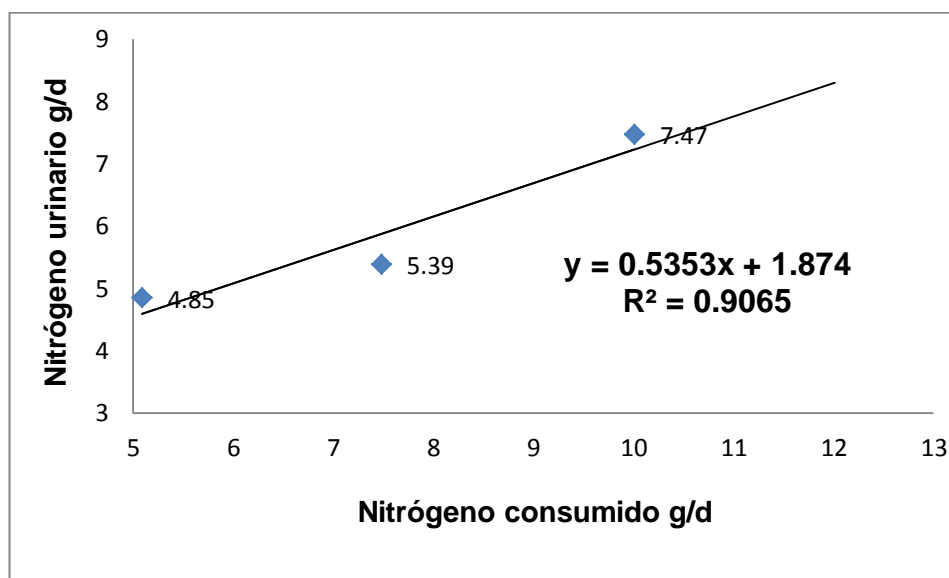
Así mismo estos resultados son menores alas de 1 año de edad con 1.81, 3.12 y 3.25 g/kg W<sup>0.75</sup> para las dietas 4,6 y 8%, respectivamente, (Surco, 2016), además estos resultados obtenidos, fueron similares a los resultados de (Choque, 2016), donde el consumo de nitrógeno en llamas de 2 años fue: 2.31, 3.44 y 3.50 g N/kg W<sup>0.75</sup> para 4, 6 y 8% PT.

Estas diferencias se atribuirían al efecto de la especie de camélidos, debido en especial las alpacas consumen menor cantidad de materia seca, por ende menor consumo de nitrógeno g/d o por peso metabólico.

Ramírez *et. al.*, (2015) reporta mayor excreción de NEU de: 0.2347 g/kg W<sup>0.75</sup> (23.47 mg/ kg W<sup>0.75</sup>) en alpacas en crecimiento (15 meses de edad), estos resultados son superiores a los encontrados en el presente estudio.

Aron y Bondi, (1988).Sin embargo el NEU en ovejas merino, fue de 76 a 181 mg/ kg W<sup>0.75</sup>, los resultados encontrados en el presente estudio están dentro de los valores mencionados.

**GRAFICO 2. REGRESIÓN LINEAL DE LA PÉRDIDAS DE NITRÓGENO  
URINARIO SOBRE EL NIVEL DE NITRÓGENO CONSUMIDO EN  
ALPACAS HEMBRAS**



El valor de 102 mg NEU/kg  $W^{0.75}$  en alpacas fue menor a los rangos mencionados por (Orscov, 1988), en donde la cantidad de nitrógeno endógeno excretado en rumiantes está en función al peso metabólico del animal y que se excretan de 300 a 400 mg/ kg  $W^{0.75}$  (por cada unidad de peso metabólico), esta diferencia quizás se debe a que las alpacas excretan menor cantidad de nitrógeno corporal (endógeno); debido a que los camélidos en general están adaptados a condiciones críticas nutricionales, por tanto retienen el nitrógeno o proteína total, haciendo el reciclaje de nitrógeno (por saliva y directamente al C I y II). En cambio está dentro de los valores (80-200 mg/kg $W^{0.73}$ ) mencionado por (Aron y Bondi, 1988).



#### 4.3. NITRÓGENO ENDÓGENO DÉRMICO

Los resultados de excreción de nitrógeno en pérdidas dérmicas se muestra en la Tabla 9, donde los animales mostraron valores de: 0.048, 0.52 y 0.06 g/d para las dietas de 4, 6 y 8% de PT respectivamente. Estos analizados estadísticamente no fueron significativas ( $P \geq 0.05$ ); dado que las pérdidas dérmicas no guardan relación con el aporte y balance de nitrógeno, la renovación y crecimiento de pelos se produce a expensas de otros tejidos del cuerpo (Bautista, 2009).

El nitrógeno endógeno dérmico en alpacas de cuatro años fue de 0.0349 g/d (34.9mg/d) y  $0.0017 \text{g/Wkg}^{0.75}$  ( $1.7 \text{mg/Wkg}^{0.75}$ ) (tabla 09), estos datos son inferiores a los encontrados por (Ramírez, 2015) en alpacas en crecimiento (de 15 meses de edad) quien reporto  $0.0025 \text{g/Wkg}^{0.75}$ , lo que equivale a  $2.5 \text{mg/Wkg}^{0.75}$ . Esta diferencia podría ser atribuida a la especie de camélidos y al nivel de altitud; puesto que el presente trabajo se realizó a 4237 metros de altitud, mientras que Ramírez (2015) realizó el trabajo a 3828 de altitud, de esta forma las condiciones climáticas en altura aumentan el crecimiento y renovación de fibra para proteger al animal de las inclemencias climáticas aumentando por ende las pérdidas de estas.

Choque (2016), encontró 0.2919 g/d (291.9 mg/d) y  $0.008 \text{g/Wkg}^{0.75}$  ( $8 \text{mg/Wkg}^{0.75}$ ) de NED en llamas machos de dos años de edad alimentados con dietas de 4, 6 y 8% de PT; estos resultados son superiores a los encontrados en el presente estudio.

TABLA 6. NITRÓGENO ENDÓGENO DÉRMICO (NED) EN ALPACAS

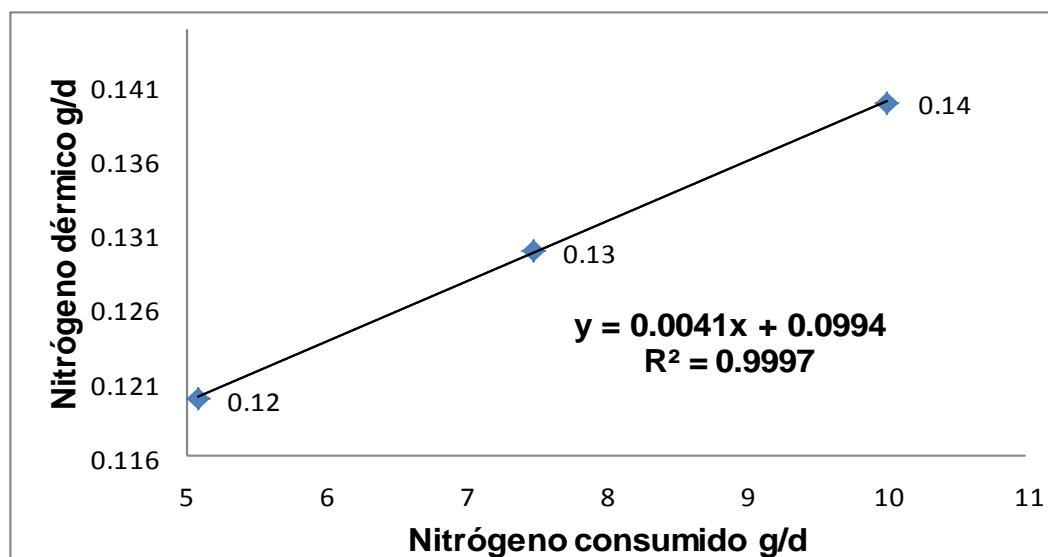
## HEMBRAS

VARIABLES	4% PT	6% PT	8% PT
Peso metabolico, $\text{kgW}^{0.75}$	19.97	20	20.3
Nitrogeno consumido, g/d	5.09	7.48	10.01
<b>Nitrogeno de perdidas dermicas:</b>			
Perdidas dermicas, g/d	0.243	0.262	0.291
Nitrogeno dermico, %	19.83	19.82	20.657
Nitrogeno dermico, g/d	0.048	0.052	0.06
Nitrogeno dermico, $\text{g/kgW}^{0.75}$	0.0024	0.0026	0.0030
Nitrogeno metabolico dermico, g/d (x=0 NC)		0.0349	
Nitrogeno metabolico dermico, $\text{g/kgW}^{0.75}$ (x=0 NC)		0.0017	

Esta diferencia se atribuye a la mayor cantidad en gramos de pérdidas dérmicas colectadas durante su estudio de 2.381, 2.395 y 2.400 g/d para dietas con 4, 6 y 8 % de PT respectivamente, comparados con los obtenidos en el presente estudio de 0.048, 0.052 y 0.06 g/d para dietas con 4, 6, y 8 % de PT respectivamente siendo inferiores.

Estos resultados son menores a los de 1 año de edad con 1.81, 3.12 y 3.25  $\text{g/kg W}^{0.75}$  para las dietas 4,6 y 8%, respectivamente, (Surco, 2016).

**GRAFICO 3. REGRESIÓN LINEAL DE LA PÉRDIDA DE NITRÓGENO  
DÉRMICO SOBRE EL NIVEL DE NITRÓGENO CONSUMIDO EN  
ALPACAS HEMBRAS**



Aron y Bondi (1988), menciona que las necesidades proteicas para reemplazar el nitrógeno perdido en la caspa (sudor, pelos y demás pérdidas queratinosas) y para la producción de la lana, también depende del peso metabólico. Por razones prácticas, es conveniente tenerlos en cuenta como parte de las necesidades de mantenimiento, a pesar que la lana es un producto útil y no un producto de desecho; el valor “k” en la ecuación indica las pérdidas de la caspa y lana. Los incrementos aproximados para k en relación con las pérdidas de nitrógeno en la caspa y para la producción de lana, son de 20 y 50, respectivamente. Los resultados del presente estudio estarían muy debajo del rango mencionado por (Aron y Bondi, 1988), ya que en el estudio se determinó exclusivamente la pérdidas dérmicas en forma natural mas no se incluye

la producción de fibra animal, también se deben considerar que son alpacas esquiladas al año.

## V. CONCLUSIONES

- La pérdida de nitrógeno metabólico fecal (NMF) fue de 3.46g/d, (346 mg/d).
- La pérdida nitrógeno endógeno urinario (NEU), fue 0.102 g/d, (102 mg/d kgW<sup>0.75</sup>).
- La pérdida de nitrógeno endógeno dérmico (NED), fue 0.0017 g/d, (1.7 mg/d kgW<sup>0.75</sup>).

## VI. RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar trabajos de pérdida de nitrógeno endógeno: fecal, urinario, dérmico, en alpacas suris de esta misma edad.
- Determinar pérdidas de nitrógeno endógeno con pastizales por época de lluvia y seca.

## VII. REFERENCIAS

- ARON, A., y BONDI, (1988). Nutrición Animal. Edición en Lengua Española. ZARAGOZA, España: Editorial ACRIBIA, S. A.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. (AOAC) (1990). Official Methods of Analysis. 15<sup>th</sup> Ed. Edited by Kenneth Helrich. Arlington, Virginia. 1117pp.
- BAUTISTA, J.L. (2009). Determinación de los requerimientos de proteína de mantenimiento y crecimiento de alpaca (Lama pacos) mediante la técnica de sacrificio comparativo. Tesis Doctoris Philosophiae. UNALM, Lima, Perú.
- BEROLATTI, G. R. (2009). Balance de nitrógeno con la mezcla de heno de alfalfa y heno de avena en Alpacas. Tesis de Médico Veterinario Zootecnista, Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Perú. 45p.
- BONDI, A. y D. DRORI. ( 1989). Nutrición animal; metabolismo proteico en los rumiantes. Editorial Acribia, S.A. Zaragoza, España.545 p.
- BRODY, S.; R.C. PROCTER; and U.S. ASHWORTH. (1934). Growth and development XXXIV: Basal metabolism, with particular reference to the estimation of the maintenance requirement of protein. J. Nutrition, 9: 403-433.
- CAÑAS, R. (1998). Alimentación y Nutrición Animal. Santiago, Chile. p. 123.
- CHAMBI, J. (2005). Balance de nitrógeno en alpacas alimentadas con heno de avena y heno de alfalfa. Tesis de Médico Veterinario Zootecnista, Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Perú.
- CHOQUE, F. (2006). Balance nitrógeno, digestibilidad y valor biológico en llamas alimentadas con henos de avena y alfalfa en época seca. Tesis de Médico Veterinario Zootecnista, Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Perú.

- CHOQUE, Y. R. (2016). Determinación de nitrógeno metabólico fecal, endógeno urinario y dérmico en llamas (*Lama glama*) de dos años de edad. Tesis de Médico Veterinario Zootecnista, Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Perú.
- COBLENTZ, W.K.; K.P. COFFEY; J.E. TURNER; D.A. SCARBROUGH; J.S. WEYERS; K.F. JARRISON; Z.B. DANIELS; C.F. ROSENKRANS; D.W. KELLONG and D.S. HUBELL. (2000). Effect of maturity on degradation kinetics of sod-seeded cereal grain forage grown in Northern Arkansas. J. Dairy Sci. 83: 2499-2511.
- ELLIOTT, R.C. and J.H. TOPPS. (1963). Studies of protein requirements of ruminants: Nitrogen balance trial on two breeds of African cattle given diets adequate in energy and low in protein. Brit. J. Nutr. 17:539 – 547.
- ESTRADA, M.A. (2009). Comparación de coeficientes de digestibilidad aparente y balance de nitrógeno en llamas (*Lama glama*) y ovinos (*Ovis aries*) criados en la región andina del altiplano Boliviano. Tesis, Universidad Mayor de San Andrés. Bolivia.
- FUNDACION ESPAÑOLA PARA EL DESARROLLO DE LA NUTRICION ANIMAL (FEDNA). 2003. Tablas FEDNA de composición y valor nutritivo de alimentos para la formulación de piensos compuestos. 2a Ed. Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal. Madrid, España 423 p.
- GARCIA, F. (1992). Requerimiento de Proteína en Ganado Lechero. En: M. E. Ruiz., y San José C. R. (Ed), Simulación de Sistemas Pecuarios. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. Red de Investigación en Sistemas de Producción Animal. 288pp.
- GENIN, D.; P. ABASTO y M. TICHIT. (1995). Uso de los recursos forrajeros por llamas y ovinos. Wayra pampa. ORSTOM. CONPAC-IBTA, Oruro Bolivia. 131-134 p.



- GIRÁLDEZ, F.J., C. VALUES and R. PELÁEZ. (1997). The influence of digestible organic matter and nitrogen intake on faecal and urinary nitrogen losses in sheep. *Livestock Production Science*. Volume 51. Issues 1-3. p. 183-190.
- KRAIEM, K.; A. MAJDOUB; S. BE ABBES and N. MOUJAHED. (1997). Effects of the level of supplementation with concentrate on the nutritive value and utilization of oats hay cut a three maturity stage. Elsevier. *Libestock Production Sci.* 7:175-184.
- KUEHL, R. (2001). Diseño de experimentos. Principios estadísticos para el diseño y análisis de investigaciones. 2ª Edición. Barcelona, España. 620 p.
- LOPEZ, A.; S. MORALES; C. CABRERA y C. URRRA. (2000). Ingestión y Digestibilidad Aparente de Forrajes por la Llama (*Lama Glama*). I.- Heno de alfalfa (*Medicago Sativa*) y paja de trigo (*Triticum Aestivum*) en diferentes proporciones. *Arch. Med. Vet.* v. 32 n.2. Valdivia, Chile.
- MARTINEZ, M.A. (2002). Mundo ganadero. Eumedia S.A. Madrid, N<sup>o</sup> 145-148.
- MAYNARD, L. A.; J. K. LOOSLI; H.F. HINTZ y R. G. WARNER. 1992. Nutrición animal. Cuarta Edición. McGraw-Hill. México.
- MEDEIROS, A. N.; RESENDE, K.T.; FERREIRA, A.C.D.; and E.A. YAÑEZ. (1998). Exigencias netas de proteína para caprinos Saanen. Proyecto financiado por la FAPESP-FCAV. Jaboticabal. Brasil.
- MITCHEL, H. H.; L. E. CARD and T. S. HAMILTON. (1931). A technical study of the growth of White leghorn chickens. III. *Agr. Expt. Sta. Bull* 376.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC) (1981). Effect of environment on nutrient requirements of domestic animals. National Academy Press. Washington, D.C., USA.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 1984. Consejo Nacional de Requerimientos.

- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC) (2001). Nutrient Requirements of Beef Cattle. 7th. Rev. Ed. National Academy Press. 381 pp. Washington, D.C., USA.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC) (2007). Nutrient Requirements of small ruminants sheep, goats, cervids and new world camelids. The National Academy Press. Washington, D.C., USA.
- NELSON, D. L., and COX, M. M. (2000). Lehninger principles of biochemistry (Eds). New York, USA. Worth publishers. 1200pp.
- OBA, M. and M. S. ALLEN. (1998). Evaluation of the importance of the digestibility of neutral detergent fiber from forage: effects on dry matter intake and milk yield of dairy cows. J. Dairy Sci. 82: 589-596.
- ORSKOV, E.R. (1988). Nutrición Proteica de los Rumiantes. Editorial Acribia. Zaragoza, España. p. 178.
- RAMIREZ, A. S.; BAUTISTA, P. J. L.; GALLEGOS, A. R. F.; ROQUE, H. B. y N. LUQUE. (2015). Determinación del nitrógeno metabólico fecal, endógeno urinario y dérmico en alpacas. VII Congreso Mundial de Camélidos Sudamericanos. FMVZ, U.N.A. Puno– Perú.
- RAMSEY, F.L. and D.W. SCHAPTER. (2002). The statistical Sleuth. A curse in methods of data analysis. Second Edition. Oregon State University. Duxbury/Thompson learning. USA.
- TITUS, H.W. 1927. The Nitrogen metabolism of steers, on rations containing alfalfa as the sole source of the nitrogen. J. Agr. Research, 34: 49-58
- Roque, B. 2009. Determinación de los requerimientos energéticos de mantenimiento y ganancia de peso de alpacas (*Vicugna pacos*) en crecimiento mediante la técnica de sacrificio comparativo. Tesis de Doctorisphilosophiae. UNALM, Lima, Perú.
- SAN MARTIN, F. (1996). Nutrición en Alpacas y Llamas. En: M. Rojas (Ed). Convenio IVITA – CISA. Publ. Cient. IVITA N° 27.

- SURCO, N. (2016). Determinación de nitrógeno metabólico fecal, endógeno urinario y dérmico en llamas (*Lama glama*) de un año de edad. Tesis de Médico Veterinario Zootecnista, Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Perú.
- TITUS, H.W. (1927). The Nitrogen metabolism of steers, on rations containing alfalfa as the sole source of the nitrogen. J. Agr. Research, 34: 49 – 58.
- VALLENAS, A. (1991). Características anatomofisiológicas. En: Fernández – Baca, S. (Eds.) Avances y perspectivas del conocimiento de los Camélidos Sudamericanos. FAO. Oficina Regional Para América Latina y el Caribe. Santiago, Chile. Pp 49-90.

# ANEXO

## TABLAS DE RESULTADOS:

TABLA 7. CONSUMO DE MATERIA SECA Y PESO VIVO EN ALPACAS

## HEMBRAS

VARIABLES	4% PT	6%PT	8%PT
<b>Consumo de materia seca</b>			
Materia seca(MS)ofrecida, g/d	807.67	802	807
Materia seca residual,g/d	12	23.33	25.33
Materia seca consumida, g/d	795.67	778.67	781.67
Materia seca consumida, g/kgW <sup>0.75</sup>	39.84	38.93	38.52
<b>Peso vivo en alpacas</b>			
Peso promedio inicial, kg	54.4	54.07	54.4
Peso promedio final, Kg	54.2	54.33	55.4
Peso metabolico, kgW <sup>0.75</sup>	19.97	20	20.3
Ganancia de peso, g/d	-0.03	0.04	0.14
Ganancia de peso,g/KgW <sup>0.75</sup>	-0.0015	0.0018	0.0072

TABLA 8 . CONSUMO DE NITRÓGENO Y PROTEÍNA EN ALPACAS HEMBRAS

DIETAS	4% PT	6%PT	8%PT
<b>Consumo de nitrógeno, (CN)</b>			
Peso metabolico, kgW <sup>0.75</sup>	19.97	20.00	20.30
Nitrógeno ofrecido, g/d	5.17	7.70	10.33
Nitrógeno residual, g/d	0.08	0.22	0.32
Nitrógeno consumido, g/d	5.09	7.48	10.01
Nitrógeno consumido, g/kgW <sup>0.75</sup>	0.25	0.37	0.49
<b>PROTEÍNA CRUDA CONSUMIDA</b>			
Proteína ofrecida, g/d	32.31	48.12	64.56
Proteína residual, g/d	0.50	1.40	2.03
Proteína consumida, g/d	31.81	46.72	62.53
Proteína consumida, g/kgW <sup>0.75</sup>	1.59	2.34	3.08

TABLA 9. DIGESTIBILIDAD Y BALANCE DE NITRÓGENO.

VARIABLES	4% PT	6%PT	8%PT
Peso metabolico, kgw <sup>0.75</sup>	19.97	20.00	20.30
Nitrógeno consumido, g/d	5.09	7.48	10.01
Nitrógeno fecal, g/d	4.18	4.35	4.92
Nitrógeno urinario, g/d	3.89	5.39	7.47
Nitrógeno dérmico, g/d	0.12	0.13	0.14
Nitrógeno digestible, g/d	0.98	1.77	4.34
Nitrógeno digestible, %	19.15	23.54	47.71
Nitrógeno digestible, g/kgw <sup>0.75</sup>	0.049	0.089	0.214
Balace de nitrógeno, g/d	-3.10	-2.39	-2.53

ANEXO 10. COMPOSICIÓN QUÍMICA Y ENERGÍA BRUTA DE LOS ALIMENTOS AL 100% DE MS.

FORRAJE	MS%	PC%	EB(Kcal/kg)	EM(Kcal/kg)
Paja de Avena	99.15	2.31	4606	2517
Paja de Ichu	98.36	2.93	4893	2674
Heno de Alfalfa	99.16	17.46	4697	2567
PROM	98.89	7.567	4732	2586

EM= 0.5465\*EB

MS, materia seca; PC, proteína cruda; EB, energía bruta; EM, energía metabolizable (NRC 1984)

**TABLA 11. CONTENIDO DE NUTRIENTES EN LAS DIETAS EXPERIMENTALES**

INSUMO	DIETA 4% DE PROTEINA TOTAL				DIETA 6% DE PROTEINA TOTAL				DIETA 8% DE PROTEINA TOTAL			
	M, kg	PC, %	EB, Mcal	EM, Mcal	M, kg	PC, %	EB, Mcal	EM, Mcal	M, kg	PC, %	EB, Mcal	EM, Mcal
Paja de Avena	48.5	1.42	216.83	118.49	41	0.95	183.31	100.16	35	1.03	156.48	85.51
Paja de Ichu	41	0.95	172.6	94.22	35	1.03	147.18	80.43	27	0.62	113.54	62.46
Heno de Alfalfa	9.5	1.66	41.13	22.48	23	4.02	99.57	54.42	37	6.46	160.18	87.54
Min-Vit	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0
TOTAL	100	4.03	430.56	235.19	100	6.00	430.06	235.01	100	8.11	430.2	235.51

Mkg, kilogramos de insumos en la mezcla de la dieta; PC%, porcentaje de proteína cruda; EB, energía bruta; EM, energía metabolizable (kcal, 0.5465\* EB) (NRC 1984).

**TABLA 12. COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL SUPLEMENTO MINERAL Y VITAMÍNICO (SUPLAMIN DIFOS)**

Calcio	185.00 g
Fosforo	150.60 g
Magnesio	4864.00 mg
Sodio	23.50 g
Cloruros	36.20 g
Manganeso	1209.00 mg
Zinc	2500.00 mg
Selenio	10.00 mg
Cobre	500.00 mg
Azufre	940.00 mg
Hierro	1200.00 mg
Potasio	7.00 mg
Yoduros	35.00 mg
Cobalto	35.00 mg
Vit A	515.00 UI
Vit D3	65.00 UI
Vit E	100.00 mg
Excipientes c.s	1000.00 g

**CONSUMO DE MATERIA SECA EN EL EXPERIMENTO DE DIGESTIBILIDAD**

**TABLA 13. CONSUMO DE MATERIA SECA (CMS) EN ALPACAS HEMBRAS**

**ETAPA I**

FECHA	MESCLA DE ALIMENTO CON 4% PC (ALPACA 1) 1.5% PV						MESCLA DE ALIMENTO CON 6% PC (ALPACA 2) 1.5% PV						MESCLA DE ALIMENTO CON 8% PC (ALPACA 3) 1.5% PV					
	SUMINISTRO		RESIDUO		IMS	AGUA	SUMINISTRO		RESIDUO		IMS	AGUA	SUMINISTRO		RESIDUO		IMS	AGUA
	kg/d	MS	Kg.	MS			Kg/d.	L/d.	kg/d	MS			Kg.	MS	Kg/d.	L/d.		
21/12/2016	0.906	0.896	0.009	0.008	0.888	1.600	0.738	0.730	0.025	0.024	0.706	1.100	0.801	0.792	0.007	0.006	0.786	1.600
22/12/2016	0.906	0.896	0.012	0.011	0.885	1.800	0.738	0.730	0.064	0.063	0.666	1.100	0.801	0.792	0.024	0.023	0.769	1.700
23/12/2016	0.906	0.896	0.007	0.006	0.890	2.000	0.738	0.730	0.067	0.066	0.664	1.200	0.801	0.792	0.010	0.009	0.698	1.600
24/12/2016	0.906	0.896	0.007	0.006	0.890	2.200	0.738	0.730	0.051	0.050	0.680	1.300	0.801	0.792	0.013	0.012	0.780	1.500
25/12/2016	0.906	0.896	0.013	0.012	0.884	1.900	0.738	0.730	0.039	0.038	0.692	1.200	0.801	0.792	0.021	0.020	0.772	1.800
26/12/2016	0.906	0.896	0.009	0.008	0.888	2.000	0.738	0.730	0.025	0.025	0.705	1.300	0.801	0.792	0.030	0.029	0.763	1.700
27/12/2016	0.906	0.896	0.009	0.008	0.888	2.000	0.738	0.730	0.021	0.020	0.710	1.100	0.801	0.792	0.073	0.072	0.720	1.900
PROMEDIO	0.906	0.896	0.009	0.008	0.887	1.929	0.738	0.730	0.042	0.041	0.689	1.186	0.801	0.792	0.025	0.036	0.756	1.686
DESV. EST.	0	0.000	0.002	0.002	0.002	0.189	0	0	0.019	0.019	0.019	0.090	0	0.000	0.022	0.033	0.033	0.135
C.V.	0	0.000	23.615	28.524	0.257	9.80	0	0	46.054	47.158	2.799	7.588	0	0.000	88.109	90.971	4.388	7.980

Materia seca promedio de forraje y residuos 98.89%

ETAPA II

MESCLA DE ALIMENTO CON 6% PC (ALPACA 1) 1.5% PV						MESCLA DE ALIMENTO CON 8% PC (ALPACA 2) 1.5% PV						MESCLA DE ALIMENTO CON 4% PC (ALPACA 3) 1.5% PV										
FECHA	SUMINISTRO		RESIDUO		IMS	AGUA		SUMINISTRO		RESIDUO		IMS	AGUA		SUMINISTRO		RESIDUO		IMS	AGUA		
	kg/d	MS	Kg.	MS	Kg/d.	L/d.	kg/d	MS	Kg.	MS	Kg/d.	L/d.	kg/d	MS	Kg.	MS	Kg/d.	L/d.		Kg/d.	L/d.	
03/01/2017	0.888	0.878	0.006	0.005	0.873	1.800	0.738	0.730	0.005	0.005	0.725	1.400	0.788	0.779	0.004	0.003	0.776	1.500				
04/01/2017	0.888	0.878	0.006	0.006	0.872	1.700	0.738	0.730	0.009	0.009	0.721	1.400	0.788	0.779	0.006	0.006	0.773	1.500				
05/01/2017	0.888	0.878	0.003	0.003	0.875	1.800	0.738	0.730	0.015	0.012	0.718	1.300	0.788	0.779	0.004	0.004	0.775	1.600				
06/01/2017	0.888	0.878	0.003	0.002	0.876	1.900	0.738	0.730	0.006	0.006	0.724	1.600	0.788	0.779	0.011	0.010	0.769	1.500				
07/01/2017	0.888	0.878	0.009	0.009	0.869	2.000	0.738	0.730	0.103	0.102	0.628	1.300	0.788	0.779	0.007	0.007	0.772	1.800				
08/01/2017	0.888	0.878	0.004	0.004	0.874	1.800	0.738	0.730	0.018	0.018	0.712	1.400	0.788	0.779	0.003	0.003	0.776	1.500				
09/01/2017	0.888	0.878	0.002	0.002	0.876	1.900	0.738	0.730	0.014	0.013	0.717	1.300	0.788	0.779	0.003	0.003	0.777	1.800				
PROMEDIO	0.888	0.878	0.005	0.004	0.874	1.843	0.738	0.730	0.024	0.024	0.706	1.386	0.788	0.779	0.005	0.005	0.774	1.600				
DESV. EST.	0.000	0.000	0.002	0.002	0.002	0.098	0.000	0.000	0.035	0.035	0.035	0.107	0.000	0.000	0.003	0.003	0.003	0.141				
C.V.	0.000	0.000	53.743	54.002	0.276	5.296	0.000	0.000	143.297	147.385	4.911	7.715	0.000	0.000	53.648	50.658	0.342	8.839				

ETAPA III

MESCLA DE ALIMENTO CON 8% PC (ALPACA 1) 1.5% PV						MESCLA DE ALIMENTO CON 4% PC (ALPACA 2) 1.5% PV						MESCLA DE ALIMENTO CON 6% PC (ALPACA 3) 1.5% F										
FECHA	SUMINISTRO		RESIDUO		IMS	AGUA		SUMINISTRO		RESIDUO		IMS	AGUA		SUMINISTRO		RESIDUO		IMS	AGUA		
	kg/d	MS	Kg.	MS	Kg/d.	L/d.	kg/d	MS	Kg.	MS	Kg/d.	L/d.	kg/d	MS	Kg.	MS	Kg/d.	L/d.		Kg/d.	L/d.	
16/01/2017	0.909	0.899	0.094	0.093	0.806	1.700	0.756	0.748	0.005	0.005	0.742	1.300	0.807	0.798	0.007	0.007	0.791	1.600				
17/01/2017	0.909	0.899	0.002	0.002	0.897	1.600	0.756	0.748	0.009	0.009	0.739	1.400	0.807	0.798	0.024	0.023	0.775	1.500				
18/01/2017	0.909	0.899	0.002	0.002	0.897	2.000	0.756	0.748	0.015	0.014	0.734	1.300	0.807	0.798	0.010	0.010	0.788	1.600				
19/01/2017	0.909	0.899	0.005	0.005	0.894	1.800	0.756	0.748	0.006	0.006	0.741	1.500	0.807	0.798	0.013	0.013	0.785	1.800				
20/01/2017	0.909	0.899	0.001	0.001	0.898	1.700	0.756	0.748	0.103	0.102	0.646	1.400	0.807	0.798	0.021	0.021	0.777	1.500				
21/01/2017	0.909	0.899	0.002	0.002	0.897	1.600	0.756	0.748	0.018	0.017	0.731	1.500	0.807	0.798	0.081	0.080	0.718	1.600				
22/01/2017	0.909	0.899	0.004	0.004	0.895	1.700	0.756	0.748	0.014	0.014	0.734	1.400	0.807	0.798	0.019	0.019	0.779	1.700				
PROMEDIO	0.909	0.899	0.016	0.016	0.883	1.729	0.756	0.748	0.024	0.023	0.724	1.400	0.807	0.798	0.025	0.025	0.773	1.614				
DESV. EST.	0.000	0.000	0.035	0.034	0.034	0.138	0.000	0.000	0.035	0.035	0.035	0.082	0.000	0.000	0.025	0.025	0.025	0.107				
C.V.	0.000	0.000	219.503	219.503	3.879	7.984	0.000	0.000	143.297	150.341	4.777	5.832	0.000	0.000	0.000	101.813	3.249	6.622				

**ANEXO 14. PORCENTAJE DE MATERIA SECA FECAL (7 DIAS) EN ALPACAS HEMBRAS**

		PESO BF	MEDIO AMBIENTE		ESTUFA/60°C		REAL	ABSOLUTO
		(g)	PESO BS (g)	% MS	PESO (g)	% MS	% MS	% MS
ETAPA I	ALP1 (4% PT)	350	221.17	63.19	144.10	65.15	41.17	41.17
	ALP2 (6% PT)	350	239.50	68.43	210.60	87.93	60.17	60.17
	ALP3 (8% PT)	350	208.10	59.46	133.20	64.01	38.06	38.06
ETAPA II	ALP1 (6% PT)	350	219.70	62.77	129.50	58.94	37.00	37.00
	ALP2 (8% PT)	350	237.50	67.86	193.10	81.31	55.17	55.17
	ALP3 (4% PT)	350	206.10	58.89	128.70	62.45	36.77	36.77
ETAPA III	ALP1 (8% PT)	350	205.10	58.60	120.60	58.80	34.46	34.46
	ALP2 (4% PT)	350	254.70	72.77	209.70	82.33	59.91	59.91
	ALP3 (6% PT)	350	192.20	54.91	110.40	57.44	31.54	31.54

**EXCRECIÓN DE MATERIA SECA FECAL**

**TABLA 15. EXCRECIÓN DE MATERIA SECA FECAL EN ALPACAS HEMBRAS**

**ETAPA I**

FECHA	4%PC (ALPACA01) 13H371E			6%PC (ALPACA02) 13H355E			8%PC (ALPACA03) 13H170E		
	MF, kg	MS,%	MS,g	MF, gk	MS,%	MS,g	MF, kg	MS,%	MS,g
21/12/2016	1.007	41.17	0.415	0.448	60.17	0.269	1.009	38.06	0.384
22/12/2016	0.822	41.17	0.338	0.415	60.17	0.250	0.843	38.06	0.321
23/12/2016	0.647	41.17	0.266	0.479	60.17	0.288	0.958	38.06	0.364
24/12/2016	1.206	41.17	0.497	0.412	60.17	0.248	1.062	38.06	0.404
25/12/2016	0.761	41.17	0.313	0.608	60.17	0.366	0.995	38.06	0.379
26/12/2016	1.232	41.17	0.507	0.489	60.17	0.294	1.150	38.06	0.438
27/12/2016	1.010	41.17	0.416	0.462	60.17	0.278	0.842	38.06	0.320
PROM	0.955	41.170	0.393	0.473	60.170	0.285	0.980	38.060	0.373
DES. EST.	0.222	0.000	0.091	0.066	0.000	0.040	0.112	0.000	0.043
C.V.	23.257	0.000	23.257	13.994	0.000	13.994	11.436	0.000	11.436

**ETAPA II**

FECHA	6%PC (ALPACA01) 13H371E			8%PC (ALPACA02) 13H355E			4%PC (ALPACA03) 13H170E		
	MF, kg	MS,%	MS,kg	MF, gk	MS,%	MS,g	MF, kg	MS,%	MS,g
03/01/2017	1.145	37.00	0.424	0.333	55.17	0.184	0.904	36.77	0.332
04/01/2017	0.965	37.00	0.357	0.458	55.17	0.253	0.913	36.77	0.336
05/01/2017	0.936	37.00	0.346	0.321	55.17	0.177	0.914	36.77	0.336
06/01/2017	1.178	37.00	0.436	0.442	55.17	0.244	0.893	36.77	0.328
07/01/2017	0.946	37.00	0.350	0.362	55.17	0.200	0.916	36.77	0.337
08/01/2017	1.187	37.00	0.439	0.554	55.17	0.306	0.902	36.77	0.332
09/01/2017	1.060	37.00	0.392	0.579	55.17	0.319	0.924	36.77	0.340
PROM	1.060	37.00	0.392	0.436	55.170	0.240	0.909	36.770	0.334
DES. EST.	0.112	0.00	0.041	0.103	0.000	0.057	0.010	0.000	0.004
C.V.	10.530	0.00	10.530	23.734	0.000	23.734	1.139	0.000	1.139

**ETAPA III**

FECHA	8%PC (ALPACA01) 13H371E			4%PC (ALPACA02) 13H355E			6%PC (ALPACA03) 13H170E		
	MF, kg	MS,%	MS,g	MF, gk	MS,%	MS,g	MF, kg	MS,%	MS,g
16/01/2017	2.050	34.46	0.706	0.360	59.91	0.216	0.909	31.54	0.287
17/01/2017	1.581	34.46	0.545	0.566	59.91	0.339	1.107	31.54	0.349
18/01/2017	1.299	34.46	0.447	0.368	59.91	0.220	1.179	31.54	0.372
19/01/2017	1.254	34.46	0.432	0.342	59.91	0.205	1.122	31.54	0.354
20/01/2017	1.078	34.46	0.372	0.511	59.91	0.306	1.185	31.54	0.374
21/01/2017	1.197	34.46	0.413	0.420	59.91	0.252	1.103	31.54	0.348
22/01/2017	1.146	34.46	0.395	0.286	59.91	0.171	1.168	31.54	0.368
PROM	1.372	34.460	0.473	0.407	59.910	0.244	1.110	31.540	0.350
DES. EST.	0.339	0.000	0.117	0.099	0.000	0.059	0.095	0.000	0.030
C.V.	24.725	0.000	24.725	24.351	0.000	24.351	8.571	0.000	8.571



**DIGESTIBILIDAD DE MATERIA SECA**

**TABLA 16. DIGESTIBILIDAD DE MATERIA SECA (DMS, %) DE LA MEZCLA DE ALIMENTO**

MEZCLA DE ALIMENTO CON 4% DE PC				
ETAPA	IMS,g	EMS,g	DMS,g	DMS %
I (ALP.1)	887	393.00	494.00	55.69
II (ALP.3)	774	334.00	440.00	56.85
III (ALP.2)	724	244.00	480.00	66.30
PROM	795.00	323.67	471.33	59.61
MEZCLA DE ALIMENTO CON 6 % DE PC				
ETAPA	IMS,g	EMS,g	DMS,g	DMS %
I (ALP.2)	689	285.00	404.00	58.64
II (ALP.1)	874	416.00	458.00	52.40
III (ALP.3)	773	450.00	323.00	41.79
PROM	778.67	383.67	395.00	50.94
MEZCLA DE ALIMENTO CON 8 % DE PC				
ETAPA	IMS,g	EMS,g	DMS,g	DMS %
I (ALP.3)	767	377.00	390.00	50.85
II (ALP.2)	706	240.00	466.00	66.01
III (ALP.1)	883	473.00	410.00	46.43
PROM	785.33	363.33	422.00	54.43

**TABLA 17. ROTACIÓN DE LOS TRATAMIENTOS EN EL EXPERIMENTO DE DIGESTIBILIDAD. DISEÑO CUADRADO LATINO 3X3**

ETAPAI	ALPACA 1	ALPACA 2	ALPACA3
I	4% 55.69	6% 58.64	8% 50.85
II	6% 52.40	8% 66.01	4% 56.85
III	8% 46.43	4% 66.30	6% 41.79
TRTAMIENCO	MEZC. 4%	MEZC. 6%	MEZC. 8%
DIGESTIBILID	59.613	50.943	54.430

**EXCRECIÓN DE ORINA**

**TABLA 18. COLECCIÓN DE ORINA, EN EL EXPERIMENTO DE METABOLISMO EN ml/d**

ETAPA I

FECHA	4% PT(ALP 1) mL/d	6% PT( ALP 2) mL/d	8%PT(ALP3) mL/d
21/12/2016	400	475	550
22/12/2016	435	360	450
23/12/2016	400	280	770
24/12/2016	660	350	555
25/12/2016	420	470	380
26/12/2016	625	350	570
27/12/2016	650	400	350
PROMEDIO	512.86	383.57	517.86
DESV. EST.	528.98	370.51	513.27
C.V.	96.95	103.53	100.89

ETAPA II

FECHA	6% PT(ALP 1)	8% PT(ALP 2)	4% PT(ALP 3)
	mL/d	mL/d	mL/d
03/01/2017	780	450	440
04/01/2017	700	550	310
05/01/2017	550	370	450
06/01/2017	520	260	380
07/01/2017	570	160	390
08/01/2017	660	650	450
09/01/2017	620	350	320
PROMEDIO	628.57	398.57	391.43
DESV. EST.	91.73	167.37	59.28
C.V.	14.59	41.99	15.14

ETAPA III

FECHA	8% PT(ALP 1)	4% PT(ALP 2)	6% PT(ALP 3)
	mL/d	mL/d	mL/d
16/01/2017	700	360	260
17/01/2017	625	560	760
18/01/2017	750	420	580
19/01/2017	670	330	460
20/01/2017	830	420	270
21/01/2017	800	370	350
22/01/2017	770	410	450
PROMEDIO	735.00	410.00	447.14
DESV. EST.	73.31	74.39	178.67
C.V.	9.97	18.14	39.96

**PÉRDIDAS DÉRMICAS**

**TABLA 19. COLECCIÓN DE PÉRDIDAS DÉRMICAS EN EL EXPERIMENTO, g/d**

ETAPA I

FECHA	4%PC (ALPACA01) 13H371E			6%PC (ALPACA02) 13H355E			8%PC (ALPACA03) 13H170E		
	MD, g	MS,g	MS,%	MD, g	MS,g	MS,%	MD, g	MS,g	MS,%
21/12/2016	0.3	0.271	90.48	0.5	0.457	91.30	0.3	0.274	91.30
22/12/2016	0.2	0.181	90.48	0.3	0.274	91.30	0.3	0.274	91.30
23/12/2016	0.4	0.362	90.48	0.3	0.274	91.30	0.4	0.365	91.30
24/12/2016	0.3	0.271	90.48	0.4	0.365	91.30	0.3	0.274	91.30
25/12/2016	0.4	0.362	90.48	0.2	0.183	91.30	0.3	0.274	91.30
26/12/2016	0.2	0.181	90.48	0.3	0.274	91.30	0.4	0.365	91.30
27/12/2016	0.3	0.271	90.48	0.3	0.274	91.30	0.3	0.274	91.30
SUMA	2.1			2.3			2.3		
PROMEDIO	0.300	0.271	90.480	0.329	0.300	91.300	0.329	0.300	91.300
DESV. EST.	0.082	0.074	0.000	0.095	0.087	0.000	0.049	0.045	0.000
C.V.	27.217	27.217	0.000	28.949	28.949	0.000	14.851	14.851	0.000

ETAPA II

FECHA	6%PC (ALPACA01) 13H371E			8%PC (ALPACA02) 13H355E			4%PC (ALPACA03) 13H170E		
	MD, g	MS,g	MS,%	MD, g	MS,g	MS,%	MD, g	MS,g	MS,%
03/01/2017	0.3	0.265	88.24	0.3	0.286	95.24	0.4	0.353	88.24
04/01/2017	0.2	0.176	88.24	0.3	0.286	95.24	0.3	0.265	88.24
05/01/2017	0.3	0.265	88.24	0.2	0.190	95.24	0.2	0.176	88.24
06/01/2017	0.2	0.176	88.24	0.3	0.286	95.24	0.3	0.265	88.24
07/01/2017	0.4	0.353	88.24	0.3	0.286	95.24	0.2	0.176	88.24
08/01/2017	0.2	0.176	88.24	0.4	0.381	95.24	0.2	0.176	88.24
09/01/2017	0.1	0.088	88.24	0.3	0.286	95.24	0.1	0.088	88.24
SUMA	1.7			2.1			1.7		
PROMEDIO	0.243	0.214	88.240	0.300	0.286	95.240	0.243	0.214	88.240
DESV. EST.	0.098	0.086	0.000	0.058	0.055	0.000	0.098	0.086	0.000
C.V.	40.184	40.184	0.000	19.245	19.245	0.000	40.184	40.184	0.000

ETAPA III

FECHA	8%PC (ALPACA01) 13H371E			4%PC (ALPACA02) 13H355E			6%PC (ALPACA03) 13H170E		
	MD, g	MS,g	MS,%	MD, g	MS,g	MS,%	MD, g	MS,g	MS,%
16/01/2017	0.3	0.273	90.91	0.3	0.268	89.47	0.3	0.271	90.48
17/01/2017	0.3	0.273	90.91	0.2	0.179	89.47	0.2	0.181	90.48
18/01/2017	0.4	0.364	90.91	0.4	0.358	89.47	0.3	0.271	90.48
19/01/2017	0.2	0.182	90.91	0.3	0.268	89.47	0.2	0.181	90.48
20/01/2017	0.3	0.273	90.91	0.2	0.179	89.47	0.4	0.362	90.48
21/01/2017	0.4	0.364	90.91	0.3	0.268	89.47	0.3	0.271	90.48
22/01/2017	0.3	0.273	90.91	0.2	0.179	89.47	0.4	0.362	90.48
SUMA	2.2			1.9			2.1		
PROMEDIO	0.314	0.286	90.910	0.271	0.243	89.470	0.300	0.271	90.480
DESV. EST.	0.069	0.063	0.000	0.076	0.068	0.000	0.082	0.074	0.000
C.V.	21.957	21.957	0.000	27.850	27.850	0.000	27.217	27.217	0.000

**TABLA 20. ROTACIÓN DE TRATAMIENTOS EN EL EXPERIMENTO DE DIGESTIBILIDAD DE PÉRDIDAS DÉRMICAS, g/d**

ETAPAS	ALPACA 1	ALPACA 2	ALPACA3
I	4% 0.271	6% 0.300	8% 0.300
II	6% 0.214	8% 0.286	4% 0.214
III	8% 0.286	4% 0.243	6% 0.271
TRTAMIENTO	MEZC. 4%	MEZC. 6%	MEZC. 8%
PROM.	0.243	0.262	0.291

**TABLA 21. NITRÓGENO DIGESTIVO Y METABOLIZABLE DE LA MEZCLA DE ALIMENTOS A DIFERENTES NIVELES DE PROTEÍNAS EN EL EXPERIMENTO EN ALPACAS HEMBRAS**

**MEZCLA DE 4 % DE PROTEINA TOTAL**

ETAPA	ALPACA	NITRÓGENO OFRECIDO			NITRÓGENO RECHAZADO			NITRÓGENO INGERIDO		NITRÓGENO FECAL			NITRÓGENO URINARIO			NITRÓGENO PER. CUTÁNEAS			NITRÓGENO DIGESTIBLE		NITRÓGENO METABOLIZABLE	
		MSO	NO	NO	MSR	NR	NR	MSC	NI	MSF	NF	NF	ORINA	UN	UN	P.CUTÁNEA	NC	NC	ND	ND	NM	NM
		g/d	%	g/d	g/d	%	g/d	g/d	g/d	g/d	%	g/d	ml/d	%	g/d	g/d	%	g/d	%	g/d	%	g/d
I	alpaca 1	896.00	0.64	5.734	8.00	0.64	0.051	888.00	5.683	393	1.27	4.999	512.86	0.96	4.923	0.271	19.21	0.052	12.040	0.684	-74.592	-4.239
II	alpaca 3	779.00	0.64	4.986	5.00	0.64	0.032	774.00	4.954	334	1.29	4.309	410.00	1.39	5.699	0.214	19.42	0.042	13.021	0.645	-102.027	-5.054
III	alpaca 2	748.00	0.64	4.787	23.00	0.64	0.147	725.00	4.640	244	1.32	3.221	391.43	1.00	3.914	0.243	20.87	0.051	30.586	1.419	-53.774	-2.495
PROM.		807.67	0.64	5.17	12.00	0.64	0.08	795.67	5.09	323.67	1.29	4.18	438.10	1.12	4.85	0.243	19.83	0.048	18.55	0.92	-76.80	-3.93
DESV. EST.		78.053	0.000	0.500	9.644	0.000	0.062	83.632	0.535	75.036	0.024	0.896	65.409	0.238	0.895	0.029	0.904	0.006	10.436	0.436	24.202	1.307
C.V. %		9.664	0.000	9.664	80.364	0.000	80.364	10.511	10.511	23.183	1.874	21.466	14.930	21.274	18.468	11.745	4.557	11.876	56.263	47.601	-31.514	-33.269

**MEZCLA 6 % DE PROTEINA TOTAL**

ETAPA	ALPACA	NITRÓGENO OFRECIDO			NITRÓGENO RECHAZADO			NITRÓGENO INGERIDO		NITRÓGENO FECAL			NITRÓGENO URINARIO			NITRÓGENO PER. CUTÁNEAS			NITRÓGENO DIGESTIBLE		NITRÓGENO METABOLIZABLE	
		MSO	NO	NO	MSR	NR	NR	MSC	NI	MSF	NF	NF	ORINA	UN	UN	P.CUTÁNEA	NC	NC	ND	ND	NM	NM
		g/d	%	g/d	g/d	%	g/d	g/d	g/d	g/d	%	g/d	ml/d	%	g/d	g/d	%	g/d	%	g/d	%	g/d
I	alpaca 2	730.00	0.96	7.008	41	0.96	0.394	689.00	6.614	285	1.28	3.648	628.57	1.40	8.80	0.300	19.97	0.060	44.848	2.966	-88.195	-5.834
II	alpaca 1	878.00	0.96	8.429	4	0.96	0.038	874.00	8.390	366	1.31	4.795	383.57	0.95	3.64	0.214	20.21	0.043	42.856	3.596	-0.573	-0.048
III	alpaca 3	798.00	0.96	7.661	25	0.96	0.240	773.00	7.421	350	1.32	4.620	447.14	1.32	5.90	0.271	19.28	0.052	37.743	2.801	-41.794	-3.101
PROM.		802.000	0.960	7.699	23.333	0.960	0.224	778.667	7.475	333.667	1.303	4.354	486.427	1.223	6.115	0.262	19.820	0.052	41.815	3.121	-43.521	-2.994
DESV. EST.		74.081	0.000	0.711	18.556	0.000	0.178	92.630	0.889	42.899	0.021	0.618	127.137	0.240	2.585	0.044	0.483	0.008	3.665	0.419	43.836	2.894
C.V. %		9.237	0.000	9.237	79.527	0.000	79.527	11.896	11.896	12.857	1.597	14.188	26.137	19.624	42.264	16.721	2.436	16.098	8.765	13.439	-100.725	-96.655

**MEZCLA 8 % DE PROTEINA TOTAL**

ETAPA	ALPACA	NITRÓGENO OFRECIDO			NITRÓGENO RECHAZADO			NITRÓGENO INGERIDO		NITRÓGENO FECAL			NITRÓGENO URINARIO			NITRÓGENO PER. CUTÁNEAS			NITRÓGENO DIGESTIBLE		NITRÓGENO METABOLIZABLE	
		MSO	NO	NO	MSR	NR	NR	MSC	NI	MSF	NF	NF	ORINA	UN	UN	P.CUTÁNEA	NC	NC	ND	ND	NM	NM
		g/d	%	g/d	g/d	%	g/d	g/d	g/d	g/d	%	g/d	ml/d	%	g/d	g/d	%	g/d	%	g/d	%	g/d
I	alpaca 3	792.00	1.28	10.138	36	1.28	0.461	756.00	9.677	373	1.315	4.905	735	1.60	11.76	0.300	19.86	0.060	49.312	4.772	-72.216	-6.988
II	alpaca 2	730.00	1.28	9.344	24	1.28	0.307	706.00	9.037	340	1.385	4.709	398.57	1.70	6.78	0.286	21.50	0.061	47.891	4.328	-27.088	-2.448
III	alpaca 1	899.00	1.28	11.507	16	1.28	0.205	883.00	11.302	373	1.380	5.147	517.86	1.00	5.18	0.286	20.61	0.059	54.457	6.155	8.639	0.976
PROM.		807.000	1.280	10.330	25.333	1.280	0.324	781.667	10.005	362.000	1.360	4.920	550.477	1.433	7.905	0.291	20.657	0.060	50.554	5.085	-30.222	-2.820
DESV. EST.		85.493	0.000	1.094	10.066	0.000	0.129	91.249	1.168	19.053	0.039	0.220	170.570	0.379	3.433	0.008	0.821	0.001	3.455	0.953	40.518	3.995
C.V. %		10.594	0.000	10.594	39.736	0.000	39.736	11.674	11.674	5.263	2.871	4.463	30.986	26.414	43.428	2.781	3.974	2.208	6.834	18.741	-134.070	-141.683

TABLA 22. REGISTRO DE PESO VIVO EN ALPACAS HEMBRAS

## DIETA CON 4% DE PT

ANIMAL	PI (kg)	PF(kg)	kg W <sup>0.75</sup>	GPV kg/7d	GPV g/d	GPV g/Kg W <sup>0.75</sup>
ALP 1	60.4	59.0	21.288	-1.4	-0.20	-0.0094
ALP 3	52.5	53.6	19.810	1.1	0.16	0.0079
ALP 2	50.4	50.0	18.803	-0.4	-0.06	-0.0030
PROMEDIO	54.4	54.2	19.967	-0.233	-0.03	-0.0015

## DIETA CON 6% DE PT

ANIMAL	PI (kg)	PF(kg)	kg W <sup>0.75</sup>	GPV kg/7d	GPV g/d	GPV g/Kg W <sup>0.75</sup>
ALP 2	49.2	49.4	18.634	0.2	0.03	0.0015
ALP 1	59.2	60.0	21.558	0.8	0.11	0.0053
ALP 3	53.8	53.6	19.810	-0.2	-0.03	-0.0014
PROMEDIO	54.07	54.33	20.000	0.27	0.0381	0.0018

## DIETA CON 8% DE PT

ANIMAL	PI (kg)	PF(kg)	kg W <sup>0.75</sup>	GPV kg/7d	GPV g/d	GPV g/Kg W <sup>0.75</sup>
ALP 3	53.4	54.4	20.031	1.0	0.14	0.0071
ALP 2	49.2	50.6	18.972	1.4	0.20	0.0105
ALP 1	60.6	61.2	21.881	0.6	0.09	0.0039
PROMEDIO	54.400	55.400	20.295	1.0	0.143	0.0072

**TABLA 23. PESO VIVO, CONSUMO Y PÉRDIDAS DE NITRÓGENO EN ALPACAS HEMBRAS**

VARIABLES	4% PT	6%PT	8%PT
<b>Peso vivo en lapacas</b>			
Peso promedio inicial, kg	54.4	54.07	54.4
Peso promedio final, Kg	54.20	54.33	55.40
Peso metabólico, Wkg <sup>0.75</sup>	19.97	20.00	20.30
Ganancia de peso, g/d	-0.03	0.04	0.14
Ganancia de peso, g/Wkg <sup>0.75</sup>	-0.0015	0.0018	0.0072
<b>Consumo de materia seca</b>			
Materia seca(MS)ofrecida, g/d	807.67	802.00	807.00
Materia seca residual, g/d	12.00	23.33	25.33
Materia seca consumida, g/d	795.67	778.67	781.67
Materia seca consumida, g/Wkg <sup>0.75</sup>	39.84	38.93	38.52
<b>NITRÓGENO Y PROTEÍNA EN LAS ALPACAS HEMBRAS</b>			
DIETAS	4% PT	6%PT	8%PT
<b>Consumo de nitrógeno, (CN)</b>			
peso metabólico, Wkg <sup>0.75</sup>	19.97	20.00	20.30
nitrógeno ofrecido, g/d	5.17	7.70	10.33
nitrógeno residual, g/d	0.08	0.22	0.32
Consumo de nitrógeno, g/d	5.09	7.48	10.01
Consumo de nitrógeno, g/wkg <sup>0.75</sup>	0.25	0.37	0.49
proteína ofrecida, g/d	32.31	48.12	64.56
proteína residual, g/d	0.50	1.40	2.03
consumo de proteína, g/d	31.81	46.72	62.53
consumo de proteína, g/wkg <sup>0.75</sup>	1.59	2.34	3.08
<b>NITRÓGENO DIGESTIBLE DE LAS DIETAS EN ALPACAS HEMBRAS</b>			
VARIABLES	4% PT	6%PT	8%PT
peso metabólico, Wkg <sup>0.75</sup>	19.97	20.00	20.30
Nitrógeno cnsumido, g/d	5.09	7.48	10.01
nitrógeno fecal, g/d	4.18	4.35	4.92
nitrógeno urinario, g/d	3.89	5.39	7.47
nitrógeno dermico, g/d	0.12	0.13	0.14
nitrógeno digestible, g/d	0.98	1.77	4.34
nitrógeno digestible, %	19.15	23.54	47.71
nitrógeno digestible, g/kg w 0.75	0.049	0.089	0.214
balance de nitrógeno, g/d	-3.1	-2.39	-2.525
<b>NITRÓGENO METABÓLICO FECAL (NMF) EN ALPACAS HEMBRAS</b>			
Variables	4% PT	6% PT	8% PT
Materia seca consumida(CMS), g/d	795.67	778.67	781.67
Peso metabólico, kgW <sup>0.75</sup>	19.97	20	20.3
Nitrógeno consumido, g/d	5.09	7.48	10.01
<b>Nitrógeno excretado en heces:</b>			
Materia seca excretada, g/d	323.67	333.67	362
Nitrógeno en heces,%	1.29	1.30	1.36
Nitrógeno fecal, g/d	4.18	4.35	4.92
Nitrógeno fecal, g/100g MSC	0.53	0.56	0.63
Nitrógeno fecal, g/kgW <sup>0.75</sup>	0.21	0.22	0.24
nitrógeno metabólico fecal (NMF), g/d		3.346	
Nitrógeno metabólico fecal(NMF), g/100g MSC		0.420	
Nitrógeno metabólico fecal g/kgW <sup>0.75</sup>		0.177	
<b>NITRÓGENO ENDOGENO URINARIO ( NEU) EN ALPACAS HEMBRAS</b>			
DIETAS, % PC	4	6	8
Peso vivo final, kg	54.2	54.3	55.4
peso metabólico, W kg <sup>0.75</sup>	19.97	20	20.3
Nitrógeno consumido, g/d	5.09	7.48	10.01
<b>Nitrógeno excretado en orina:</b>			
Orina excretada, ml/d	404.76	486.426	550.477
Nitrógeno urinario, %	1.12	1.22	1.43
Nitrógeno urinario, g/d	4.85	5.39	7.47
Nitrógeno urinario, g/kgW <sup>0.75</sup>	0.243	0.270	0.368
Nitrógeno Endógeno Urinario, g/d (x=0 NC)		0.0997	
Nitrógeno endógeno urinario, g/kgW <sup>0.75</sup> (x=0 NC)		0.102	
<b>NITRÓGENO ENDOGENO DERMICO (NED) EN ALPACAS HEMBRAS</b>			
VARIABLES	4% PT	6% PT	8% PT
peso metabólico, kgW <sup>0.75</sup>	19.97	20	20.3
Nitrógeno consumido, g/d	5.09	7.48	10.01
<b>Nitrogeno de perdidas dermicas:</b>			
Perdidas dermicas, g/d	0.243	0.262	0.291
Nitrogeno dermico,%	19.83	19.82	20.657
Nitrogeno dermico, g/d	0.048	0.052	0.06
Nitrogeno dermico, g/kgW <sup>0.75</sup>	0.0024	0.0026	0.0030
Nitrogeno metabólico dermico, g/d (x=0 NC)		0.0349	
Nitrogeno metabólico dermico, g/kgW <sup>0.75</sup> (x=0 NC)		0.0017	

**TABLA 24. CONTENIDO DE NITRÓGENO EN HECES EN EL EXPERIMENTO**

	MUESTRA g.	MS %	GASTO MI (H	N %	PROM. N%	PT. %	PROM. PT%
<b>ETAPA I</b>							
4%PTALP1	0.2003	41.170	2.300	1.080	1.10	6.450	6.590
4%PTALP1	0.2003	41.170	2.400	1.011		6.730	
6%PTALP2	0.2007	60.170	3.500	1.610	1.58	9.800	7.730
6%PTALP2	0.2006	60.170	3.450	1.540		9.660	
8%PTALP3	0.2004	38.060	3.600	1.320	1.72	10.090	10.100
8%PTALP3	0.2003	38.060	3.600	1.710		10.100	
<b>ETAPA II</b>							
6%PTALP1	0.2004	37.000	2.800	1.350	1.35	7.850	7.850
6%PTALP1	0.2004	37.000	2.800	1.350		7.850	
8%PTALP2	0.2003	55.170	3.700	1.700	1.70	10.380	10.310
8%PTALP2	0.2002	55.170	3.650	1.690		10.240	
4%PTALP3	0.2003	36.770	3.000	1.390	1.39	8.410	8.410
4%PTALP3	0.2004	36.770	3.000	1.390		8.410	
<b>ETAPA III</b>							
8%PTALP1	0.2005	34.460	3.000	1.380	1.38	8.400	8.400
8%PTALP1	0.2005	34.460	3.000	1.380		8.400	
4%PTALP2	0.2003	59.910	3.000	1.370	1.39	8.410	8.550
4%PTALP2	0.2005	59.910	3.100	1.410		8.680	
6%PTALP3	0.2002	31.540	3.400	1.560	1.56	9.540	9.540
6%PTALP3	0.2002	31.540	3.400	1.560		9.540	

**TABLA 25. NITRÓGENO EN HECES. DISEÑO CUADRADO LATINO 3 X 3**

ETAPAI	ALPACA 1	ALPACA 2	ALPACA3
I	4% 1.10	6% 1.58	8% 1.72
II	6% 1.35	8% 1.70	4% 1.39
III	8% 1.38	4% 1.39	6% 1.56
TRTAMIENTOC	MEZC. 4%	MEZC. 6%	MEZC. 8%
PROM.g.	1.29	1.50	1.60

**TABLA 26. CONTENIDO DE NITRÓGENO EN ORINA EN EL EXPERIMENTO**

	MUESTRA ml	GASTO ml (H2SO4 AL 0.0642 N)	N %	PROM. N%	PT. %	PROM. PT%
<b>ETAPA I</b>						
4%PTALP1	5	36.800	0.690	0.69	4.310	4.295
4%PTALP1	5	36.600	0.690		4.280	
6%PTALP2	5	74.800	1.400	1.40	8.760	8.770
6%PTALP2	5	75.000	1.400		8.780	
8%PTALP3	5	85.500	1.600	1.60	10.010	10.995
8%PTALP3	5	85.300	1.590		10.980	
<b>ETAPA II</b>						
6%PTALP1	5	50.400	0.940	0.94	5.900	5.910
6%PTALP1	5	50.600	0.940		5.920	
8%PTALP2	5	90.700	1.700	1.70	10.610	10.610
8%PTALP2	5	90.500	1.700		10.600	
4%PTALP3	5	74.300	1.390	1.40	8.700	8.710
4%PTALP3	5	74.500	1.400		8.720	
<b>ETAPA III</b>						
8%PTALP1	5	53.000	0.990	1.00	6.200	6.220
8%PTALP1	5	53.300	1.000		6.240	
4%PTALP2	5	53.200	1.000	1.00	6.230	6.235
4%PTALP2	5	53.300	1.000		6.240	
6%PTALP3	5	70.500	1.321	1.32	8.250	8.245
6%PTALP3	5	70.400	1.319		8.240	

**TABLA 27. NITRÓGENO EN ORINA. DISEÑO CUADRADO LATINO 3 X 3**

ETAPAI	ALPACA 1	ALPACA 2	ALPACA3
I	4% 0.69	6% 1.40	8% 1.60
II	6% 0.94	8% 1.70	4% 1.40
III	8% 1.00	4% 1.00	6% 1.32
TRTAMIENTO	MEZC. 4%	MEZC. 6%	MEZC. 8%
PROM.g.	1.03	1.22	1.43



**TABLA 28. CONTENIDO DE NITRÓGENO EN PÉRDIDAS CUTANEAS EN EL EXPERIMENTO**

	MUESTRA g.	GASTO ml (H2SO4 AL 0.0642 N)	N %	PROM. N%	PT. %	PROM. PT%
ETAPA I						
4%PTALP1	0.2002	2.300	23.260	22.69	115.600	115.350
4%PTALP1	0.2001	2.400	22.120		115.100	
6%PTALP2	0.2001	3.500	22.010	21.97	115.660	115.600
6%PTALP2	0.2001	3.450	21.920		115.540	
8%PTALP3	0.2001	3.600	23.320	23.24	111.730	111.335
8%PTALP3	0.2000	3.600	23.150		110.950	
ETAPA II						
6%PTALP1	0.2002	2.800	24.320	24.40	118.130	117.710
6%PTALP1	0.2002	2.800	24.480		117.290	
8%PTALP2	0.2002	3.700	21.420	21.50	117.290	117.740
8%PTALP2	0.2001	3.650	21.580		118.190	
4%PTALP3	0.2000	3.000	25.320	25.24	121.240	120.870
4%PTALP3	0.2000	3.000	25.150		120.500	
ETAPA III						
8%PTALP1	0.2002	3.000	20.500	20.62	117.570	117.345
8%PTALP1	0.2000	3.000	21.080		117.120	
4%PTALP2	0.2002	3.000	21.310	20.87	118.970	119.280
4%PTALP2	0.2001	3.100	20.420		119.590	
6%PTALP3	0.2000	3.400	19.230	19.28	112.630	112.350
6%PTALP3	0.2000	3.400	19.330		112.070	

**TABLA 29. NITRÓGENO EN PÉRDIDAS CUTANEAS. DISEÑO CUADRADO LATINO 3 X 3**

ETAPAS	ALPACA 1	ALPACA 2	ALPACA3
I	4% 22.69	6% 24.40	8% 20.62
II	6% 21.97	8% 21.50	4% 20.87
III	8% 23.24	4% 25.24	6% 19.28
TRTAMIENTO	MEZC. 4%	MEZC. 6%	MEZC. 8%
PROM.g.	22.93	21.88	21.79

**TABLA 30. CONSUMO DE MATERIA SECA ( g/d) A DIFERENTES NIVELES DE PROTEINA TOTAL DISEÑO CUADRADO LATINO 3X3**

FILAS	COLUMNAS( N° de alpacas)						TOTAL DE FILAS
	ALPACA 1		ALPACA 2		ALPACA 3		
ETAPA I	4%	888.000	6%	689.000	8%	756.000	2333.000
ETAPA II	6%	874.000	8%	706.000	4%	774.000	2354.000
ETAPA III	8%	883.000	4%	725.000	6%	773.000	2381.000
TOTAL COLUMNAS		2645.000		2120.000		2303.000	7068.000

**TABLA 31. ANALISIS DE VARIANZA PARA EL CONSUMO DE MATERIA SECA (g/d), A DIFERENTES NIVELES DE PROTEINA TOTAL**

FV	GL	SC	CM	Fc	Fα 0.05	Fα 0.01	sign.
Etapas (filas)	2	386	193.000	5.216	19.00	99.01	n.s
Alpacas ( col	2	47342	23671.000	639.757	19.00	99.01	**
Tratamiento	2	494	247.000	6.676	19.00	99.01	n.s
Error experir	2	74.000	37.000				
TOTAL	8	48296.000					

**TABLA 32. DIGESTIBILIDAD DE MATERIA SECA (%), A DIFERENTES NIVELES DE PROTEINA TOTAL DISEÑO CUADRADO LATINO 3X3**

FILAS	COLUMNAS( N° de alpacas)						TOTAL DE FILAS
	ALPACA 1		ALPACA 2		ALPACA 3		
ETAPA I	4%	55.690	6%	58.64	8%	50.85	165.18
ETAPA II	6%	52.400	8%	66.01	4%	56.85	175.26
ETAPA III	8%	46.430	4%	60.3	6%	41.79	148.52
TOTAL COLUMNAS		154.520		184.95		149.49	488.96

**TABLA 33. ANALISIS DE VARIANZA DE DIGESTIBILIDAD DE MATERIA SECA (%) A DIFERENTES NIVELES DE PROTEINA TOTAL**

FV	GL	SC	CM	Fc	Fα 0.05	Fα 0.01	sign.
Etapas (filas)	2	121.577	60.788	213.484	19.00	99.01	**
Alpacas ( columnas)	2	245.411	122.705	430.932	19.00	99.01	**
Tratamientos (niveles)	2	66.779	33.390	117.262	19.00	99.01	**
Error experimental	2	0.569	0.285				
TOTAL	8	434.336					

**TABLA 34. NITRÓGENO INGERIDO (g/d) A DIFERENTES NIVELES DE PROTEÍNA TOTAL DISEÑO CUADRADO LATINO 3X3**

FILAS	COLUMNAS( N° de alpacas)						TOTAL DE FILAS
	ALPACA 1		ALPACA 2		ALPACA 3		
ETAPA I	4%	5.68	6%	6.614	8%	9.677	21.97
ETAPA II	6%	8.93	8%	9.037	4%	4.954	22.921
ETAPA III	8%	11.302	4%	4.64	6%	7.45	23.393
TOTAL COLUMNAS		25.915		20.291		22.082	68.288

**TABLA 35. ANÁLISIS DE VARIANZA DE NITRÓGENO INGERIDO (g/d) A DIFERENTES NIVELES DE PROTEÍNA TOTAL**

FV	GL	SC	CM	Fc	Fα 0.05	Fα 0.01	sign.
Etapas (filas)	2	0.348	0.174	1.752	19.00	99.01	n.s
Alpacas (col)	2	5.503	2.752	27.693	19.00	99.01	*
Tratamiento	2	36.233	18.117	182.331	19.00	99.01	**
Error experir	2	0.199	0.099				
TOTAL	8	42.283					

**TABLA 36. DIGESTIBILIDAD DE NITRÓGENO INGERIDO (%) A DIFERENTES NIVELES DE PROTEÍNA TOTAL DISEÑO CUADRADO LATINO 3X3.**

FILAS	COLUMNAS( N° de alpacas)						TOTAL DE FILAS
	ALPACA 1		ALPACA 2		ALPACA 3		
ETAPA I	4%	12.04	6%	34.85	8%	49.31	96.2
ETAPA II	6%	42.86	8%	47.89	4%	13.2	103.95
ETAPA III	8%	54.46	4%	30.09	6%	37.74	122.29
TOTAL COLUMNAS		109.36		112.83		100.25	322.44

**TABLA 37. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA DIGESTIBILIDAD DE NITRÓGENO INGERIDO (g/d) A DIFERENTES NIVELES DE PROTEÍNA TOTAL DISEÑO CUADRADO LATINO 3X3**

FV	GL	SC	CM	Fc	Fα 0.05	Fα 0.01	sign.
Etapas (filas)	2	119.6785	59.8392	1.0579	19.00	99.01	n.s
Alpacas (col)	2	28.1433	14.0716	0.2488	19.00	99.01	n.s
Tratamiento	2	1578.3386	789.1693	13.9517	19.00	99.01	n.s
Error experir	2	113.1285	56.5642				
TOTAL	8	1839.2888					

**TABLA 38. EXCRECIÓN DE NITRÓGENO FECAL (g/d) A DIFERENTES NIVELES DE PROTEÍNA TOTAL DISEÑO CUADRADO LATINO 3X3**

FILAS	COLUMNAS( N° de alpacas)						TOTAL DE FILAS
	ALPACA 1		ALPACA 2		ALPACA 3		
ETAPA I	4%	4.999	6%	3.648	8%	4.905	13.552
ETAPA II	6%	4.795	8%	4.709	4%	4.309	13.813
ETAPA III	8%	5.157	4%	3.221	6%	4.62	12.998
TOTAL COLUMNAS		14.951		11.578		13.834	40.363

**TABLA 39. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA EXCRECIÓN DE NITRÓGENO FECAL (g/d) A DIFERENTES NIVELES DE PROTEÍNA TOTAL DISEÑO CUADRADO LATINO 3X3**

FV	GL	SC	CM	Fc	Fα 0.05	Fα 0.01	sign.
Etapas (filas)	2	0.1155	0.0577	0.1988	19.00	99.01	n.s
Alpacas ( col	2	1.9683	0.9841	5.0747	19.00	99.01	n.s
Tratamiento	2	0.9143	0.4572	2.3574	19.00	99.01	n.s
Error experir	2	0.3879	0.1939				
TOTAL	8	3.3859					

**TABLA 40. EXCRECIÓN DE NITRÓGENO EN ORINA (g/d) A DIFERENTES NIVELES DE PROTEÍNA TOTAL DISEÑO CUADRADO LATINO 3X3**

FILAS	COLUMNAS( N° de alpacas)						TOTAL DE FILAS
	ALPACA 1		ALPACA 2		ALPACA 3		
ETAPA I	4%	4.923	6%	8.8	8%	11.76	25.483
ETAPA II	6%	3.64	8%	6.78	4%	5.7	16.12
ETAPA III	8%	5.18	4%	3.914	6%	5.9	14.994
TOTAL COLUMNAS		13.743		19.494		23.36	56.60

**TABLA 41. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA EXCRECIÓN DE NITRÓGENO EN ORINA (g/d) A DIFERENTES NIVELES DE PROTEINA TOTAL DISEÑO CUADRADO LATINO 3X3**

FV	GL	SC	CM	Fc	Fα 0.05	Fα 0.01	sign.
Etapas (filas)	2	22.106	11.053	18.9865	19.00	99.01	n.s.
Alpacas ( col	2	15.612	7.806	19.0507	19.00	99.01	n.s
Tratamiento	2	14.193	7.096	17.3190	19.00	99.01	n.s
Error experir	2	0.819	0.410				
TOTAL	8	52.730					

**TABLA 42. EXCRECIÓN DE NITRÓGENO EN PÉRDIDAS DÉRMICAS (g/d) A DIFERENTES NIVELES DE PROTEÍNA TOTAL DISEÑO CUADRADO LATINO 3X3**

FILAS	COLUMNAS( N° de alpacas)						TOTAL DE FILAS
	ALPACA 1		ALPACA 2		ALPACA 3		
ETAPA I	4%	0.052	6%	0.06	8%	0.060	0.17
ETAPA II	6%	0.043	8%	0.061	4%	0.042	0.15
ETAPA III	8%	0.059	4%	0.051	6%	0.052	0.16
TOTAL COLUMNAS		0.154		0.172		0.15	0.48

**TABLA 43. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA EXCRECIÓN DE NITRÓGENO EN PÉRDIDAS DÉRMICAS (g/d) A DIFERENTES NIVELES DE PROTEÍNA TOTAL DISEÑO CUADRADO LATINO 3X3.**

FV	GL	SC	CM	Fc	Fα 0.05	Fα 0.01	sign.
Etapas (filas)	2	0.000115	0.000057	5.55	19.00	99.01	n.s
Alpacas ( col	2	0.000072	0.000036	3.48	19.00	99.01	n.s
Tratamiento	2	0.000217	0.000108	10.48	19.00	99.01	n.s
Error experir	2	0.000021	0.000010				
TOTAL	8	0.000424					

#### ANEXO 44. MATERIALES Y EQUIPOS

<b>MATERIALES Y EQUIPOS</b>
<b>MAQUINARIAS:</b>
Molino picador.
Balanza (capacidades:1000/0.5 kg, y 2.0 kg/0.1g).
<b>MATERIALES DE CAMPO.</b>
Comederos.
Bebederos.
Cuaderno de registro.
Escoba.
Sogas.
Bolsas, papel de colección.
Tijera.
Calculadora científica.
Embudos y recipiente colector de orina.
Canastilla alámbrica de colección de heces.
<b>MATERIALES DE LABORATORIO</b>
Balon kjenldal de 100 mL.
Matraz erlenmeyer de 50 y 250 mL.
Vaso de fondo plano de 500 y 1000 mL.
Pitepa de 1 mL,5mL, 10 mL.
Bombilla de succión.
Agua destilada.
Mandil y guantes.
<b>EQUIPOS:</b>
Refrigeradora y congeladora, para las muestras de orina.
Mufla, para la determinación de materia seca.
Balanza analítica,para el pesado de muestras y perdidas dermicas
Destilador de agua.
Digestor, destilador y titulador kjenldal (bureta 0.1 mL).
Molino manual.
Bageta.
Papel cebolla.
<b>REACTIVOS</b>
Hidroxido de sodio (NaOH).
Acido sulfurico (H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ).
Acido borico (H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub> ).
Rojo de metilo.
solución Tashiro.
alcohol absoluto.
solución Catalizadora (sulfato de sodio, sulfato de potasio,selenito de sodio)