

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



**Determinación del nitrógeno metabólico fecal, endógeno urinario y dérmico en llamas hembras de dos años de edad**

**TESIS**

**PRESENTADA POR:**

**Bach. ANGEL JHOEL CONDORI CARBAJAL**

**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

TESIS

Determinación del nitrógeno metabólico fecal, endógeno urinario y dérmico en llamas hembras de dos años de edad

PRESENTADA POR:

Bach. ANGEL JHOEL CONDORI CARBAJAL

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

MÉDICO VETERINARIO Y ZOOTECNISTA



APROBADA POR:

PRESIDENTE

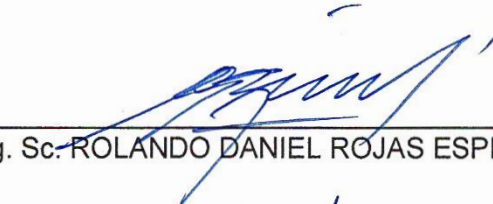
:



Ph. D. BERNARDO ROQUE HUANCA

PRIMER MIEMBRO

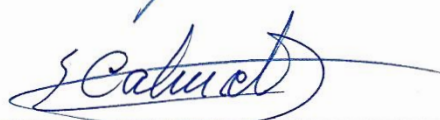
:



Mg. Sc. ROLANDO DANIEL ROJAS ESPINOZA

SEGUNDO MIEMBRO

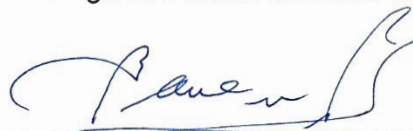
:



M. Agr. ENRIQUE CALMET URIA

DIRECTOR

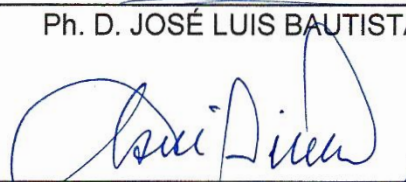
:



Ph. D. JOSÉ LUIS BAUTISTA PAMPA

ASESOR

:



MVZ. JUAN GUIDO MEDINA SUCA

Área: Nutrición animal.

Tema: Bioquímica de llamas.

## DEDICATORIA

A Dios, por guiar cada paso que he dado en mi vida, por haberme permitido llegar hasta este punto y darme salud para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor.

A mi madre, JUANA MARIA CARBAJAL ESPERILLA (+), fuiste centro de motivación e inspiración, aun tus recuerdos brillan en mi corazón, y con ellos una sonrisa porque a pesar del tiempo que ha pasado desde tu partida, formas parte de mi vida y siempre vivirás en mi mente y corazón, aunque nos faltaron muchas cosas por vivir juntos, sé que este momento hubiera sido tan especial para ti como para mí.

A mi padre, AGRIPINO CONDORI HANCCO, por ser el pilar fundamental en lo que soy, en toda mi educación, tanto académica, como de la vida, por su incondicional apoyo perfectamente mantenido a través del tiempo.

A mis segundos padres, TEODORO CLAUDIO CARBAJAL MACEDO Y PEREGRINA ESPERILLA LIMACHI, porque creyeron en mí y me sacaron adelante, dándome ejemplos dignos de superación y entrega, porque en gran parte gracias a ustedes, hoy puedo ver alcanzada esta meta, ya que siempre estuvieron impulsándome en los momentos más difíciles de mi vida, y porque el orgullo que sienten por mí, fue lo que me hizo ir hasta el final. Va por ustedes, por lo que valen, porque admiro su fortaleza y por lo que han hecho de mí.

A mis tíos, IRMA, LUID, MARGOTH, ROGER Y VILMA (+), por formar parte de lo más hermoso que tengo en la vida, mi familia. Ustedes representan una gran inspiración un gran ejemplo a seguir, por confiar en mí y brindarme su apoyo incondicional.

A mi novia, LADY ELEONOR, por ser la compañera perfecta para poder lograr y alcanzar juntos esta dichosa y muy merecida victoria en la vida, por preocuparte por mí en cada momento y querer siempre lo mejor para mí.  
Juntos por siempre.

## AGRADECIMIENTOS

Mi sincero agradecimiento:

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 CIP- La raya dependencia de la facultad de medicina veterinaria y zootecnia de la Universidad Nacional del Altiplano Puno y al director del CIP- 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 al Ph. D. Bernardo Roque Huanca y 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.

A todos mis amigos, Yoel, Nicolay, Oscar, Ronnie, Abad, Clever, Darwin, Max, Nury, Lidia y Yuli que fueron mi apoyo moral, mi fuerza y mi aliento en todo momento de la carrera Universitaria, que con sus alegrías y nostalgias compartidas, recuerdos gratos que fueron hoy parte importante de mi vida. A todos aquellos mil gracias. Nada hubiera sido lo mismo sin ustedes. Siempre los tendré presente.

Al MVZ. Eduardo Ramirez Aruquipa por su apoyo y asesoría incondicional en gran parte de esta tesis.

A mi compañero de tesis por su apoyo y motivación, por su trabajo hombro a hombro a largo del desarrollo de esta tesis.

## ÍNDICE GENERAL

I. INTRODUCCIÓN.....	13
1.1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	15
1.1.1. PROBLEMA.....	15
1.2. OBJETIVOS.....	17
1.2.1. Objetivo general.....	17
1.2.2. Objetivos específicos.....	17
2.1. NITRÓGENO Y PROTEÍNA.....	18
2.1.1. EL Nitrógeno y la Proteína en el organismo animal.....	18
2.1.2. Degradabilidad ruminal de la Proteína.- .....	19
2.2. PÉRDIDAS TOTALES DE NITRÓGENO ENDÓGENO.....	22
2.2.1. Nitrógeno Metabólico Fecal.- .....	22
2.2.2. Nitrógeno Endógeno Urinario.- .....	24
2.2.3. Nitrógeno Dérmico.-.....	27
2.3. MÉTODOS DE DETERMINACIÓN DE PÉRDIDAS DE NITRÓGENO METABÓLICO FECAL.....	29
2.3.1. La técnica dieta no proteica.....	29
2.3.2. Técnica de recolección del contenido intestinal.....	30
2.3.3. Técnicas del flujo de proteínas endógenas marcadas.....	31
2.4. COMPOSICIÓN QUÍMICA DE FORRAJES.....	32
2.4.1. Paja de Ichu.- .....	32
2.4.2. Heno de avena.- .....	33
2.4.3. Heno de alfalfa .....	34
2.5. DETERMINACIÓN DE PROTEÍNA CRUDA.....	35
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	37
3.1. LUGAR.....	37
3.3. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL.....	41
3.3.1. Instalaciones.- .....	41
3.3.2. Forrajes.- .....	41
3.3.3. Dieta experimental.-.....	42
3.3.4. De los animales.- .....	43
3.3.5. Manejo de los animales durante el experimento. ....	44
3.2.6. Determinación de la pérdida total de nitrógeno. ....	44
3.2.6.1. Método Microkjedahl: .....	44

3.2.7. Cálculo de nitrógeno metabólico fecal (NMF): .....	45
3.2.8. Cálculo de nitrógeno endógeno urinario (NEU): .....	46
3.2.9. Cálculo de nitrógeno endógeno dérmico (NED): .....	46
3.2.10. Unidades de medida de las variables de estudio.....	47
3.2.11. Análisis estadístico.- .....	48
3.2.14. Variables.....	49
IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES. ....	50
4.1 EXCRECIÓN NITRÓGENO METABÓLICO FECAL (NMF).....	50
4.2 NITRÓGENO ENDÓGENO URINARIO (NEU).....	52
4.3 NITRÓGENO ENDÓGENO DÉRMICO (NED).....	55
V. CONCLUSIONES.....	59
VI. RECOMENDACIONES.....	60
VII. REFERENCIAS .....	61
VIII. ANEXOS.....	67

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>TABLA 1:</b> COMPOSICION QUIMICA, ENERGIA BRUTA Y PORCENTAJE DE PT DE LOS ALIMENTOS AL 100% DE MS .....	42
<b>TABLA 2:</b> CONTENIDO DE NUTRIENTES EN LAS DIETAS EXPERIMENTALES.....	42
<b>TABLA 3:</b> NITRÓGENO METABÓLICO FECAL (NMF) EN LLAMAS. ....	50
<b>TABLA 4:</b> NITRÓGENO ENDÓGENO URINARIO (NEU) EN LLAMAS.....	53
<b>TABLA 5:</b> NITRÓGENO ENDÓGENO DÉRMICO (NED) EN LLAMAS. ....	56
<b>TABLA 6:</b> PÉRDIDA TOTALES DE NITRÓGENO ENDÓGENO. ....	58
<b>TABLA 7:</b> COMPOSICION QUÍMICA Y ENERGIA BRUTA DE LOS ALIMENTOS AL 100% DE MS.....	69
<b>TABLA 8:</b> CONTENIDO DE NUTRIENTES EN LAS DIETAS EXPERIMENTALES.....	69
<b>TABLA 9:</b> COMPOSICION QUIMICA DEL SUPLEMENTO MINERAL Y VITAMINICO COMERCIAL NUTRIMIX ADE.....	69
<b>TABLA 10:</b> INGESTION DE MATERIA SECA (IMS), DE LA DIETA DEL ALIMENTO A DIFERENTES NIVELES DE PROTEINA.....	70
<b>TABLA 11:</b> PORCENTAJE DE MATERIA SECA FECAL DE MUESTRA POR71	
<b>TABLA 12:</b> EXCRECION DE MATERIA SECA FECAL. ....	71
<b>TABLA 13:</b> DIGESTIBILIDAD DE MATERIA SECA (DMS, %) EN LAS DIETAS DE LOS ALIMENTOS. ....	72
<b>TABLA 14:</b> ROTACION DE LOS TRATAMIENTOS EN EL EXPERIMENTO DE DIFESTIBILIDAD DISEÑO CUADRADO LATINO 3X3. ....	73
<b>TABLA 15:</b> COLECCIÓN DE ORINA EN EL EXPERIMENTO EN ml/d. ....	73
<b>TABLA 16:</b> ROTACION DE LOS TRATAMIENTOS EN EL EXPERIMENTO DE DIGESTIBILIDAD EN EXCRECION DE ORINA, ml/d.....	74
<b>TABLA 17:</b> COLECCIÓN DE PERDIDAS DERMICAS EN EL EXPERIMENTO DE METABOLISMO, g/d. ....	74
<b>TABLA 18:</b> ROTACION DE TRATAMIENTOS EN EL EXPERIMENTO DE DIGESTIBILIDAD EN EXCRECION DE PERDIDAS DÉRMICAS, g/d. ....	75
<b>TABLA 19:</b> NITROGENO DIGESTIBLE REAL DE LA MEZCLA DE ALIMENTO A DIFERENTES NIVELES DE PROTEINA EN EL EXPERIMENTO. ....	76
<b>TABLA 20:</b> REGISTRO DE PESO VIVO EN LLAMAS.....	78
<b>TABLA 21:</b> CONTENIDO DE NITÓGENO EN HECES EN EL EXPERIMENTO. ....	79
<b>TABLA 22:</b> NITRÓGENO EN HECES CUADRADO LATINO 3X3 .....	79
<b>TABLA 23:</b> CONTENIDO DE NITRÓGENO EN ORINA EN EL EXPERIMENTO. ....	80
<b>TABLA 24:</b> NITRÓGENO EN ORINA CUADRADO LATINO 3X3 .....	80
<b>TABLA 25:</b> CONTENIDO DE NITRÓGENO EN PÉRDIDAS DÉRMICAS CUTANEAS EN EL EXPERIMENTO. ....	81



<b>TABLA 26:</b> NITRÓGENO EN PÉRDIDAS DÉRMICAS Y CUTANEAS CUADRADO LATINO 3X3.....	81
<b>TABLA 27:</b> CONSUMO DE MATERIA SECA (g/d) EN EL EXPERIMENTO DE METABOLISMO A DIFERENTES NIVELES DE PROTEINA TOTAL. DISEÑO CUADRADO LATINO 3X3.....	82
<b>TABLA 28:</b> ANALISIS DE VARIANZA PARA EL CONSUMO DE MATERIA SECA (g/d). A DIFERENTES NIVELES DE PROTEINA.....	82
<b>TABLA 29:</b> DIGESTIBILIDAD DE LA MATERIA SECA (%), EN EL EXPERIMENTO DE METABOLISMO. DISEÑO CUADRADO LATINO. .....	82
<b>TABLA 30:</b> ANALISIS DE VARIANZA DE DIGESTIBILIDAD DE LA MATERIA SECA (%) EN EL EXPERIMENTO DE METABOLISMO. DISEÑO CUADRADO LATINO 3X3.....	82
<b>TABLA 31:</b> NITRÓGENO INGERIDO (g/d), EN EL EXPERIMENTO A DIFERENTES NIVELES DE PROTEINA. DISEÑO CUADRADO LATINO. ....	83
<b>TABLA 32:</b> ANALISIS DE VARIANZA PARA EL NITRÓGENO INGERIDO (g/d), EN EL EXPERIMENTO A DIFERENTES NIVELES DE PROTEINA. DISEÑO CUADRADO LATINO 3X3.....	83
<b>TABLA 33:</b> DIGESTIBILIDAD REAL DEL NITRÓGENO INGERIDO (%), EN EL EXPERIMENTO A DIFERENTES NIVELES DE PROTEINA. DISEÑO CUADRADO LATINO.....	83
<b>TABLA 34:</b> ANALISIS DE VARIANZA PARA LA DIGESTIBILIDAD REAL DEL NITRÓGENO INGERIDO (g/d), EN EL EXPERIMENTO A DIFERENTES NIVELES DE PROTEINA. DISEÑO CUADRADO LATINO 3X3.....	83
<b>TABLA 35:</b> BALANCE DE NITRÓGENO REAL (g/d), EN EL EXPERIMENTO A DIFERENTES NIVELES DE PROTEINA. DISEÑO CUADRADO LATINO. ....	84
<b>TABLA 36:</b> ANALISIS DE VARIANZA PARA EL BALANCE DE NITRÓGENO REAL (g/d), EN EL EXPERIMENTO A DIFERENTES NIVELES DE PROTEINA. DISEÑO CUADRADO LATINO 3X3.....	84
<b>TABLA 37:</b> EXCRECION DE NITRÓGENO FECAL (g/d), EN EL EXPERIMENTO A DIFERENTES NIVELES DE PROTEINA. DISEÑO CUADRADO LATINO. ....	84
<b>TABLA 38:</b> ANALISIS DE VARIANZA PARA LA EXCRECION DE NITRÓGENO FECAL (g/d), EN EL EXPERIMENTO A DIFERENTES NIVELES DE PROTEINA. DISEÑO CUADRADO LATINO 3X3.....	84
<b>TABLA 39:</b> EXCRECION DE NITRÓGENO EN ORINA (g/d), EN EL EXPERIMENTO A DIFERENTES NIVELES DE PROTEINA. DISEÑO CUADRADO LATINO.....	85
<b>TABLA 40:</b> ANALISIS DE VARIANZA PARA LA EXCRECION DE NITRÓGENO EN ORINA (g/d), EN EL EXPERIMENTO A	



DIFERENTES NIVELES DE PROTEINA. DISEÑO CUADRADO LATINO 3X3.....	85
<b>TABLA 41:</b> EXCRECION DE NITRÓGENO EN DESCAMACIONES DERMICAS (g/d), EN EL EXPERIMENTO A DIFERENTES NIVELES DE PROTEINA. DISEÑO CUADRADO LATINO.....	85
<b>TABLA 42:</b> ANALISIS DE VARIANZA PARA LA EXCRECION DE NITRÓGENO EN DESCAMACIONES DERMICAS (g/d), EN EL EXPERIMENTO A DIFERENTES NIVELES DE PROTEINA. DISEÑO CUADRADO LATINO 3X3.....	85
<b>TABLA 43:</b> ANALISIS DE VARIANZA DE LA REGRESIÓN LINEAL DE PERDIDAS DE NITRÓGENO FECAL EN LLAMAS.....	86
<b>TABLA 44:</b> ANALISIS DE VARIANZA DE LA REGRESIÓN LINEAL DE PÉRDIDAS DE NITRÓGENO URINARIO EN LLAMAS.....	86
<b>TABLA 45:</b> ANALISIS DE VARIANZA DE LA REGRESIÓN LINEAL DE PÉRDIDAS DE NITRÓGENO DÉRMICO EN LLAMAS. ....	87
<b>TABLA 46:</b> CONSUMO DE MATERIA SECA Y PESO VIVO EN LLAMAS POR DIETAS.....	87
<b>TABLA 47:</b> CONSUMO DE NITRÓGENO Y PROTEINA EN LLAMAS.....	88
<b>TABLA 48:</b> NITRÓGENO DIGESTIBLE Y BALANCE DE NITRÓGENO DE LAS DIETAS EN LLAMAS.....	88
<b>TABLA 49:</b> NITRÓGENO DIGESTIBLE Y BALANCE DE NITRÓGENO DE LAS DIETAS EN LLAMAS.....	88

## ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

- CIP:** Centro de investigación y producción.
- FMVZ:** Facultad de medicina veterinaria y zootecnia.
- UNA:** Universidad nacional del altiplano.
- CSA:** Camélidos sudamericanos
- INIA:** Instituto nacional de innovación agraria.
- BN:** Balance de nitrógeno.
- BNR:** Balance real de nitrógeno.
- DN:** Digestibilidad del nitrógeno.
- DN%:** Porcentaje de digestibilidad del nitrógeno.
- DNR:** Digestibilidad real de nitrógeno.
- LDA:** Lignina detergente acida
- PT:** Proteína total.
- N:** Nitrógeno.
- MS:** Materia seca.
- MS%:** Porcentaje de material seca.
- EB:** Energía bruta.
- EM:** Energía metabolizable.
- CMS:** Consumo de material seca.
- NC:** Nitrógeno consumido.
- NF:** Nitrógeno fecal.
- NMF:** Nitrógeno metabólico fecal.
- NU:** Nitrógeno urinario.
- NEU:** Nitrógeno endógeno urinario.
- ND:** Nitrógeno dérmico.
- NED:** Nitrógeno endógeno dérmico.

## RESUMEN

El Trabajo se realizó en el CIP La Raya, FMVZ-UNA, Santa Rosa, Melgar, Puno, a una altitud de 4200 m. El objetivo fue determinar pérdidas de nitrógeno metabólico fecal (NMF), nitrógeno endógeno urinario (NEU), y nitrógeno endógeno dérmico (NED), en llamas hembras de dos años de edad. El estudio, se realizó mediante balance de nitrógeno, en jaulas metabólicas para la digestibilidad *in vivo*; en base a tres etapas, tres llamas y tres dietas suplementados con niveles de 4, 6, 8 % de proteína cruda (PT), preparados con forrajes: ichu (*Stipa Ichu*), paja de avena (*Avena sativa*), heno de alfalfa (*Medicago sativa*) y minerales-vitaminas. Se registraron los pesos vivos al inicio y al final del experimento/etapa. Se estabularon en jaulas, en dos periodos por etapa, con siete días de acostumbramiento y siete días de colección de heces, orina y perdidas dérmicas. El NMF, NEU y NED se determinó por extrapolación a cero ( $X = 0$ ) de consumo de nitrógeno, mediante la regresión lineal (RL) entre el nitrógeno consumido (NC) g/d (X) y el nitrógeno de heces/100 g de materia seca consumida (Y); el NEU mediante la RL entre el nitrógeno urinario  $g/W_{kg}^{0.75}$  (Y) y NC g/d (X); el de NED por RL entre nitrógeno dérmico  $g/W_{kg}^{0.75}$  (Y) y NC g/d (X). El NMF fue de 5.7293 g/d (5729.3 mg/d), el NEU fue de 1.6311 g/d (1631.1 mg/d); el NED fue de 0.0799 g/d (79.9 mg/d); todos ellos para dietas con 4, 6 y 8% de PT respectivamente. Las pérdidas totales de nitrógeno endógeno fueron de 7.4403 g/d (7440.3 mg/d).

**PALABRAS CLAVES:** Llama, nitrógeno metabólico fecal, nitrógeno endógeno urinario, nitrógeno dérmico.

**ABSTRACT**

The work was carried out at CIP La Raya, FMVZ-UNA, Santa Rosa, Melgar, Puno, at an altitude of 4200 m. The objective was to determine losses of fecal metabolic nitrogen (NMF), urinary endogenous nitrogen (NEU), and endogenous dermal nitrogen (NED), In female llamas of two years of age. The study was performed using nitrogen balance in metabolic cages for in vivo digestibility; (3), three flames and three diets supplemented with levels of 4, 6, 8% crude protein (PT), prepared with fodder: ichu (*Stipa lchu*), oats straw (*Avena sativa*), hay Alfalfa (*Medicago sativa*) and mineral-vitamins. The live weights were recorded at the beginning and at the end of the experiment / stage. They were housed in cages, in two periods per stage, with seven days of habit and seven days of collection of feces, urine and dermal losses. The NMF, NEU and NED were determined by extrapolation to zero ( $X = 0$ ) of nitrogen consumption, by linear regression (RL) between the consumed nitrogen (NC) g / d (X) and stool nitrogen / 100 g Of dry matter consumed (Y); The NEU by the RL between urinary nitrogen g / Wkg<sup>0.75</sup> (Y) and NC g / d (X); The NED by RL between dermal nitrogen g / WKg<sup>0.75</sup> (Y) and NC g / d (X). The NMF was 5.7293 g/d (5729.3 mg/d), the NEU was 1.6311 g/d (1631.1 mg/d); The NED was 0.0799 g/d (79.9 mg/d); all for diets with 4, 6 and 8% of PT, respectively. The total losses of nitrogen were 7.4403 g/d (7440.3 mg/d).

**KEYWORDS:** Lama, fecal metabolic nitrogen, endogenous urinary nitrogen, dermal nitrogen

## I. INTRODUCCIÓN

A lo largo del siglo XX, la población mundial se ha más que cuadruplicado y sigue aumentando en 80 millones cada año, por lo que puede duplicarse de nuevo en pocas décadas. A medida que la población humana se expande, crece la demanda de alimento. En muchos casos estos recursos son escasos, y cada vez mayor la competencia para obtenerlos, (Gisper, 1997); dentro de ello, cobra mayor importancia los alimentos de origen animal, sin embargo en nuestro medio la producción en grandes cantidades está limitada por muchos factores pero principalmente por los escasos recursos alimenticios para las especies productoras, estos recursos alimenticios para los animales son escasos por una tenencia cada vez menor de tierras para pastar animales o producir forrajes. Los minifundios son uno de los grandes problemas para la ganadería extensiva, miles de pequeñas parcelas, en manos de cientos de propietarios haciendo imposible el pastoreo con rebaños que puedan alcanzar las mil cabezas; sin embargo este problema está limitado a tierras bajas dado que las zonas alto andinas existen inmensas áreas de pastizales sin explotar (Zamora, 2013).

En la actualidad, los CSA principalmente la llama constituyen el único medio de utilización productiva de las extensas áreas de pastos naturales de las zonas alto andinas donde no es posible la agricultura ni la crianza económica de otras especies de animales domésticos. La llama convierte, con inusual eficiencia, los pastos pobres de estas alturas en en carne de alta calidad, alto valor nutritivo, de buena digestión y bajo contenido de colesterol; además de los subproductos como las pieles y cueros que tienen múltiples usos industriales y artesanales. (Iñiguez y Alem, 1996). Los camélidos sudamericanos, entre ellos la llama,

constituye la principal fuente de proteína animal para la alimentación y recurso de sustento económico para las poblaciones alto andinas de nuestra región con 35.7% de llamas de todo el Perú (INEI, 1995 Y CONACS, 2004)

La alimentación de las llamas en el Altiplano peruano se realiza en forma tradicional, dependiendo casi exclusivamente de la vegetación natural, sin el conocimiento preciso de sus requerimientos de proteína, lo cual conlleva a errores por deficiencias o excesos cuyas consecuencias se manifiestan en la productividad y la salud ambiental un deficiente manejo limita la expresión del potencial genético de esta especie (Bautista, 2009).

Mientras con una alimentación excesiva de nitrógeno en el futuro (pasturas cultivadas y con suplementos alimenticios, pueden afectar los costos en la alimentación y generar una excesiva excreción de nitrógeno. Los requerimientos nutrimentales para llamas no han sido establecidos específicamente como en más de un especie es un desafío establecer y formular raciones próximas a sus requerimientos. (Ramírez et al., 2015).

Pero el problema fundamental del manejo de alimentación está en situaciones como son: centros de investigación (INIA), universidades, algunos proyectos u organismos no gubernamentales (ONGS) y animales de crianza para el engorde; en donde se realizan investigaciones o experimentación científica en la llama, en los cuales se requiere contar con los requerimientos de proteína de los animales en sus diferentes estados fisiológicos como son: Llamas en crecimiento (crías, ancutas de uno o dos años), hembras adultas (vacías y gestantes), machos reproductores y llamas para engorde; y para determinar los requerimientos de proteína, es de capital importancia evaluar y cuantificar las pérdidas fisiológicas del nitrógeno metabólico fecal, nitrógeno endógeno urinario y nitrógeno

endógeno dérmico de los camélidos sudamericanos domésticos: alpacas y llamas; con estas variables o parámetros con respuesta del animal se podrá en el futuro cercano desarrollar una crianza o explotación de esta especie animal con mucha eficacia, en el manejo de los animales para obtener productos como la carne y piel de llamas al mínimo costo, así mismo se minimizaría la contaminación ambiental (Bautista, 2009).

Por las consideraciones expuestas al respecto, el presente trabajo tuvo como objetivo determinar las pérdidas de nitrógeno (Nitrógeno metabólico fecal, Nitrógeno endógeno urinario y Nitrógeno dérmico) de llamas hembras de 2 años de edad alimentadas con paja de avena, ichu, heno de alfalfa y un porcentaje mínimo de minerales, mediante regresión lineal con el nitrógeno consumido (X) y el nitrógeno de heces/100g materia seca (MS.) consumida (Y) por extrapolación a cero del nitrógeno consumido ( $X=0$ ) para calcular NMF, regresión lineal entre el nitrógeno consumido (X) y nitrógeno de la orina/24 horas (Y) por extrapolación a cero del nitrógeno consumido ( $X=0$ ) para calcular NEU, regresión lineal entre el nitrógeno consumido (X) y el nitrógeno de pérdidas dérmicas/24 horas (Y) por extrapolación a cero de nitrógeno consumido ( $X=0$ ) para nitrógeno dérmico (ND).

## **1.1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

### **1.1.1. PROBLEMA**

La crianza de CSA, depende casi exclusivamente de la alimentación con pastos naturales, cortos, duros y existentes en las zonas de gran altura, estas praderas se caracterizan por tener crecimiento y producción estacionaria, además de ser pobres en proteínas, esto



repercute en los niveles productivos de los CSA, que en comparación con otras especies domésticas son bajas, tanto en producción de carne como en sus parámetros reproductivos y producción de fibra.

Para superar este problema es necesario el conocimiento de requerimientos de esta especie, y los avances en investigación de las demás especies comunes como el vacuno, ovino y otros, se han determinado en primera instancia los niveles de nitrógeno: metabólico fecal, endógeno urinario y dérmica (pérdidas externas de nitrógeno de tejidos y así determinar los requerimientos mínimos de proteína en su alimentación).

Resultados obtenidos por (Bustinza, 2001), demuestran que al someter a alpaca y llamas a planos nutritivos de mejor calidad mediante la alimentación con alfalfa, se obtiene diferencias significativas de peso de las madres con respecto a las crías a la edad adulta, con diferencias hasta de 20 kg en estos últimos a la edad de 3 años. Esto demuestra que poseen un potencial genético que se expresa cuando se le provee de una mejor alimentación.

La información general sobre requerimientos nutritivos en alpacas y llamas es bastante reducida. Sólo se reportan tres trabajos para la estimación de los requerimientos energéticos para mantenimiento, dos en llamas (Schneider, et al., 1974); (Carmen, et al., 1992) y una en alpacas (Flores, et al., 1989), y un solo trabajo para los requerimientos de proteína en alpacas (Huasasquiche, 1974).

Vale decir que hasta el momento no se cuenta con datos de pérdida de nitrógeno en Llamas. Dada esta realidad se constituye el problema para la alimentación de las Llamas. Por la que se definen las siguientes interrogantes.

¿Cuáles son los niveles de pérdidas de nitrógeno metabólico fecal, endógeno urinario y dérmico en Llamas con bajos niveles de proteína?, ¿Cuánto es la pérdida total de nitrógeno?, ¿cómo influye en el desarrollo de la Llama en crecimiento?

## **1.2. OBJETIVOS**

### **1.2.1. Objetivo general**

- Determinar las pérdidas de nitrógeno metabólico fecal (NMF), nitrógeno endógeno urinario (NEU) y nitrógeno dérmico (ND) en llamas hembras de dos años de edad.

### **1.2.2. Objetivos específicos**

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

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. NITRÓGENO Y PROTEÍNA

#### 2.1.1. EL Nitrógeno y la Proteína en el organismo animal

El Nitrógeno es uno de los componentes más importantes de las proteínas. Este elemento recupera las pérdidas que se originan en el organismo través de la orina y las heces. al determinar el porcentaje de nitrógeno de un forraje - 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/forraje) se obtiene el valor de la proteína total (Maynard *et al.*, 1992).

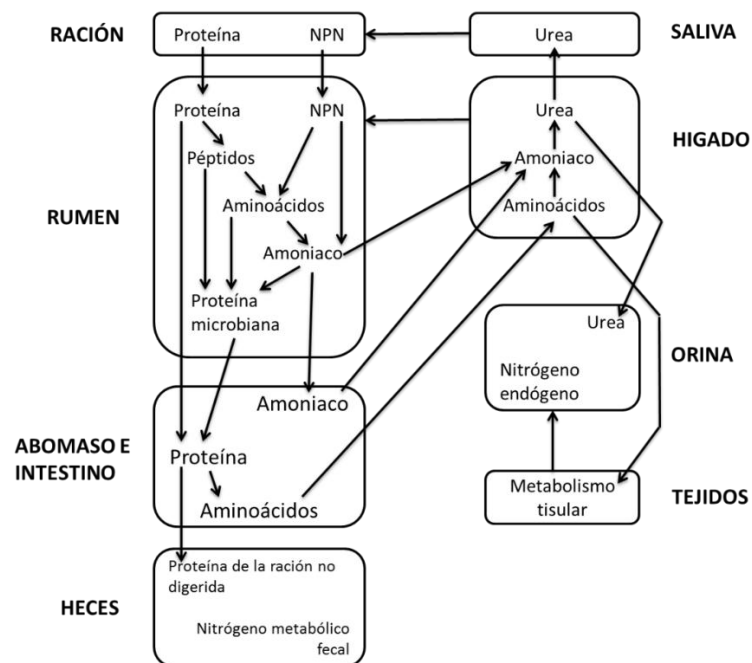
Las proteínas son compuestos altamente polimerizados, que están formados por aminoácidos. También se unen a componentes no proteicos. Las proteínas se encuentran entre los nutrientes más importantes, junto con los lípidos y los carbohidratos. Además de su función energética (1 g de proteína proporciona 4,1 Kcal al organismo), dada su naturaleza nitrogenada, son necesarias para la síntesis de compuestos propios del organismo implicados en la estructura de las membranas junto con los lípidos, como glicoproteidos en funciones de lubricación y como nucleidos que posibilitan la síntesis de las proteínas propias del organismo, así como la formación de los cromosomas y la división celular (Aron, 1988). El valor nutritivo de las proteínas depende de su digestibilidad, que depende a su vez de la estructura, es decir, de su composición aminoacídica. El contenido de aminoácidos esenciales determina el

valor biológico, es decir, el mayor aprovechamiento fisiológico de una proteína por parte del organismo. Rige la ley del mínimo, esto es, si la oferta de aminoácidos esenciales es demasiado limitada, el conjunto del rendimiento de las reacciones de síntesis dependerá del aminoácido que esté presente en menor cantidad (aminoácido limitante). Los aminoácidos limitantes más importantes son la lisina (cereales y patatas) y la metionina (carne y leche) (Estrada, 2009).

### **2.1.2. Degradabilidad ruminal de la Proteína**

El rumen, genera un ambiente apropiado, con un suministro generoso de alimento, para el crecimiento y reproducción de microorganismos como bacterias, protozoarios y hongos que se encargan de la degradación proteica. Las bacterias son los microorganismos más abundantes del rumen existen alrededor de 10 billones de células bacterianas aproximadamente el 40 % de las bacterias del rumen tienen actividad proteolítica. Las proteasas de las bacterias del rumen están ligadas a las células, pero se localizan en la superficie celular, de modo que tienen libre acceso al sustrato. Los protozoarios existentes en el rumen están equipados con potentes proteasas intracelulares pueden encontrarse hasta un millón de protozoarios suspendidos por mililitro de líquido ruminal lo cual puede representar hasta un 50% de la biomasa ruminal, además utilizan la proteína suspendida en el líquido ruminal para producir amoniaco que, que las bacterias degradadoras de celulosa utilizan como fuente de nitrógeno para su crecimiento. Por otro lado los hongos fueron el último tipo de microorganismo descubierto por lo que su modo de acción para

hidrolizar las partículas de alimento no está bien documentado; a pesar de que las bacterias y los protozoarios son los responsables de la mayor parte de la degradación proteica los hongos tienen importancia en la digestión de los alimentos fibrosos en las primeras 5 horas; según los científicos los hongos la función principal de los hongos es debilitar la estructura de algunos tejidos de la planta incrementando la superficie disponible para la degradación bacteriana mejorando así la efectividad de la rumia y la degradabilidad proteica. Las enzimas proteolíticas microbianas operan a un pH óptimo de 6 - 7. Las proteínas se degradan por los microorganismos del rumen de acuerdo con las etapas siguientes, que conducen finalmente a la producción de amoníaco, ácidos grasos volátiles y dióxido de carbono (Bondl, 1989).



**Figura 8.1.** Rutas de la digestión y metabolismo de los compuestos nitrogenados en los rumiantes (según Mercer y Amison, 1976.

P. 411). NPN = Nitrógeno no proteico.

Se ha establecido que la clave de la digestión y metabolismo del nitrógeno en los rumiantes es la capacidad de la población microbiana para utilizar el amonio y, en presencia de cantidades adecuadas de energía, sintetizar los aminoácidos apropiados que se requieren para cubrir sus propios requerimientos de proteína. Se ha demostrado que 80 % de las especies de bacterias existentes en el rumen pueden utilizar el amonio como única fuente de nitrógeno para crecimiento, mientras que el 26 % lo requiere en forma absoluta y 55 % puede utilizar ya sea amonio o aminoácidos. Algunas especies pueden también aprovechar los péptidos. Los protozoarios no pueden utilizar el amonio, pero derivan su nitrógeno de las bacterias y de las partículas de alimento que ingieren. La ingesta que pasa hacia el intestino delgado, contiene del alimento que no ha sido degradada, así como las células bacterianas y protozoarios. En el intestino delgado, la degradación enzimática propio de los animales, produce aminoácidos a partir quimo y de las secreciones endógenas. Éstos a su vez son absorbidos por la circulación portal de una manera similar a los no rumiantes (Maynard *et al.*, 1992).

El intestino grueso (ciego y colon) reciben todo lo que no fue digerido en el intestino delgado, además de urea de la sangre, y, como resultado de la acción microbiana mantienen una activa fermentación. Esencialmente no hay absorción de aminoácidos pero, debido a la fermentación activa, hay una fermentación sustancial de glúcidos que produce alguna absorción de energía en forma de ácidos grasos

volátiles. Este proceso es en especial importante en los herbívoros no rumiantes como el caballo. Las heces contienen la digesta no digerido y el nitrógeno metabólico fecal (Bondl, 1989).

## **2.2. PÉRDIDAS TOTALES DE NITRÓGENO ENDÓGENO**

### **2.2.1. Nitrógeno Metabólico Fecal**

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).

Titus (1927), 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.

Trabajos sobre exigencias netas de proteína para mantenimiento y ganancia de peso en cabritos en crecimiento obtuvo las pérdidas NMF de:  $211 \text{ mg}^{0.75}/\text{d}$ , correspondiendo a exigencia neta de proteína de  $1,32 \text{ g/Kg}^{0.75}$  de N. Los valores de exigencia para proteína metabolizable, digestible y cruda para mantenimiento fueron de 1,32; 2,50 y  $4,32 \text{ g/kg}^{0.75}/\text{d}$ , respectivamente. Las exigencias netas de proteína para ganancia en peso fueron de 0,181 a 0,184 g/g/ de ganancia de peso vivo, para animales de 5 a 20 kg de PV (Medeiros *et al.*, 1998).

Las relaciones entre las características de la dieta y las pérdidas de nitrógeno fecal y urinario fueron examinadas utilizando datos de 25 raciones suministradas a ovejas merinas. El NMF variaron desde 153 hasta 280 mg/Kg  $W^{0.75}$ , cada vez mayor ( $P < 0,05$ ) con niveles crecientes de materia orgánica digestible ( $r = 0.96$ ). El NEU mostraron el comportamiento contrario, con una disminución de 181 a 76 mg/kg  $W^{0.75}$ , lo que podría ser atribuible al reciclaje de urea en el tubo digestivo. El nitrógeno endógena total se mantuvo relativamente constante, lo indica que las heces y la orina son vías para la excreción de los compuestos de nitrógeno reciclables (Giraldez *et al.*, 1997).

### 2.2.2. Nitrógeno Endógeno Urinario

Existe un catabolismo nitrogenado esencial mínimo debido al mantenimiento de los procesos vitales del organismo, como es el caso de la energía. Este catabolismo se 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 alcanzar en una semana si inicialmente se había alimentado con una dieta previa era elevada

en proteínas. El NEU mínimo es el menor desperdicio nitrogenado que produce el organismo (Maynard *et al.*, 1992).

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 formula siguiente (Bautista, 2009):

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

Teóricamente, las necesidades proteicas de mantenimiento son la suma de las cantidades de nitrógeno excretadas en la orina y en las heces por los animales que reciben raciones libres de nitrógeno que,

por otra parte, proporcionan energía, minerales y vitaminas al nivel de mantenimiento. La razón para el empleo de raciones libres de nitrógeno es eliminar la presencia de: a) nitrógeno correspondiente al alimento no digerido en las heces, y b) nitrógeno del alimento digerido y absorbido, excretado en la orina. Tras el suministro de la dieta libre de nitrógeno, se requiere un periodo de tiempo para que los animales reduzcan la excreción de nitrógeno al mínimo. Debe proporcionarse energía para el mantenimiento ya que, en condiciones de ayuno, se movilizaría la proteína corporal para aportar energía, con lo que aumentaría la excreción urinaria de nitrógeno. Por tanto, las condiciones ideales para la determinación de las necesidades proteicas para el mantenimiento, requieren que la excreción urinaria de nitrógeno sea mínima. Este nitrógeno es de origen endógeno es decir, los precursores inmediatos son los componentes tisulares y no los alimentos. Se ha comprobado experimentalmente que la excreción urinaria mínima de nitrógeno (MUN) (Bondi y Drori, 1989) o es lo mismo nitrógeno endógeno urinario (NEU) (Maynard *et al.*, 1992), es proporcional al peso metabólico y no al peso vivo. Por consiguiente, MUN (NEU) puede expresarse mediante la ecuación (Bautista, 2009):

$$\text{MUN mg/d} = k.W^{0.73}$$

Donde,  $W$  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 de  $k$  varía de 80 a 200 para las diferentes especies y clases de animales. Se han

propuesto cifras medias de 120 para el ganado vacuno adulto y 190 para terneros jóvenes (Bautista, 2009).

El NEU, 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 (Bautista, 2009):

$$\text{NEU mg/d} = 350 * W \text{kg}^{0.75}, \text{ donde } W \text{ es peso vivo en kg.}$$

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 (Martines, 2002).

### **2.2.3. Nitrógeno Dérmico**

Las pérdidas de nitrógeno cutáneas o dérmicas (ND) y también las necesarias para el “crecimiento adulto” se refiere al crecimiento y renovación del pelo, lana, fibra, uñas, pezuñas, cascos, plumas, descamación de la piel, secreciones de glándulas sebáceas y otros

tejidos epidérmicos (Cañas, 1998; Martines, 2002); proceso que continua 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 (Ramirez, 2015).

Las necesidades proteicas para reemplazar el nitrógeno perdido en la caspa (sudor, pelos, y demás pérdidas queratinosas) y para la producción de 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:  $MUN = k.W^{0.73}$  (W es el peso vivo en kg, MUN es la excreción urinaria mínima de nitrógeno, se expresa en mg y k es un factor que depende del animal) debe ajustarse para incluir la caspa y la 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. Para mejor presentación y comprensión de la ecuación anterior denominaremos la excreción de nitrógeno dérmico (ND) (Bautista, 2009):

$$ND = k.W^{0.73}$$

Las pérdidas de nitrógeno del pelo y descamaciones epiteliales, en el caso de ganado, obtenidas en una estimación de  $0,02 W_{kg}^{0.73}$  g de nitrógeno por día, y por las pérdidas por crecimiento del vellón en los ovinos adultos, variaron de 0.6 g de nitrógeno por día para las diferentes razas (Maynard *et al.*, 1992) (Ramirez, 2015).

### **2.3. MÉTODOS DE DETERMINACIÓN DE PÉRDIDAS DE NITRÓGENO METABÓLICO FECAL**

Las heces no se componen exclusivamente de restos no digeridos de los alimentos, si no que incluye sustancias procedentes de los tejidos de los organismos (células intestinales desprendidas, jugos digestivos, y microorganismos del intestino).

#### **2.3.1. La técnica dieta no proteica**

Es la más fácil y más utilizada. Por tanto, el NMF, NEU y NED pueden determinarse durante un periodo especial de recogida de heces, orina (Bondi y Drori, 1989) y descamaciones epidérmicas: pelos, lana, fibra, fragmento de uñas, pezuñas, etc. (Ramírez, 2015), respectivamente; estos periodos especiales pueden llevarse a cabo en estabulación en



jaulas metabólicas para la colección de heces, orina y descamaciones dérmicas (Choque y Surco, 2016) en el que se suministra una dieta libre de nitrógeno, pero que contiene la misma cantidad de materia seca que la ración en estudio. Puesto que los animales no pueden sobrevivir consumiendo raciones carentes de nitrógeno, lo normal es suministrar a los animales raciones con cantidades mínimas de nitrógeno de forma que puede extrapolarse una línea de regresión para una ingestión cero (0) de nitrógeno y calcular así la excreción o pérdidas de NMF, NEU y ND (Ramirez, 2015).

Los cálculos de rutina de la cantidad de NMF excretado puede realizarse sobre la base siguiente: para los animales que consumen raciones de bajo contenido de materia indigestible (por ejemplo rata, perro, cerdo y hombre), el nitrógeno metabólico fecal representa por término medio a 0.20 – 0.25 g/100 g de materia seca consumida, y para los rumiantes el NMF es por término medio, 0.5 – 0.6 g/100 g de materia seca consumida. Estos valores equivalen aproximadamente al 4 % (rango de 3 a 4 %) de la proteína en la ración, de modo que los coeficientes de digestibilidad aparente para la proteína son negativos para las raciones de los rumiantes que contienen menos del 4 % de proteína (Bondi y Drori, 1989).

### **2.3.2. Técnica de recolección del contenido intestinal**

Se utiliza generalmente cánulas, es decir tubos en silicona que permiten un acceso permanente a la luz intestinal. Existen diferentes tipos que presentan ventajas y desventajas. Los modelos que no

permiten una recolección total del contenido intestinal necesitan la presencia de un marcador indigerible en la dieta, para que se pueda estimar el flujo de materia al íleon. Sin embargo, estas cánulas pueden taparse cuando el animal ingiere gran cantidad de fibras de los forrajes. En este caso, se prefiere la anastomosis íleo-rectal que consiste en unir el íleon con el recto ligándolos, de tal manera que la materia recogida en el ano viene del intestino delgado. Con esta técnica solo es posible determinar el NMF (Leterme, 2001).

### **2.3.3. Técnicas del flujo de proteínas endógenas marcadas**

La única manera de hacer la distinción entre proteínas alimenticias y endógenas es de marcar una de las dos fuentes con un isótopo de nitrógeno estable (N), y de medir la dilución isotópica en el contenido intestinal. Por ejemplo, si se marca las proteínas de la dieta, y si estas últimas contienen 1 % de N mientras que el contenido intestinal contiene 0.6 %, se puede considerar que la proporción de proteínas alimentarias en las proteínas totales del contenido es de 60 %. También se puede marcar las secreciones por perfusión de un aminoácido (leucina) marcado con N en la sangre de los cerdos. El aminoácido se incorporara en todas las secreciones. Cuando se alcanza un equilibrio de marcación, se mide la concentración en N de las secreciones y de los contenidos digestivos. Como no es posible aislar las secreciones digestivas, se utiliza como testigo, la concentración en N de los aminoácidos libres de la sangre, considerados como el pool precursor de las secreciones. La ventaja de la técnica es que se puede determinar las pérdidas endógenas de

NMF causadas por cualquier materia prima. Sin embargo, la técnica da solamente resultados por el N total y no por los aminoácidos. Además, se desconoce la validez de representatividad de la leucina frente a los otros aminoácidos. Debido a todas las fuentes de impresión citadas, se estima que el método sobreestima el flujo endógeno a nivel de íleon. Las proteínas de los alimentos se marcan por tratamiento de las plantas con un fertilizante N. La principal ventaja de la técnica es que cada aminoácido está marcado con N, lo que permite una distinción entre las fracciones endógenas y alimenticias de cada aminoácido. Sin embargo, su utilización está limitada en el tiempo, debido al rápido reciclaje del N de las proteínas del alimento en las secreciones digestivas. Además, es difícil marcar algunos alimentos como subproductos de la agroindustria o las harinas de origen animal. Debido al rápido reciclaje del N alimenticio en las secreciones, el método subestima las pérdidas endógenas (Leterme, 2001).

## 2.4. COMPOSICIÓN QUÍMICA DE FORRAJES

### 2.4.1. Paja de Ichu

Se observa que las gramíneas duras (iru ichu, ichu y chilliwa) 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). (Choque, 2016) encontraron consumos de materia seca en llamas machos de 2 años de: 58.44, 57.63 y 44.07 g/W<sub>kg</sub><sup>0.75</sup>; para dietas a base de ichu, avena y alfalfa de 4, 6 y 8% de PT siendo estadísticamente diferentes ( $p \leq 0.05$ ), (Surco, 2016) encontró consumos de materia seca en llamas machos de un año de: 42.88, 48.70 y 38.37 g/W<sub>kg</sub><sup>0.75</sup>; para dietas a base de ichu, avena y alfalfa de 4, 6 y 8% de PT, siendo estadísticamente diferentes ( $p \leq 0.05$ ).

#### 2.4.2. 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. Coblenz *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), (Choque, 2016) encontraron consumos de materia seca en llamas machos de 2 años de: 58.44, 57.63 y 44.07 g/W<sub>kg</sub><sup>0.75</sup>; para dietas a base de ichu, avena y alfalfa de 4, 6 y 8% de PT siendo estadísticamente diferentes (p≤0.05), (Surco, 2016) encontró consumos de materia seca en llamas machos de un año de: 42.88, 48.70 y 38.37 g/W<sub>kg</sub><sup>0.75</sup>; para dietas a base de ichu, avena y alfalfa de 4, 6 y 8% de PT, siendo estadísticamente diferentes (p≤0.05).

#### **2.4.3. 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).

## 2.5. DETERMINACIÓN DE PROTEÍNA CRUDA

En 1883, el investigador Danés, Johan Kjeldahl desarrolló el proceso básico del conocido método actual de análisis de proteína por el método kjeldahl, más propiamente, para analizar nitrógeno orgánico. En esta técnica se digieren 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. Los aniones del borato así formados se titulan con HCL estandarizado, lo cual se convierte en el nitrógeno de la muestra.

El resultado del análisis representa el contenido de proteína cruda del alimento ya que el nitrógeno también proviene de componentes no proteicos. Este método ha sufrido varias modificaciones. Así, kjeldahl usó 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, Wilforth, Gunning (A.O.A.C. 1996).

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

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



### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. LUGAR

El presente trabajo se realizó en el Centro de Investigación y Producción (CIP) “La Raya” de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UNA-PUNO, ubicado en el distrito de Santa Rosa, provincia de Melgar, departamento de Puno a una altitud de 4200 m y entre las coordenadas geográficas 10° 13' 33" de latitud sur y entre 20° 57' 12" de longitud oeste; corresponde a la zona agroecológica de puna húmeda, con clima tipo semiseco y frío donde las temperaturas varían de entre 4.5 a 18 °C con una precipitación pluvial 932 mm/año, con vías de acceso el ferrocarril y la carretera asfaltada Puno-Cusco, cuenta con una superficie de 5095.87 hectáreas; en los meses de octubre del 2016 y enero del 2017, (Apaza et al., 2004) los análisis químicos se realizaron en el Laboratorio de Nutrición Animal de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional del Altiplano Puno.

#### 3.2. MATERIALES Y MÉTODOS

##### **Materiales para la alimentación**

- Comederos.
- Bebederos.
- Baldes.
- Sacos de polietileno.
- Escobas de limpieza.

**Forrajes.**

- Heno de alfalfa.
- Paja de avena.
- Paja de ichu.

**Suplemento.**

- Vitaminas y minerales comercial R.

**Materiales de construcción.**

- Listones de madera.
- Cintas de madera.
- Pernos.
- Taladro.
- Serrucho.
- Clavos.
- Pegamento.
- Martillo.
- Tachuelas.
- Material de polietileno.
- Lona para piso.
- Alambre.
- Alicates
- Malla de alambre.
- Agujas.
- Pabilo.
- Pala.

- Pico.

#### **Materiales de colección.**

- Dispositivos de jaulas metabólicas para la colección de heces, orina y descamaciones dérmicas.
- Botellas de 2L.
- Bolsas de plástico.
- Bolsas de papel.
- Canastillas de secado de heces.

#### **Materiales de medición y anote de campo.**

- Balanza de 500 y 3 Kg.
- Probeta 50 ml y 1 L.
- Calculadora científica.
- Cuadernillos.
- Lapiceros.

#### **Materiales de laboratorio.**

- Balones kjeldahl de 100ml.
- Matraces de 50 y 250 ml.
- Pipetas.
- Fiolas de 1000 y 500ml.
- Vasos de precipitación 50 ml.
- Bureta de titulación.
- Equipos.
- Estufa.

- Balanza analítica.
- Balanza digital.
- Digestor, destilador y titulador kjeldahl
- Cocina eléctrica.
- Molino manual.
- Refrigerador.
- Bomba de calorimetría:
  - Agitador.
  - Bomba de oxígeno.
  - Jacket (chaqueta).
  - Bucket (balde).
  - Termómetro de platino.
  - Alambre de ignición
  - Tapa de jacket.

**Reactivos.**

- Hidróxido de sodio, NaOH al 50%
- Ácido sulfúrico, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.
- Ácido bórico, H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>. Al 2%
- Rojo de metileno.
- Azul de metileno.
- Alcohol absoluto.

### 3.3. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

#### 3.3.1. Instalaciones

Se construyeron tres jaulas metabólicas de madera para realizar la digestibilidad, balance de nitrógeno y la evaluación y cuantificación de las pérdidas de nitrógeno. Las jaulas fueron de 0.50 x 1.50 metros suspendido a 60 cm de altura, medidas que fueron en relación con el largo y ancho de los animales con puertas individuales traseras y delanteras para la alimentación de los animales y evitar el ingreso de partículas extrañas, además de contar con comederos y bebederos acondicionados individualmente para medir el alimento rechazado y las paredes y el piso de madera fueron forrados con material de lona, plastificado impermeable, y techo de calamina (foto 01). Para la colección se acondicionó en la parte posterior de las jaulas metabólicas el dispositivo colector tipo bandeja conformado por una parrilla de soporte, parrilla colectora de heces y embudo colector de orina de 50 cm de ancho por 58 cm de largo, y finalmente con un recipiente almacenador de orina debajo del piso Foto (02).

#### 3.3.2. Forrajes

Se utilizaron forrajes: Ichu (*Stipa ichu*), paja de avena (*Avena sativa*) en estado fenológico maduro y heno de alfalfa (*Medicago sativa*) en inicio de floración. Para obtener resultados de la energía bruta de los forrajes se sometieron a 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. En la tabla 01, se

muestra el contenido de la composición de la proteína cruda de los alimentos utilizados en la preparación de la mezcla en las dietas experimentales.

**TABLA 1: COMPOSICION QUIMICA, ENERGIA BRUTA Y PORCENTAJE DE PT DE LOS ALIMENTOS AL 100% DE MS**

FORRAJE	Corrección termoquímica del contenido de energía bruta (EB) de los alimentos.								EM (Kcal/Kg)	PT %
	Muestra g	Alambre residual cm	Alambre fundido cm	Δ T° °C	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> ml	EB Kcal/g	MS corregida %	EB CORREGIDA Kcal/Kg		
Paja de avena	1.0954	1.6	8.4	1.8897	5.6	4169.3	99.15	4205.04	2298.06	2.31
Paja de Ichu	1.0946	2.2	7.8	1.9915	7.8	4397.6	98.36	4470.92	2443.36	2.93
Heno alfalfa	1.0850	2	8	1.9273	7.1	4292.9	99.16	4329.31	2365.97	17.46
PROMEDIO	1.09	1.93	8.07	1.94	6.83	4286.61	98.89	4335.09	2369.13	7.57

EM=0.5465\*EB, MS, Materia seca; PT, Proteína Cruda; EB, Energía Bruta; EM, Energía metabolizable (NRC, 1984).

### 3.3.3. Dieta experimental

Se prepararon mezclas de dietas, a base de paja de ichu, paja de avena y alfalfa (con finalidad de estandarizar la energía metabolizable), con tres (3) niveles de proteína cruda (PT): 4, 6 y 8 %, más la suplementación de minerales y vitaminas (1 %) para evitar deficiencias.

**TABLA 2: CONTENIDO DE NUTRIENTES EN LAS DIETAS EXPERIMENTALES.**

INSUMO	M%	PT%	EB Mcal/Kg MS	EM Mcal/Kg MS	M%	PT%	EB Mcal/Kg MS	EM Mcal/Kg MS	M%	PT%	EB Mcal/Kg MS	EM Mcal/Kg MS
PAJA DE AVENA	40.00	0.93	1696.44	927.10	34.30	0.80	1454.69	794.99	26.50	0.62	1123.89	614.21
PAJA DE ICHU	50.00	1.49	2272.73	1242.05	42.00	1.25	1909.09	1043.32	36.00	1.07	1636.37	894.27
HENO ALFALFA	9.00	1.58	410.40	224.28	22.70	3.95	1004.18	548.78	36.50	6.31	1615.41	882.82
MINERA Y VIT.	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00
TOTAL	100.00	4.00	4379.57	2393.43	100.00	6.00	4367.96	2387.09	100.00	8.00	4375.67	2391.30

M%, Porcentaje de insumos en las dietas; PT%, Porcentaje de proteína cruda; EB, energía bruta; EM; Energía metabolizable.

### 3.3.4. De los animales

Se utilizaron 03 llamas hembras de dos años de edad, de la raza Q'ara clínicamente sanos, en edad reproductiva (vacías) de un solo hatu con un peso promedio de  $83.33 \pm 8.08$  Kg de peso vivo, procedentes del CIP La Raya. Las 03 llamas se alimentaron con cada uno de las dietas de 4, 6 y 8% de proteína cruda (PT) en cada uno de las 03 etapas del experimento (Cuadro 01). Estos animales antes del experimento fueron desparasitados.

**CUADRO 01.** Distribución de los animales durante el experimento.

Animal Etapa	Llama N° 1	Llama N° 2	Llama N° 3
Etapa I	Dieta 4% PT	Dieta 6% PT	Dieta 8% PT
Etapa II	Dieta 6% PT	Dieta 8% PT	Dieta 4% PT
Etapa III	Dieta 8% PT	Dieta 4% PT	Dieta 6% PT

La distribución de las llamas fue mediante un diseño cuadrado latino 3x3 donde las filas son las etapas I, II y III; columnas el número de llamas 1, 2 y 3; y los tratamientos las dietas con 4, 6 y 8% PT; los tratamientos rotaron entre cada llama durante cada etapa sometiendo a cada uno a las tres dietas a lo largo de las tres etapas.

- ETAPA I: Primera semana de acostumbramiento, segunda semana de colección.
- ETAPA II: Tercera semana de acostumbramiento, cuarta semana de colección.

- ETAPA III: Quinta semana de acostumbramiento, sexta semana de colección.

### 3.3.5. Manejo de los animales durante el experimento

El experimento se realizó en 3 etapas (I, II, III), cada etapa consistía de un periodo de acostumbramiento de 7 días y un periodo experimental de 7 días; en cada etapa cada llama consumió dietas con 4, 6, 8% de proteína cruda respectivamente. En el periodo experimental de cada etapa se colectaron heces, orina y descamaciones cutáneas.

### 3.2.6. Determinación de la pérdida total de nitrógeno

#### 3.2.6.1. Método Microkjedahl:

Este método tiene tres etapas: digestión, destilación, y titulación.

**3.2.6.1.1. Digestión:** llamado también sulfatación, se realizó por ebullición de una muestra homogénea en ácido sulfúrico mesclado con reactivo catalizador. En este proceso, el carbono se convierte en tetróxido de carbono ( $\text{CO}_4$ ), el hidrogeno en agua ( $\text{H}_2\text{O}$ ), y el nitrógeno en sulfato de amonio ( $(\text{NH}_4) \text{SO}_4$ ).

**3.2.6.1.2. Destilación:** es la separación del amonio capturado en el sulfato, por adición del hidróxido de sodio ( $\text{NaOH}$ ), con ayuda de calor. En este proceso el amonio ( $\text{NH}_4$ ) se convierte en amoniaco ( $\text{NH}_3$ ) gas libre, y el sodio 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 de una solución de



ácido bórico al 2% para la recepción del  $\text{NH}_3$ , formándose borato de amonio  $((\text{NH}_4)_3 \text{BO}_4)$  como producto final de la destilación. A medida que se colecta amoniaco, la solución de recepción cambia de color.

**3.2.6.1.3. Titulación:** en este proceso se mide la cantidad de amoniaco colectado en la solución de destilación. Utilizamos la solución estándar de ácido sulfúrico, siendo la normalidad de 0.050; 0.075; 0.1 N, dependiendo del contenido de nitrógeno en las muestras de alimento (Roque, 2009).

### 3.2.7. Cálculo de nitrógeno metabólico fecal (NMF)

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

$$Y = a + bX$$

Dónde:

Y = nitrógeno fecal g/100g de MSC

a = Constante: valor de Y (NMF) cuando X (Nitrógeno ingerido) es igual a 0.

b = Pendiente: Cambio en Y (NMF) por cada unidad de cambio en X (Nitrógeno consumido).

X = Nitrógeno consumido, g/100g de MSC

### 3.2.8. Cálculo de nitrógeno endógeno urinario (NEU)

El cálculo de NEU se realizó mediante la regresión lineal entre el nitrógeno urinario  $\text{g/kgW}^{0.75}$  (Y) y nitrógeno consumido  $\text{g/ kgW}^{0.75}$  (X), y con la ecuación de regresión se determinó la cantidad de NEU por extrapolación a cero ( $X = 0$ ) de nitrógeno consumido.

$$Y = a + bX$$

Dónde:

Y = Nitrógeno urinario,  $\text{g/ kgW}^{0.75}$

a = Constante: valor de Y (NEU) cuando X (Nitrógeno ingerido) es igual a 0.

b = Pendiente: Cambio en Y (NEU) por cada unidad de cambio en X (Nitrógeno consumido).

X = Nitrógeno consumido,  $\text{g/ kgW}^{0.75}$

### 3.2.9. Cálculo de nitrógeno endógeno dérmico (NED)

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

$$Y = a + bX$$

Dónde:

$Y$  = Nitrógeno dérmico, g/ KgW<sup>0.75</sup>

$a$  = Constante: valor de  $Y$  (NED) cuando  $X$  (Nitrógeno ingerido) es igual a 0.

$b$  = Pendiente: Cambio en  $Y$  (NED) por cada unidad de cambio en  $X$  (Nitrógeno consumido).

$X$  = Nitrógeno consumido, g/ KgW<sup>0.75</sup>

Al final se determinó la pérdida total de nitrógeno endógeno, con la sumatoria de las pérdidas subtotales de nitrógeno metabólico fecal, nitrógeno endógeno urinario y nitrógeno dérmico.

### 3.2.10. Unidades de medida de las variables de estudio

- Consumo de materia seca (MSC), g/d, y g/W<sub>kg</sub><sup>0.75</sup>
- Consumo de nitrógeno (CN), g/d, y g/W<sub>kg</sub><sup>0.75</sup>
- Digestibilidad del nitrógeno (DN), g/d, %, g/W<sub>kg</sub><sup>0.75</sup>
- Balance de nitrógeno (BN), g/d
- Nitrógeno fecal (NF), g/d, g/100g MSC/d, y g/W<sub>kg</sub><sup>0.75</sup>
- Nitrógeno metabólico fecal (NMF), g/W<sub>kg</sub><sup>0.75</sup>
- Nitrógeno urinario (NU), g/d, %, y g/W<sub>kg</sub><sup>0.75</sup>
- Nitrógeno endógeno urinario (NEU), g/W<sub>kg</sub><sup>0.75</sup>
- Nitrógeno dérmico (ND), g/d, %, y g/W<sub>kg</sub><sup>0.75</sup>
- Nitrógeno endógeno dérmico (NED), g/W<sub>kg</sub><sup>0.75</sup>

### 3.2.11. 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), llamas (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.

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

Dónde:

$Y_{ijkl}$  = Variable de respuesta

$\mu$  = Media general

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

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

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

$\varepsilon_{ijkl}$  = Error experimental

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

Dónde:

$Y_{ij}$  = Variable respuesta: Pérdidas 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

### 3.2.14. 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>

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

### 4.1 EXCRECIÓN NITRÓGENO METABÓLICO FECAL (NMF)

Los resultados de excreción de nitrógeno fecal se muestra en la Tabla 03, donde los animales mostraron valores de: 6.75, 7.43 y 7.92 g/d NMF para las dietas de 4, 6 y 8% de PT respectivamente. Estos analizados estadísticamente no mostraron diferencias significativas ( $P \geq 0.05$ ). Esto fue debido quizá a la homogeneidad de manejo, especie y peso metabólico similar entre llamas.

El nitrógeno metabólico fecal (NMF) obtenidos en la Tabla 03 y Gráfico 1 fue de 5.7293 g/d (5729.3 mg/d) y 0.39 g/100 MSC (390 mg/100 g MSC) estos resultados en llamas 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 3: NITRÓGENO METABÓLICO FECAL (NMF) EN LLAMAS.**

VARIABLE	4%	6%	8%
Materia seca consumida, g/d	1496.66	1536.35	1539.41
Materia seca consumida, g/WKg <sup>0.75</sup>	54.07	53.60	53.67
Nitrógeno consumido, g/d	9.58	14.75	19.7
Nitrógeno consumido, g/100gMSC	0.64	0.96	1.28
Nitrógeno consumido, g/WKg <sup>0.75</sup>	0.346	0.515	0.687
<b>NITROGENO EXCRETADO EN HECES</b>			
Materia seca excretada, g/d	610.84	617.02	590.38
Nitrógeno en heces %	1.1	1.2	1.34
Nitrógeno fecal, g/d	6.75 <sup>a</sup>	7.43 <sup>a</sup>	7.92 <sup>a</sup>
Nitrógeno fecal, g/100gMSC	0.45	0.48	0.51
Nitrógeno fecal, g/WKg <sup>0.75</sup>	0.244	0.259	0.276
Nitrógeno metabólico fecal (NMF) g/d		5.7293	
Nitrógeno metabólico fecal (NMF), g/100gMSC		0.39	
Nitrógeno metabólico fecal g/WKg <sup>0.75</sup>		0.2112	

La tabla 3 también muestra el NMF en llamas hembras de dos años de edad de:  $0.2112 \text{ g/W}_{\text{kg}}^{0.75}$  ( $211.2 \text{ mg/W}_{\text{kg}}^{0.75}$ ), estos resultados se encuentran entre los valores de ovinos merinos que varía desde 153 hasta  $280 \text{ mg/W}_{\text{kg}}^{0.75}$  (Giráldez et al., 1997); así mismo Ramírez et al. (2015) reportó  $0.091 \text{ g/W}_{\text{kg}}^{0.75}$  ( $91 \text{ mg/W}_{\text{kg}}^{0.75}$ ) en alpacas en crecimiento, los cuales son inferiores a los resultados del presente estudio.

Choque (2016), encontró  $0.149 \text{ g/100g MSC}$  ( $149 \text{ mg/100g MSC}$ ) y  $0.156 \text{ g/W}_{\text{kg}}^{0.75}$  ( $156 \text{ mg/W}_{\text{kg}}^{0.75}$ ) de NMF en llamas machos de dos años de edad alimentados con dietas de 4, 6 y 8% de PT; estos resultados son similares a los encontrados en el presente estudio por ser la misma especie.

Surco (2016), reportó  $0.4225 \text{ g/100g MSC}$  ( $422.5 \text{ mg/100g MSC}$ ) y  $0.18 \text{ g/W}_{\text{kg}}^{0.75}$  ( $180 \text{ mg/W}_{\text{kg}}^{0.75}$ ) de NMF en llamas machos de un año de edad alimentados con dietas de 4, 6 y 8% de PT; estos resultados son similares a los encontrados en el presente estudio por ser la misma especie.

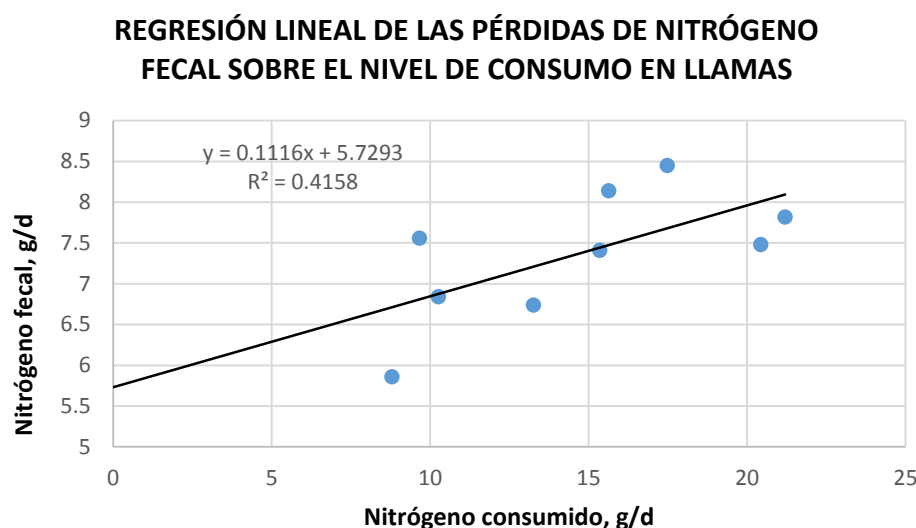
Robinson et, al (2005), en estudios realizados en llamas de tres años de edad con pesos de  $190 \pm 21.2 \text{ kg}$  de peso vivo; alimentados con heno de cebada, paja de quinua y heno de alfalfa tuvo como resultados:  $3.97 \text{ g/d}$ ,  $5.42 \text{ g/d}$  y  $6.41 \text{ g/d}$  de NMF. Estos resultados son similares al presente estudio porque utilizó forrajes con niveles de proteína similares.

Robinson, et, al (2013), En trabajos realizados en llamas y cabras de dos años de edad alimentadas con alfalfa, hierba, y heno de hierba obtuvieron como resultado:  $0.25 \text{ g/d/W}_{\text{kg}}^{0.75}$  de NMF para las llamas con pesos de  $125 \pm 7.3 \text{ kg}$  de pesos vivo. Estos valores son superiores a los del presente

estudio y se debe a que Robinson utilizó forrajes con alto nivel de proteína y mezclas diferentes.

Con los resultados se confirma que las llamas tienen una menor excreción de nitrógeno metabólico fecal por esta razón las llamas poseen mayor retención de nitrógeno en su organismo; por tanto en la época seca o en sitios pajonales la llama se mantiene su peso vivo en comparación con otros rumiantes como ovinos y vacunos (Bautista, 2009).

**GRAFICO 01: REGRESION LINEAL DE PERDIDAS DE NITRÓGENO FECAL EN LLAMAS.**



En el gráfico 1, se observa la dependencia de dos las variables; en el cual, según la ecuación lineal de regresión ( $Y = 0.1116X + 5.7293$ ) indica que al aumentar una unidad de Nitrógeno consumido por las llamas, el Nitrógeno fecal aumenta la eliminación en 0.1116 g/d.

#### 4.2 NITRÓGENO ENDÓGENO URINARIO (NEU)

Los resultados de excreción de nitrógeno urinario se muestra en la Tabla 4 (Anexo, 40 y 41), donde los animales mostraron valores de: 2.8, 6.16 y 5.52



g/d para las dietas de 4,6 y 8% de PT respectivamente. Estos analizados estadísticamente no mostraron diferencias estadística significativas ( $P \geq 0.05$ ).

En la Tabla 4 y grafico 2 se observa los resultados de NEU, en llamas de dos años edad que fue 1.6311 g/d (1631.1 mg/d) y 0.0322 g/W<sub>kg</sub><sup>0.75</sup> (35.9 mg/W<sub>kg</sub><sup>0.75</sup>), este resultado del presente estudio son menores a los rango mencionado por (Giraldez et al.,1997), en donde NEU en ovejas merino es de 76 a 181mg/W<sub>kg</sub><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 (Torres, 2007), así mismo

**TABLA 4: NITRÓGENO ENDÓGENO URINARIO (NEU) EN LLAMAS.**

VARIABLE	4%	6%	8%
Materia seca consumida, g/d	1496.66	1536.35	1539.41
Materia seca consumida, g/WK <sub>g</sub> <sup>0.75</sup>	54.07	53.60	53.67
Nitrógeno consumido, g/d	9.58	14.75	19.7
Nitrógeno consumido, g/WK <sub>g</sub> <sup>0.75</sup>	0.346	0.515	0.687
<b>Nitrógeno excretado en orina</b>			
Orina excretada, ml/d	351.91	623.33	589
Nitrógeno urinario, %	0.83	1	0.98
Nitrógeno urinario, g/d	2.8 <sup>a</sup>	6.17 <sup>a</sup>	5.52 <sup>a</sup>
Nitrógeno urinario, g/WK <sub>g</sub> <sup>0.75</sup>	0.101	0.215	0.192
Nitrógeno endógeno urinario, g/d (X= 0 NC)		1.6311	
Nitrógeno endógeno urinario, g/WK <sub>g</sub> <sup>0.75</sup> (X= 0 NC)		0.0322	

Ramírez (2015), obtuvo 0.235 g/W<sub>kg</sub><sup>0.75</sup> (235 mg/W<sub>kg</sub><sup>0.75</sup>) en alpacas en crecimiento, estas diferencias quizá sean por efecto de la especie de camélidos debido a que Ramírez trabajo en alpacas en crecimiento.

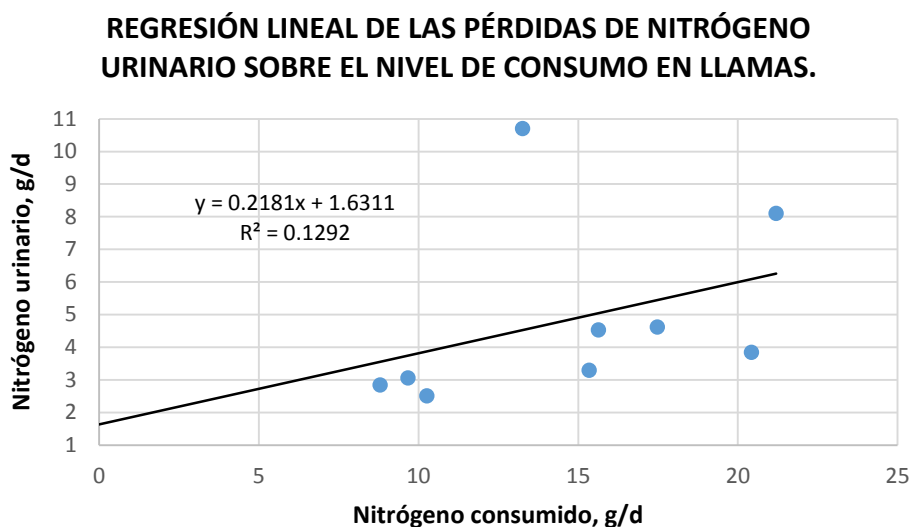
Choque (2016), encontró 1.302 g/d (1302 mg/d) y  $0.041 \text{ g/W}_{\text{kg}}^{0.75}$  ( $41.0 \text{ mg/W}_{\text{kg}}^{0.75}$ ) de NEU en llamas machos de dos años de edad alimentados con dietas de 4, 6 y 8% de PT; estos resultados son similares a los encontrados en el presente estudio por tratarse de la misma especie y edad de las llamas haciendo las pérdidas endógenas de nitrógeno en orina similares.

Surco (2016), encontró 3.2515 g/d (3251.5 mg/d) y  $0.1833 \text{ g/W}_{\text{kg}}^{0.75}$  ( $183.3 \text{ mg/W}_{\text{kg}}^{0.75}$ ) de NEU 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.

Robinson et, al (2005). Realizaron estudios en llamas de tres años de edad con pesos de  $190 \pm 21.2 \text{ kg}$  de peso vivo; alimentados con heno de cebada, paja de quinua y heno de alfalfa tuvo como resultados para nitrógeno urinario: 6.50g/d, 3.14 g/d y 5.38 g/d; estos resultados son similares a los valores encontrados en el presente estudio de 2.8, 6.17 y 5.52 g/d de Nitrógeno urinario para dietas con 4, 6 y 8 % de PT respectivamente esta similitud posiblemente se deba por tratarse de la misma especie haciendo las pérdidas de nitrógeno en orina similares.

Robinson et, al (2013). Realizaron estudios en llamas y cabras de dos años de edad alimentadas con alfalfa, hierba, y heno de hierba obtuvo como resultado para el nitrógeno urinario de:  $0.85 \text{ g/d/W}_{\text{kg}}^{0.75}$  para las llamas con pesos de  $125 \pm 7.3 \text{ kg}$  de pesos vivo.

**GRAFICO 02: REGRESION LINEAL DE LA PÉRDIDA DE NITRÓGENO  
URINARIO EN LLAMAS.**



En la tabla 4 y gráfico 02, se observa además la dependencia de dos las variables; en el cual, según la ecuación lineal de regresión ( $Y = 0.2181X + 1.6311$ ) indica que al aumentar una unidad de Nitrógeno consumido por las llamas, el Nitrógeno fecal aumenta la eliminación en  $0.2181 \text{ g/W}_{\text{kg}}^{0.75}$ .

#### 4.3 NITRÓGENO ENDÓGENO DÉRMICO (NED)

Los resultados de excreción de nitrógeno en pérdidas dérmicas se muestra en la Tabla 5, donde los animales mostraron valores de: 0.07, 0.11 y 0.1 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).

**TABLA 5:** NITRÓGENO ENDÓGENO DÉRMICO (NED) EN LLAMAS.

VARIABLE	4%	6%	8%
Materia seca consumida, g/d	1496.66	1536.35	1539.41
Materia seca consumida, g/WKg <sup>0.75</sup>	54.07	53.60	53.67
Nitrógeno consumido, g/d	9.58	14.75	19.7
Nitrógeno consumido, g/WKg <sup>0.75</sup>	0.346	0.515	0.687
<b>Nitrógeno de pérdidas dérmicas</b>			
Pérdidas dérmicas, g/d	0.41	0.6	0.51
Nitrógeno en pérdidas dérmicas, %	17.98	17.91	19
Nitrógeno en pérdidas dérmicas, g/d	0.07 <sup>a</sup>	0.11 <sup>a</sup>	0.1 <sup>a</sup>
Nitrógeno dérmico, g/WKg <sup>0.75</sup>	0.002	0.004	0.003
Nitrógeno endógeno dérmico, g/d (X=0 NC)		0.0799	
Nitrógeno endógeno dérmico, g/WKg <sup>0.75</sup> (X=0 NC)		0.0015	

El nitrógeno endógeno dérmico en llamas de dos años fue de 0.0799 g/d (79.9 mg/d) y 0.0015 g /Wkg<sup>0.75</sup> (1.5 mg/Wkg<sup>0.75</sup>) (tabla 05), estos datos son inferiores a los encontrados por (Ramírez, 2015) en alpacas en crecimiento (de 15 meses de edad) quien reporto 0.0025 g/Wkg<sup>0.75</sup>, lo que equivale a 2.5 mg/Wkg<sup>0.75</sup>. 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.

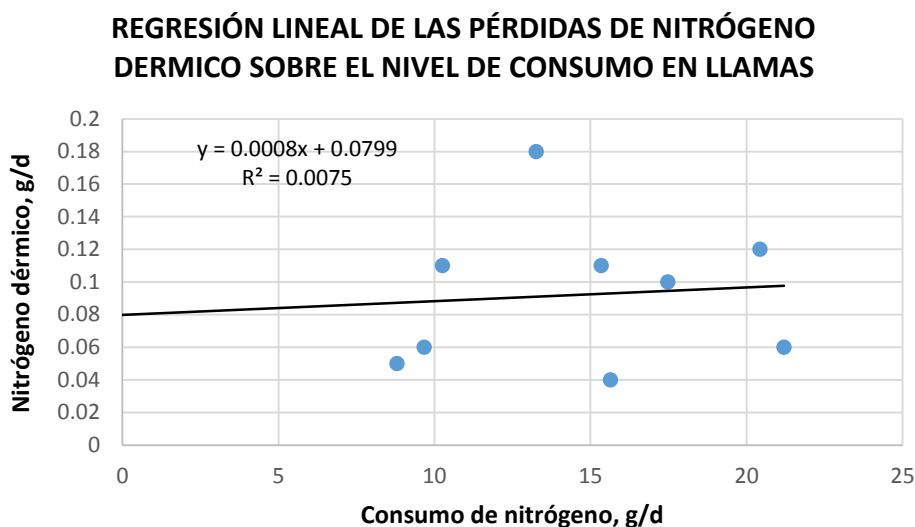
Choque (2016), encontró 0.2919 g/d (291.9 mg/d) y 0.008 g/Wkg<sup>0.75</sup> (8 mg/Wkg<sup>0.75</sup>) de NED en llamas machos de dos años de edad alimentados con dietas de 4, 6 y 8% de PT; estos resultados son superiores a los encontrados en el presente estudio. Esta diferencia se atribuye a la mayor 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 0.41, 0.6 y 0.51 g/d para dietas con 4, 6, y 8 % de PT respectivamente siendo inferiores.

Surco (2016) encontró 0.3137 g/d (313.7 mg/d) y  $0.0176 \text{ g/W}_{\text{kg}}^{0.75}$  (17.6 mg/W<sub>kg</sub><sup>0.75</sup>) de NED en llamas machos de un año de edad alimentados con dietas de 4, 6 y 8% de PT; estos resultados son superiores a los encontrados en el presente estudio. Esta diferencia se atribuye a la mayor cantidad en gramos de pérdidas dérmicas colectadas durante su estudio de 2.375, 2.366 y 2.381 g/d para dietas con 4, 6 y 8 % de PT respectivamente, comparados con los obtenidos en el presente estudio de 0.41, 0.6 y 0.51 g/d para dietas con 4, 6, y 8 % de PT respectivamente siendo inferiores.

Bondi y Drori (1989) menciona que las necesidades proteicas para reemplazar el nitrógeno perdido en la caspa y para la producción de lana, también depende 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 debe ajustarse para incluir la caspa y la 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 Bondi y Drori (19894), ya que en este estudio se determinó exclusivamente las pérdidas dérmicas en forma natural mas no se incluye la producción de fibra del animal, además los animales jóvenes no pierden fibras y otras perdidas dérmicas en cantidad ya que están en crecimiento lo que influiría en el presente estudio.

**GRAFICO 03: REGRESION LINEAL DE LA PERDIDA DE NITROGENO DERMICO EN LLAMAS.**



En la tabla 5 y gráfico 03, se observa además la dependencia de dos las variables; en el cual, según la ecuación lineal de regresión ( $Y = 0.0029X + 0.0015$ ) indica que al aumentar una unidad de Nitrógeno consumido por las llamas, el Nitrógeno dérmico aumenta la eliminación en  $0.0001 \text{ g/W}_{\text{kg}}^{0.75}$ .

**4.7. PÉRDIDA TOTAL DE NITRÓGENO ENDÓGENO**

**TABLA 6: PÉRDIDA TOTALES DE NITRÓGENO ENDÓGENO.**

Clase de pérdida	g/d	$\text{g/W}_{\text{kg}}^{0.75}$
Nitrógeno metabólico fecal	5.7293	0.2112
Nitrógeno endógeno urinario	1.6311	0.0322
Nitrógeno endógeno dérmico	0.0799	0.0015
<b>Pérdidas totales de Nitrógeno endógeno</b>	<b>7.4403</b>	<b>0.2449</b>

La tabla 6 muestra la pérdida total de nitrógeno endógeno en llamas hembras de dos años de edad alimentados con dietas de 4, 6 y 8 % de PT, mostrando una pérdida total de nitrógeno de 7.4403 g/d (7440.3 mg/d) y  $0.2449 \text{ g/W}_{\text{kg}}^{0.75}$  ( $244.9 \text{ mg/W}_{\text{kg}}^{0.75}$ ).

## V. CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en el presente trabajo realizado en llamas se llega a las siguientes conclusiones.

- El Nitrógeno metabólico fecal (NMF) fue de 5.7293 g/d (5729.3 mg/d).
- El Nitrógeno endógeno urinario (NEU), fue de 1.6311 g/d (1631.1 mg/d).
- El Nitrógeno endógeno dérmico (NED), fue de 0.0799 g/d (79.9 mg/d).

## VI. RECOMENDACIONES

- Evaluar las pérdidas totales de nitrógeno en variedades y colores de llamas dado que algunos conceptos teóricos afirman que las llamas de color negro atrapan el calor y pierden menor energía mediante la producción de calor y por ende menor es la degradabilidad de sus proteínas y menor sus pérdidas.
- Realizar estudios de pérdidas de nitrógeno por sexos, edades, estados fisiológicos de la Llama y épocas del año.



## VII. REFERENCIAS

- Apaza, E.; Condemayta, Z.; Tapia, M. (2004); Evaluación Antisarnica y Antinematódica de una Ivermectina de Larga Acción (ALPAMEC LA.) en Alpacas del Centro de Investigación y Producción La – Raya; FMVZ; UNAP.
- Aron, B. 1988. Nutrición Animal. Association of official analytical chemists (AOAC). 1996. Official Methods of Analysis. 16th ed. Gaithersburg, VA. USA. 1era edición
- 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.
- Bondl, 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.
- Bustinza, V. 2001. "La alpaca: Conocimiento del gran potencial andino". 1ra. Edic., Publicaciones UNA-Puno. Perú. 57-91.
- Cañas, R. 1998. Alimentación y Nutrición Animal. Santiago, Chile. p. 123.
- 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.
- CONACS, Consejo nacional de camélidos sudamericanos. 2004. boletín N° 10
- Choque, Y. 2016 "Determinación de nitrógeno metabólico fecal endógeno urinario y dérmico en llamas machos de dos años de edad, Tesis de Pre-grado, FMVZ, UNA – PUNO.
- 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.
- Fowler, M. 1998. *Medicine and surgery of South American Camelids*. Llama, Alpaca, Vicuña, Guanaco. Ames, Iowa State University Press. Iowa. 391p.
- Fundación española para el desarrollo de la nutrición 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.
- García, F. 1992. Requerimientos de proteína en Ganado lechero. En: Simulación de Sistemas pecuarios. Editado por M.E. Ruiz. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. Red de Investigación en Sistemas Producción Animal. 288 pp. San José, Costa Rica.

- 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 fecal and urinary nitrogen losses in sheep. Livestock Production Science. Volume 51. Issues 1-3. p. 183-190.
- Gisper, C. 1997. Enciclopedia temática estudiantil Océano 1ª Edición, Océano, 293p.
- Huwasquiche, A. 1974. Balance de Nitrógeno y Digestibilidad en alpacas y ovinos. Tesis MV. Universidad Mayor de San Marcos. Lima, Perú. 75 p.
- INEI. 1995. CONACS, 2004. Censo Nacional Agropecuario. Instituto Nacional de Estadística e Informática. Disponible en [www.google.com/Instituto de estadística e informática](http://www.google.com/Instituto de estadística e informática).
- Iñiguez, C. and P. Alem. 1996. Medicine and surgery of South American Camelids. Llama, Alpaca, Vicuña, Guanaco. Ames, Iowa StateUniversityPress. Iowa. 391p.
- 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. LibestockProductionSci. 7:175-184.
- Kuehl, R. 2001. Diseño de experimentos. Principios estadísticos para el diseño y análisis de investigaciones. 2ª Edición. Barcelona, España. 620p.
- Leterme, P. 2001. Las pérdidas endógenas hasta el íleon del cerdo. Origen, factores de variación y métodos de determinación. Departamento de producción. Universidad Nacional de Colombia. Palmira – Colombia.

- Lopez, A., S. Morales, C. Cabrera, y M. Arias, 2000. Ingestión y digestibilidad aparente de forrajes por la Llama (*Lama glama*), y paja de avena (*Avena sativa*). Arch. Med., V. 33 N<sup>o</sup> 2.
- Luciano, L., E.E. Real, and W. Engelhardt. 1980. The fine structure of the stomach mucosa of the llama. The fundic region of the hind stomach. Cell Tissue. Res. 208: 207-228.
- 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., K.T. Resende, A.C.D. Fereira, 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.
- NRC. 2001. National research council. Nutrient Requirements of Beef Cattle. 7th. Rev. Ed. National Academy Press. 381 pp. Washington, D.C., USA.
- NRC. 2007. National research council. Nutrient Requirements of small ruminants sheep, goats, cervids and new world camelids. The National Academy Press. Washington, D.C., USA.
- Nelson, D.L. and M.M. Cox. 2000. Lehninger principles of biochemistry. 3 ed. New York, USA. Worth publishers. 1200 p.
- NRC, 1984. National research council. Consejo Nacional de Requerimientos.
- 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. DairySci. 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.
- 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.
- Robinson, T. F., B.L. Roeder, and N.P. Johnston. 2013. Nitrogen Balance and Blood Metabolites of Llama (*Lama glama*) Fed Barley Hay Supplemented with Alfalfa and Quinoa Straw in Bolivia.
- Robinson, T. F., M. S. Sponheimer, B.L., T.E., Roeder Passey and M. D., Dearing, 2005. Digestibility and nitrogen retention in llamas and goats fed alfalfa, C3 grass, and C4 grass hays. Artículo científico.
- San Martín, F. 1996. Nutrición de camélidos sudamericanos y su relación con la reproducción. Rev Argentina Prod Anim 16: 305-312.
- San Martin, F. and F.C. Bryant. 1987. Nutrition of domesticated South American llamas and alpacas. Small Ruminant Res. 2: 191–216.
- Surco, N. 2016 “Determinación de nitrógeno metabólico fecal endógeno urinario y dérmico en llamas machos de un año de edad, FMVZ, UNA – PUNO.

- Sponheimer, M. 2003. Digestion and passage rates of grass hays by llamas, alpacas, goats, rabbits, and horses. *Small Ruminant Res.* 48:149
- 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.
- Valle, I. 2008. Ciliate protozoa of the forestomach of llamas (*Lama glama*) and alpacas (*Vicugna pacos*) from the Bolivian Altiplano. *Zootaxa* 1703: 62-68
- Vallenas, A. 1991. Características Anatómico-fisiológicas. 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. p 49 -90.
- Van Saun, R.J. 2006. *Geeding fundamentals for South American Camelids*. Department Of Veterinary Science. Pensilvania State University. *Lamalink.com*, 3(15:22-25).
- Zamora, R. 2013. “Diario web la opinión de Zamora” [www.google.com.pe](http://www.google.com.pe).



VIII. ANEXOS

8.1. ANEXO DE FOTOGRÁFICO

**FOTO 01:** Jaulas metabólicas.



**FOTO 02:** Dispositivo colector de heces y orina



**FOTO 03:** Jaula metabólica



**FOTO 04:** Parte delantera de la jaula metabólica.



## 8.2. ANEXO DE MATERIALES Y METODOS

<p><b>Materiales para la alimentación.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Comederos.</li> <li>➤ Bebederos.</li> <li>➤ Baldes.</li> <li>➤ Sacos de polietileno.</li> <li>➤ Escobas de limpieza.</li> </ul> <p><b>Materiales de colección.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Dispositivos de jaulas metabólicas para la colección de heces, orina y descamaciones dérmicas.</li> <li>➤ Botellas de 2L.</li> <li>➤ Bolsas de plástico.</li> <li>➤ Bolsas de papel.</li> <li>➤ Canastillas de secado de heces.</li> </ul> <p><b>Materiales de medición y anote de campo.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Balanza de 500 y 3 Kg.</li> <li>➤ Probeta 50 ml y 1 L.</li> <li>➤ Calculadora científica.</li> <li>➤ Cuadernillos.</li> <li>➤ Lapiceros.</li> </ul> <p><b>Materiales de laboratorio.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Balones kjeldahl de 100ml.</li> <li>➤ Matraces de 50 y 250 ml.</li> <li>➤ Pipetas.</li> <li>➤ Fiolas de 1000 y 500ml.</li> <li>➤ Vasos de precipitación 50 ml.</li> <li>➤ Bureta de titulación.</li> </ul> <p><b>Equipos.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Estufa.</li> <li>➤ Balanza analítica.</li> <li>➤ Balanza digital.</li> <li>➤ Digestor, destilador y titulador kjeldahl</li> <li>➤ Cocina eléctrica.</li> <li>➤ Molino manual.</li> <li>➤ Refrigerador.</li> <li>➤ Bomba de calorimetría:             <ul style="list-style-type: none"> <li>• Agitador.</li> <li>• Bomba de oxígeno.</li> <li>• Jacket (chaqueta).</li> <li>• Bucket (balde).</li> <li>• Termómetro de platino.</li> <li>• Alambre de ignición</li> <li>• Tapa de jacket.</li> </ul> </li> </ul>	<p><b>Reactivos.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Hidróxido de sodio, NaOH al 50%</li> <li>➤ Ácido sulfúrico, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.</li> <li>➤ Ácido bórico, H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>. Al 2%</li> <li>➤ Rojo de metileno.</li> <li>➤ Azul de metileno.</li> <li>➤ Alcohol absoluto.</li> </ul> <p><b>Forrajes.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Heno de alfalfa.</li> <li>➤ Paja de avena.</li> <li>➤ Paja de ichu.</li> </ul> <p><b>Suplemento.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Vitaminas y minerales comercial<sup>R</sup>.</li> </ul> <p><b>Materiales de construcción.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Listones de madera.</li> <li>➤ Cintas de madera.</li> <li>➤ Pernos.</li> <li>➤ Taladro.</li> <li>➤ Serrucho.</li> <li>➤ Clavos.</li> <li>➤ Pegamento.</li> <li>➤ Martillo.</li> <li>➤ Tachuelas.</li> <li>➤ Material de polietileno.</li> <li>➤ Lona para piso.</li> <li>➤ Alambre.</li> <li>➤ alicates</li> <li>➤ Malla de alambre.</li> <li>➤ Agujas.</li> <li>➤ Pabilo.</li> <li>➤ Pala.</li> <li>➤ Pico.</li> </ul>
--	--



8.3. ANEXO DE TABLAS

COMPOSICION QUÍMICA DE LOS ALIMENTOS

**TABLA 7:** COMPOSICION QUÍMICA Y ENERGIA BRUTA DE LOS ALIMENTOS AL 100% DE MS.

FORRAJE	Corrección termoquímica del contenido de energía bruta (EB) de los alimentos.								EM (Kcal/Kg)	PT %
	Muestra	Alambre residual cm	Alambre fucionado cm	$\Delta T^{\circ}$	$Na_2CO_3$	EB	MS corregida	EB CORREGIDA		
	g			$^{\circ}C$	ml	Kcal/g	%	Kcal/Kg		
Paja de avena	1.0954	1.6	8.4	1.8897	5.6	4169.3	99.15	4205.04	2298.06	2.31
Paja de Ichu	1.0946	2.2	7.8	1.9915	7.8	4397.6	98.36	4470.92	2443.36	2.93
Heno alfalfa	1.0850	2	8	1.9273	7.1	4292.9	99.16	4329.31	2365.97	17.46
PROMEDIO	1.09	1.93	8.07	1.94	6.83	4286.61	98.89	4335.09	2369.13	7.57

**TABLA 8:** CONTENIDO DE NUTRIENTES EN LAS DIETAS EXPERIMENTALES.

INSUMO	DIETA CON 4% DE PT				DIETA CON 6% DE PT				DIETA CON 8% DE PT			
	M%	PT%	EB Mcal	EM Mcal	M%	PT%	EB Mcal	EM Mcal	M%	PC%	EB Mcal	EM Mcal
PAJA DE AVENA	40.00	0.93	1696.44	927.10	34.30	0.80	1454.69	794.99	26.50	0.62	1123.89	614.21
PAJA DE ICHU	50.00	1.49	2272.73	1242.05	42.00	1.25	1909.09	1043.32	36.00	1.07	1636.37	894.27
HENO ALFALFA	9.40	1.66	410.40	224.28	23.00	4.05	1004.18	548.78	37.00	6.51	1615.41	882.82
MINER. Y VIT.	0.93	0.00	0.00	0.00	0.93	0.00	0.00	0.00	0.93	0.00	0.00	0.00
TOTAL	100.33	4.08	4379.57	2393.43	100.23	6.10	4367.96	2387.09	100.43	8.20	4375.67	2391.30

**TABLA 9:** COMPOSICION QUIMICA DEL SUPLEMENTO MINERAL Y VITAMINICO COMERCIAL NUTRIMIX ADE.

VITAMINA A	1,500,000 UI
VITAMINA D3	200,000 UI
VITAMINA E	750 UI
CALCIO	220.00 g
FOSFORO	140.00 g
MAGNESIO	18.00 g
ZICN	10.00 g
HIERRO	8.00 g
MANGANESO	4.50 g
COBRE	2.50 g
YODO	0.24 g
SELENIO	0.24 g
COBALTO	0.24 g
EXCIPIENTES c.s.p.	1,000,000 g

## CONSUMO DE MATERIA SECA EN EL EXPERIMENTO DE

### DIGESTIBILIDAD.

**TABLA 10: INGESTION DE MATERIA SECA (IMS), DE LA DIETA DEL ALIMENTO A DIFERENTES NIVELES DE PROTEINA.**

#### ETAPA I

FECHA	DIETAS 4% DE PT (LLAMA 1)					DIETA 6% DE PT (LLAMA 2)					DIETA 8% DE PT (LLAMA 3)				
	SUMIN. g/d (1.8% PV)	MS g	RESID. g	MS g	IMS g/d	SUMIN. g/d (1.8% PV)	MS g	RESID. g	MS g	IMS g/d	SUMIN. g/d (1.8% PV)	MS g	RESID. g	MS g	IMS g/d
21/12/2016	1661.00	1642.56	344.10	340.28	1302.28	1659.00	1640.59	13.40	13.25	1627.33	1409.00	1393.36	5.30	5.24	1388.12
22/12/2016	1661.00	1642.56	88.70	87.72	1554.85	1659.00	1640.59	10.10	9.99	1630.60	1409.00	1393.36	17.30	17.11	1376.25
23/12/2016	1661.00	1642.56	102.00	100.87	1541.70	1659.00	1640.59	18.20	18.00	1622.59	1409.00	1393.36	32.00	31.64	1361.72
24/12/2016	1661.00	1642.56	37.00	36.59	1605.97	1659.00	1640.59	15.60	15.43	1625.16	1409.00	1393.36	29.70	29.37	1363.99
25/12/2016	1661.00	1642.56	73.00	72.19	1570.37	1659.00	1640.59	9.50	9.39	1631.19	1409.00	1393.36	17.40	17.21	1376.15
26/12/2016	1661.00	1642.56	169.80	167.92	1474.65	1659.00	1640.59	7.20	7.12	1633.47	1409.00	1393.36	14.40	14.24	1379.12
27/12/2016	1661.00	1642.56	115.30	114.02	1528.54	1659.00	1640.59	9.30	9.20	1631.39	1409.00	1393.36	82.60	81.68	1311.68
PROMEDIO	1661.00	1642.56	132.84	131.37	1511.19	1659.00	1640.59	11.90	11.77	1628.82	1409.00	1393.36	28.39	28.07	1365.29
DESV. EST.	0.00	0.00	101.63	100.50	100.50	0.00	0.00	3.95	3.90	3.90	0.00	0.00	25.58	25.30	25.30
C.V. %	0.00	0.00	76.50	76.50	6.65	0.00	0.00	33.17	33.17	0.24	0.00	0.00	90.12	90.12	1.85

#### ETAPA II

FECHA	DIETAS 4% DE PT (LLAMA 3)					DIETA 6% DE PT (LLAMA 1)					DIETA 8% DE PT (LLAMA 2)				
	SUMIN. g/d (1.8% PV)	MS g	RESID. g	MS g	IMS g/d	SUMIN. g/d (1.8% PV)	MS g	RESID. g	MS g	IMS g/d	SUMIN. g/d (1.8% PV)	MS g	RESID. g	MS g	IMS g/d
04/01/2017	1415.00	1399.29	9.90	9.79	1389.50	1665.00	1646.52	45.30	44.80	1601.72	1684.00	1665.31	6.60	6.53	1658.78
05/01/2017	1415.00	1399.29	18.80	18.59	1380.70	1665.00	1646.52	15.30	15.13	1631.39	1684.00	1665.31	7.20	7.12	1658.19
06/01/2017	1415.00	1399.29	13.40	13.25	1386.04	1665.00	1646.52	115.90	114.61	1531.90	1684.00	1665.31	12.10	11.97	1653.34
07/01/2017	1415.00	1399.29	21.50	21.26	1378.03	1665.00	1646.52	48.00	47.47	1599.05	1684.00	1665.31	10.40	10.28	1655.02
08/01/2017	1415.00	1399.29	21.11	20.88	1378.42	1665.00	1646.52	43.50	43.02	1603.50	1684.00	1665.31	8.90	8.80	1656.51
09/01/2017	1415.00	1399.29	54.20	53.60	1345.70	1665.00	1646.52	50.00	49.45	1597.07	1684.00	1665.31	10.50	10.38	1654.92
10/01/2017	1415.00	1399.29	29.30	28.97	1370.32	1665.00	1646.52	21.10	20.87	1625.65	1684.00	1665.31	5.90	5.83	1659.47
PROMEDIO	1415.00	1399.29	24.03	23.76	1375.53	1665.00	1646.52	48.44	47.91	1598.61	1684.00	1665.31	8.80	8.70	1656.61
DESV. EST.	0.00	0.00	14.68	14.52	14.52	0.00	0.00	32.75	32.38	32.38	0.00	0.00	2.32	2.29	2.29
C.V. %	0.00	0.00	61.09	61.09	1.06	0.00	0.00	67.60	67.60	2.03	0.00	0.00	26.31	26.31	0.14

#### ETAPA III

FECHA	DIETAS 4% DE PT (LLAMA 2)					DIETA 6% DE PT (LLAMA 3)					DIETA 8% DE PT (LLAMA 1)				
	SUMIN. g/d (1.8% PV)	MS g	RESID. g	MS g	IMS g/d	SUMIN. g/d (1.8% PV)	MS g	RESID. g	MS g	IMS g/d	SUMIN. g/d (1.8% PV)	MS g	RESID. g	MS g	IMS g/d
18/01/2017	1691.00	1672.23	243.40	240.70	1431.53	1415.00	1399.29	29.92	29.59	1369.71	1629.00	1610.92	55.60	54.98	1555.94
19/01/2017	1691.00	1672.23	16.90	16.71	1655.52	1415.00	1399.29	13.13	12.98	1386.31	1629.00	1610.92	9.30	9.20	1601.72
20/01/2017	1691.00	1672.23	37.60	37.18	1635.05	1415.00	1399.29	7.40	7.32	1391.98	1629.00	1610.92	11.20	11.08	1599.84
21/01/2017	1691.00	1672.23	59.00	58.35	1613.88	1415.00	1399.29	9.30	9.20	1390.10	1629.00	1610.92	10.50	10.38	1600.53
22/01/2017	1691.00	1672.23	19.20	18.99	1653.24	1415.00	1399.29	13.70	13.55	1385.75	1629.00	1610.92	5.80	5.74	1605.18
23/01/2017	1691.00	1672.23	99.10	98.00	1574.23	1415.00	1399.29	32.00	31.64	1367.65	1629.00	1610.92	5.80	5.74	1605.18
24/01/2017	1691.00	1672.23	13.00	12.86	1659.37	1415.00	1399.29	19.60	19.38	1379.91	1629.00	1610.92	5.10	5.04	1605.87
PROMEDIO	1691.00	1672.23	69.74	68.97	1603.26	1415.00	1399.29	17.86	17.67	1381.63	1629.00	1610.92	14.76	14.59	1596.32
DESV. EST.	0.00	0.00	82.40	81.48	81.48	0.00	0.00	9.75	9.65	9.65	0.00	0.00	18.18	17.98	17.98
C.V. %	0.00	0.00	118.14	118.14	5.08	0.00	0.00	54.60	54.60	0.70	0.00	0.00	123.17	123.17	1.13

**PORCENTAJE DE MATERIA SECA FECAL.**

**TABLA 11: PORCENTAJE DE MATERIA SECA FECAL DE MUESTRA POR ETAPAS.**

% DE PT	LLAMA	B. H.		BASE SECA		MS, %
		P. MUESTRA	P. BOLSA	P. M+B	P. M-B	
		g.	g.	g.	g.	
4% PT	1	350.00	7.30	203.70	196.40	56.11
	2	350.00	9.70	193.50	183.80	52.51
	3	350.00	10.20	185.80	175.60	50.17
6% PT	1	350.00	9.80	170.60	160.80	45.94
	2	350.00	9.00	216.20	207.20	59.20
	3	350.00	9.80	154.90	145.10	41.46
8% PT	1	350.00	9.40	177.10	167.70	47.91
	2	350.00	10.10	177.40	167.30	47.80
	3	350.00	9.00	186.10	177.10	50.60

**PORCENTAJE DE MATERIA SECA FECAL.**

**TABLA 12: EXCRECION DE MATERIA SECA FECAL.**

**ETAPA I**

FECHA	4% DE PT (LLAMA 1) 15LL105F			6% DE PT (LLAMA 2) 15LL061E			8% DE PT (LLAMA 3) 15LL053E		
	MF, g	MS, g	MS, %	MF, g	MS, g	MS, %	MF, g	MS, g	MS, %
21/12/2016	1271.30	713.33	56.11	1141.70	675.89	59.20	1310.70	663.21	50.60
22/12/2016	1035.50	581.02	56.11	1076.40	637.23	59.20	1404.30	710.58	50.60
23/12/2016	1009.30	566.32	56.11	942.70	558.08	59.20	1113.70	563.53	50.60
24/12/2016	1018.40	571.42	56.11	1359.80	805.00	59.20	1320.50	668.17	50.60
25/12/2016	1105.50	620.30	56.11	1065.40	630.72	59.20	911.60	461.27	50.60
26/12/2016	1504.80	844.34	56.11	1206.00	713.95	59.20	1135.30	574.46	50.60
27/12/2016	1043.60	585.56	56.11	1037.60	614.26	59.20	1152.60	583.22	50.60
PROMEDIO	1141.20	640.33	56.11	1118.51	662.16	59.20	1192.67	603.49	50.60
DESV. EST.	184.20	103.36	0.00	134.45	79.60	0.00	165.93	83.96	0.00
C.V. %	16.14	16.14	0.00	12.02	12.02	0.00	13.91	13.91	0.00

**ETAPA II**

FECHA	4% DE PT (LLAMA 3) 15LL053E			6% DE PT (LLAMA 1) 15LL105F			8% DE PT (LLAMA 2) 15LL061E		
	MF, g	MS, g	MS, %	MF, g	MS, g	MS, %	MF, g	MS, g	MS, %
04/01/2017	1265.50	634.90	50.17	1077.20	494.87	45.94	809.60	386.99	47.80
05/01/2017	1035.80	519.66	50.17	1323.40	607.97	45.94	1581.70	756.05	47.80
06/01/2017	1045.30	524.43	50.17	1621.60	744.96	45.94	1311.70	626.99	47.80
07/01/2017	1214.90	609.52	50.17	1162.50	534.05	45.94	1138.40	544.16	47.80
08/01/2017	1329.40	666.96	50.17	1064.40	488.99	45.94	1245.30	595.25	47.80
09/01/2017	1320.50	662.49	50.17	1651.40	758.65	45.94	1478.20	706.58	47.80
10/01/2017	1130.20	567.02	50.17	1510.30	693.83	45.94	1106.10	528.72	47.80
PROMEDIO	1191.66	597.85	50.17	1344.40	617.62	45.94	1238.71	592.11	47.80
DESV. EST.	123.19	61.80	0.00	252.30	115.91	0.00	255.65	122.20	0.00
C.V. %	10.34	10.34	0.00	18.77	18.77	0.00	20.64	20.64	0.00

**ETAPA III**

FECHA	4% DE PT (LLAMA 2) 15LL061E			6% DE PT (LLAMA 3) 15LL053E			8% DE PT (LLAMA 1) 15LL105F		
	MF, g	MS, g	MS, %	MF, g	MS, g	MS, %	MF, g	MS, g	MS, %
18/01/2017	1107.20	581.39	52.51	1336.10	553.95	41.46	1352.60	648.03	47.91
19/01/2017	1095.60	575.30	52.51	1047.90	434.46	41.46	1079.80	517.33	47.91
20/01/2017	1122.20	589.27	52.51	1516.80	628.87	41.46	1251.20	599.45	47.91
21/01/2017	1019.40	535.29	52.51	1410.60	584.83	41.46	1237.90	593.08	47.91
22/01/2017	1281.70	673.02	52.51	1834.70	760.67	41.46	1283.60	614.97	47.91
23/01/2017	954.70	501.31	52.51	960.10	398.06	41.46	941.80	451.22	47.91
24/01/2017	1342.40	704.89	52.51	1539.10	638.11	41.46	1262.20	604.72	47.91
PROMEDIO	1131.89	594.35	52.51	1377.90	571.28	41.46	1201.30	575.54	47.91
DESV. EST.	137.13	72.01	0.00	300.06	124.41	0.00	141.01	67.56	0.00
C.V. %	12.12	12.12	0.00	21.78	21.78	0.00	11.74	11.74	0.00

**DIGESTIBILIDAD DE LA METRIA SECA.**

**TABLA 13: DIGESTIBILIDAD DE MATERIA SECA (DMS, %) EN LAS DIETAS DE LOS ALIMENTOS.**

**DIETA CON 4% DE PT**

ETAPA	IMS, g	EMS, g	DMS, g	DMS, %
I	1511.19	640.33	870.86	57.63
II	1375.53	597.85	777.68	56.54
III	1603.26	594.35	1008.91	62.93
PROMEDIO	1496.66	610.84	885.82	59.03

**DIETA CON 6% DE PT**

ETAPA	IMS, g	EMS, g	DMS, g	DMS, %
I	1628.82	662.16	966.66	59.35
II	1598.61	617.62	980.99	61.37
III	1381.63	571.28	810.35	58.65
PROMEDIO	1536.35	617.02	919.33	59.79

**DIETA CON 8% DE PT**

ETAPA	IMS, g	EMS, g	DMS, g	DMS, %
I	1365.29	603.49	761.80	55.80
II	1656.61	592.11	1064.50	64.26
III	1596.32	575.54	1020.78	63.95
PROMEDIO	1539.41	590.38	949.03	61.33

**TABLA 14:** ROTACION DE LOS TRATAMIENTOS EN EL EXPERIMENTO DE DIFESTIBILIDAD DISEÑO CUADRADO LATINO 3X3.

ETAPAS	LLAMA 1	LLAMA 2	LLAMA 3
I	4% 57.63	6% 59.35	8% 55.80
II	6% 61.37	8% 64.26	4% 56.54
III	8% 63.95	4% 62.93	6% 58.65

TRATAM.	MEZCLA 4%	MEZCLA 6%	MEZCLA 8%
PROMEDIO.	59.03	59.79	61.33

### EXCRECION DE ORINA

**TABLA 15:** COLECCIÓN DE ORINA EN EL EXPERIMENTO EN ml/d.

#### ETAPA I

FECHA	4% PT (LL1)	6% PT (LL2)	8% PT (LL3)
	15LL105F	15LL061E	15LL053E
	ORINA ml/d	ORINA ml/d	ORINA ml/d
21/12/2016	320	250	550
22/12/2016	215	350	580
23/12/2016	245	285	410
24/12/2016	320	520	910
25/12/2016	295	355	469
26/12/2016	320	500	735
27/12/2016	230	275	905
PROMEDIO	277.86	362.14	651.29
DESV. EST.	46.45	108.20	202.11
C.V.%	16.72	29.88	31.03

#### ETAPA II

FECHA	4% PT (LL3)	6% PT (LL1)	8% PT (LL2)
	15LL053E	15LL105F	15LL061E
	ORINA ml/d	ORINA ml/d	ORINA ml/d
04/01/2017	265	625	500
05/01/2017	730	940	720
06/01/2017	200	850	515
07/01/2017	430	590	400
08/01/2017	300	430	430
09/01/2017	270	530	470
10/01/2017	420	550	510
PROMEDIO	373.57	645.00	506.43
DESV. EST.	178.16	183.01	103.47
C.V.%	47.69	28.37	20.43

**ETAPA III**

	4% PT (LL2)	6% PT (LL3)	8% PT (LL1)
FECHA	15LL061E	15LL053E	15LL105F
	ORINA ml/d	ORINA ml/d	ORINA ml/d
18/01/2017	275	410	520
19/01/2017	310	670	760
20/01/2017	235	930	590
21/01/2017	460	1215	770
22/01/2017	650	1845	335
23/01/2017	440	450	530
24/01/2017	460	520	760
PROMEDIO	404.29	862.86	609.29
DESV. EST.	142.67	520.16	163.87
C.V.%	35.29	60.28	26.90

**TABLA 16:** ROTACION DE LOS TRATAMIENTOS EN EL EXPERIMENTO DE DIGESTIBILIDAD EN EXCRECION DE ORINA, ml/d.

ETAPAS	LLAMA 1	LLAMA 2	LLAMA 3
I	4% 277.86	6% 362.14	8% 651.21
II	6% 645.00	8% 506.43	4% 373.57
III	8% 609.29	4% 404.29	6% 826.86

TRATAM.	MEZCLA 4%	MEZCLA 6%	MEZCLA 8%
PROMEDIO.	351.91	611.33	588.98

**PÉRDIDAS DERMICAS.**

**TABLA 17:** COLECCIÓN DE PERDIDAS DERMICAS EN EL EXPERIMENTO DE METABOLISMO, g/d.

**ETAPA I**

FECHA	4% DE PT (LLAMA 1) 15LL105F			6% DE PT (LLAMA 2) 15LL061E			8% DE PT (LLAMA 3) 15LL053E		
	MD, g	MS, g	MS, %	MD, g	MS, g	MS, %	MD, g	MS, g	MS, %
21/12/2016	0.28	0.24	86.70	0.17	0.15	87.49	0.43	0.39	90.30
22/12/2016	0.30	0.26	86.70	0.15	0.13	87.49	0.41	0.37	90.30
23/12/2016	0.52	0.45	86.70	0.18	0.16	87.49	0.46	0.42	90.30
24/12/2016	0.30	0.26	86.70	0.20	0.17	87.49	0.40	0.36	90.30
25/12/2016	0.30	0.26	86.70	0.30	0.26	87.49	1.00	0.90	90.30
26/12/2016	0.60	0.52	86.70	0.50	0.44	87.49	0.80	0.72	90.30
27/12/2016	0.50	0.43	86.70	0.20	0.17	87.49	0.30	0.27	90.30
PROMEDIO	0.40	0.35	86.70	0.24	0.21	87.49	0.54	0.49	90.30
DESV. EST.	0.13	0.12	0.00	0.12	0.11	0.00	0.26	0.23	0.00
C.V.%	33.67	33.67	0.00	50.69	50.69	0.00	47.07	47.07	0.00

**ETAPA II**

FECHA	4% DE PT (LLAMA 3) 15LL053E			6% DE PT (LLAMA 1) 15LL105F			8% DE PT (LLAMA 2) 15LL061E		
	MD, g	MS, g	MS, %	MD, g	MS, g	MS, %	MD, g	MS, g	MS, %
04/01/2017	0.30	0.25	84.58	1.40	1.24	88.90	0.40	0.36	89.11
05/01/2017	0.20	0.17	84.58	0.90	0.80	88.90	0.20	0.18	89.11
06/01/2017	0.10	0.08	84.58	0.40	0.36	88.90	0.50	0.45	89.11
07/01/2017	0.30	0.25	84.58	0.20	0.18	88.90	0.60	0.53	89.11
08/01/2017	0.30	0.25	84.58	0.50	0.44	88.90	0.30	0.27	89.11
09/01/2017	0.80	0.68	84.58	0.40	0.36	88.90	0.20	0.18	89.11
10/01/2017	0.40	0.34	84.58	0.40	0.36	88.90	0.50	0.45	89.11
PROMEDIO	0.34	0.29	84.58	0.60	0.53	88.90	0.39	0.34	89.11
DESV. EST.	0.22	0.19	0.00	0.41	0.37	0.00	0.16	0.14	0.00
C.V.%	64.91	64.91	0.00	68.72	68.72	0.00	40.80	40.80	0.00

**ETAPA III**

FECHA	4% DE PT (LLAMA 2) 15LL061E			6% DE PT (LLAMA 3) 15LL053E			8% DE PT (LLAMA 1) 15LL105F		
	MD, g	MS, g	MS, %	MD, g	MS, g	MS, %	MD, g	MS, g	MS, %
18/01/2017	0.40	0.35	88.44	0.90	0.81	90.54	1.10	0.99	89.71
19/01/2017	1.00	0.88	88.44	1.40	1.27	90.54	1.20	1.08	89.71
20/01/2017	0.70	0.62	88.44	1.30	1.18	90.54	1.00	0.90	89.71
21/01/2017	0.90	0.80	88.44	1.20	1.09	90.54	0.90	0.81	89.71
22/01/2017	0.70	0.62	88.44	1.70	1.54	90.54	0.70	0.63	89.71
23/01/2017	0.90	0.80	88.44	0.90	0.81	90.54	0.20	0.18	89.71
24/01/2017	0.10	0.09	88.44	0.80	0.72	90.54	0.40	0.36	89.71
PROMEDIO	0.67	0.59	88.44	1.17	1.06	90.54	0.79	0.70	89.71
DESV. EST.	0.32	0.28	0.00	0.33	0.29	0.00	0.37	0.33	0.00
C.V.%	47.66	47.66	0.00	27.76	27.76	0.00	47.30	47.30	0.00

**TABLA 18: ROTACION DE TRATAMIENTOS EN EL EXPERIMENTO DE DIGESTIBILIDAD EN EXCRECION DE PERDIDAS DÉRMICAS, g/d.**

ETAPAS	LLAMA 1	LLAMA 2	LLAMA 3
I	4% 0.35	6% 0.21	8% 0.49
II	6% 0.53	8% 0.34	4% 0.29
III	8% 0.70	4% 0.59	6% 1.06

TRATAM.	MEZCLA 4%	MEZCLA 6%	MEZCLA 8%
PROMEDIO.	0.41	0.6	0.51

**TABLA 19: NITROGENO DIGESTIBLE REAL DE LA MEZCLA DE ALIMENTO A DIFERENTES NIVELES DE PROTEINA EN EL EXPERIMENTO.**

**DIETA DE ALIMENTO CON 4% DE PC**

ETAPA	LLAMA	N. OFRECIDO		N. RECHAZADO			N. INGERIDO			N. FECAL			N. URINARIO			N. PER. CUT.			N. DIGEST.			N. METAB.			NDR			
		MSO	NO	MSR	NR	NR	MSC	NI	MSF	NF	NF	ORINA	UN	UN	P. CUT.	NC	NC	ND	ND	NM	NM	NM	NM	%	g/d	%	g/d	%
I	LLAMA 1	1642.6	0.64	131.37	0.64	0.84	1511.19	9.67	640.33	1.18	7.56	277.86	1.10	3.06	0.35	18.04	0.06	21.88	2.12	-9.73	-0.94	80.48	7.78					
II	LLAMA 3	1399.3	0.64	23.76	0.64	0.15	1375.53	8.80	597.85	0.98	5.86	373.57	0.76	2.84	0.29	17.56	0.05	33.45	2.94	1.20	0.11	97.83	8.61					
III	LLAMA 2	1672.2	0.64	10.70	0.64	0.44	1603.26	10.26	594.35	1.15	6.84	404.29	0.62	2.51	0.59	18.33	0.11	33.39	3.43	8.96	0.92	88.63	9.09					
PROMEDIO		1571.36	0.64	74.70	0.64	0.48	1496.66	9.58	610.84	1.10	6.75	351.91	0.83	2.80	0.41	17.98	0.07	29.57	2.83	0.14	0.03	88.98	8.50					
D.S.		149.75	0.00	54.03	0.00	0.35	114.56	0.73	25.60	0.11	0.85	65.94	0.25	0.28	0.16	0.39	0.03	6.66	0.66	9.39	0.93	8.68	0.66					
C.V%		9.53	0.00	72.33	0.00	72.33	7.65	7.65	4.19	9.78	12.62	18.74	29.86	9.89	38.72	2.16	40.69	22.54	6573.86	3336.64	9.76	7.80						

**DIETA DE ALIMENTO CON 6% DE PC**

ETAPA	LLAMA	N. OFRECIDO		N. RECHAZADO			N. INGERIDO			N. FECAL			N. URINARIO			N. PER. CUT.			N. DIGEST.			N. METAB.			NDR			
		MSO	NO	MSR	NR	NR	MSC	NI	MSF	NF	NF	ORINA	UN	UN	CUTAN	NC	NC	ND	ND	NM	NM	NM	NM	%	g/d	%	g/d	%
I	LLAMA 2	1640.6	0.96	11.77	0.96	0.11	1628.82	15.64	662.16	1.23	8.14	362.14	1.25	4.53	0.21	17.08	0.04	47.91	7.49	18.96	2.97	84.16	13.16					
II	LLAMA 1	1646.5	0.96	47.91	0.96	0.46	1598.61	15.35	617.62	1.20	7.41	645.00	0.51	3.29	0.53	20.00	0.11	51.71	7.94	30.27	4.65	88.64	13.60					
III	LLAMA 3	1399.3	0.96	17.67	0.96	0.17	1381.63	13.26	571.28	1.18	6.74	862.86	1.24	10.70	1.06	16.66	0.18	49.18	6.52	-31.49	-4.18	91.91	12.19					
PROMEDIO		1562.13	0.96	25.78	0.96	0.25	1536.35	14.75	617.02	1.20	7.43	623.33	1.00	6.17	0.60	17.91	0.11	49.60	7.32	5.91	1.14	88.24	12.98					
D.S.		141.06	0.00	19.39	0.00	0.19	134.84	1.29	45.44	0.03	0.70	251.06	0.42	3.97	0.43	1.82	0.07	1.93	0.72	32.88	4.68	3.89	0.72					
C.V%		9.03	0.00	75.20	0.00	75.20	8.78	8.78	7.36	2.09	9.44	40.28	42.44	64.32	71.55	10.16	66.28	3.89	555.97	409.24	4.41	5.56						



DIETA DE ALIMENTO CON 8 % DE PC

ETAPA	LLAMA	N. OFRECIDO		N. RECHAZADO		N. INGERIDO		N. FECAL		N. URINARIO		N. PER. CUT.		N. DIGEST.		N. METAB.		NDR			
		MSO	NO	MSR	NR	MSC	NI	MSF	NF	ORINA	UN	CUTAN	NC	ND	NM	ND	NM	%	NM	%	
I	LLAMA 3	1393.4	1.28	17.84	1.28	0.36	17.48	603.49	1.40	651.29	0.71	4.62	0.49	21.10	0.10	51.65	9.03	25.19	4.40	84.09	14.69
II	LLAMA 2	1665.3	1.28	21.32	1.28	0.11	21.20	592.11	1.32	506.43	1.60	8.10	0.34	18.52	0.06	63.14	13.39	24.93	5.29	89.87	19.06
III	LLAMA 1	1610.9	1.28	20.62	1.28	0.19	20.43	575.54	1.30	609.29	0.63	3.84	0.70	17.37	0.12	63.38	12.95	44.60	9.11	91.12	18.62
PROMEDIO		1556.53	1.28	19.92	1.28	0.22	19.70	590.38	1.34	589.00	0.98	5.52	0.51	19.00	0.10	59.39	11.79	31.57	6.27	88.36	17.46
D.S.		143.90	0.00	1.84	0.00	0.13	1.97	14.06	0.05	74.53	0.54	2.27	0.18	1.91	0.03	6.70	2.40	11.28	2.50	3.75	2.40
C.V%		9.25	0.00	9.25	0.00	58.00	9.99	2.38	3.95	12.65	54.94	41.10	35.46	10.06	31.26	11.29	20.37	35.73	39.95	4.25	13.76

**PESO VIVO.**

**TABLA 20: REGISTRO DE PESO VIVO EN LLAMAS.**

DIETA CON 4% DE PT.

LLAMA	PI Kg	PF Kg	Kg W0.75	GPV Kg/ 7 dias	GPVg/d	GPV g/KgW0.75
LLAMA 1	92.000	92.400	29.803	0.400	0.057	0.002
LLAMA 2	93.600	92.400	29.803	-1.200	-0.171	-0.006
LLAMA 3	78.400	78.400	26.347	0.000	0.000	0.000
PROMEDIO	88.000	87.733	28.651	-0.267	-0.038	-0.001

DIETA CON 6% DE PT

LLAMA	PI Kg	PF Kg	Kg W0.75	GPV Kg/ 7 dias	GPVg/d	GPV g/KgW0.75
LLAMA 1	92.400	90.600	29.366	-1.800	-0.257	-0.009
LLAMA 2	92.000	93.600	30.092	1.600	0.229	0.008
LLAMA 3	78.400	79.000	26.498	0.600	0.086	0.003
PROMEDIO	87.600	87.733	28.652	0.133	0.019	0.001

DIETA CON 8% DE PT

LLAMA	PI Kg	PF Kg	Kg W0.75	GPV Kg/ 7 dias	GPVg/d	GPV g/KgW0.75
LLAMA 1	90.600	91.400	29.560	0.800	0.114	0.004
LLAMA 2	93.600	93.600	30.092	0.000	0.000	0.000
LLAMA 3	78.000	78.400	26.347	0.400	0.057	0.002
PROMEDIO	87.400	87.800	28.667	0.400	0.057	0.002

**TABLA 21: CONTENIDO DE NITÓGENO EN HECES EN EL EXPERIMENTO.**

ETAPA	LLAMA	REPETICION	MUESTRA g.	MS. % REAL	H2S04 AL 0.0490N			N%	PROM. N%	PT%	PROM. PT%
					V. INICIAL	V. FINAL	GASTO ml				
I	1 (4%)	A	0.2003	98.35	29.00	32.50	3.50	1.20		7.49	
		B	0.2003	98.35	5.50	8.90	3.40	1.16	1.18	7.28	7.38
III	2 (4%)	A	0.2001	98.43	37.70	41.00	3.30	1.13		7.07	
		B	0.2007	98.43	30.90	34.30	3.40	1.16	1.15	7.26	7.17
II	3 (4%)	A	0.2002	98.66	14.80	17.70	2.90	0.99		6.21	
		B	0.2005	98.66	7.10	9.90	2.80	0.96	0.98	5.99	6.10
II	1 (6%)	A	0.2002	98.55	37.00	40.60	3.60	1.23		7.71	
		B	0.2002	98.55	23.90	27.30	3.40	1.17	1.20	7.28	7.50
I	2 (6%)	A	0.2007	98.33	32.50	36.20	3.70	1.26		7.90	
		B	0.2003	98.33	13.40	16.90	3.50	1.20	1.23	7.49	7.70
III	3 (6%)	A	0.2005	98.04	34.30	37.70	3.40	1.16		7.27	
		B	0.2005	98.04	23.60	27.10	3.50	1.20	1.18	7.48	7.38
III	1 (8%)	A	0.2004	98.19	15.90	19.70	3.80	1.30		8.13	
		B	0.2005	98.19	27.10	30.90	3.80	1.30	1.30	8.13	8.13
II	2 (8%)	A	0.2003	98.57	19.70	23.50	3.80	1.30		8.13	
		B	0.2008	98.57	21.50	25.40	3.90	1.33	1.32	8.33	8.23
I	3 (8%)	A	0.2003	98.49	16.90	21.00	4.10	1.40		8.78	
		B	0.2006	98.49	46.00	50.10	4.10	1.40	1.40	8.76	8.77

**TABLA 22: NITRÓGENO EN HECES CUADRADO LATINO 3X3.**

ETAPAS	LLAMA 1	LLAMA 2	LLAMA 3
I	4% 1.18	6% 1.23	8% 1.40
II	6% 1.20	8% 1.32	4% 0.98
III	8% 1.30	4% 1.15	6% 1.18

TRATAM.	MEZCLA 4%	MEZCLA 6%	MEZCLA 8%
PROMEDIO.	1.10	1.20	1.34

**TABLA 23:** CONTENIDO DE NITRÓGENO EN ORINA EN EL EXPERIMENTO.

ETAPA	LLAMA	REPETICION	MUESTRA ml.	H2SO4 AL 0.0490N			N%	PROM. N%	PT%	PROM. PT%
				V. INICIAL	V. FINAL	GASTO ml				
I	1 (4%)	A	5	0	79.20	79.20	1.09		6.79	
		B	5	0	81.60	81.60	1.12	1.10	7.00	6.89
III	2 (4%)	A	5	0	41.50	41.50	0.57		3.56	
		B	5	0	48.40	48.40	0.66	0.62	4.15	3.85
II	3 (4%)	A	5	0	59.80	59.80	0.82		5.13	
		B	5	0	51.10	51.10	0.70	0.76	4.38	4.75
II	1 (6%)	A	5	0	51.80	51.80	0.71		4.44	
		B	5	0	52.50	52.50	0.72	0.51	4.50	4.47
I	2 (6%)	A	5	0	98.20	98.20	1.35		8.42	
		B	5	0	83.90	83.90	1.15	1.25	7.19	7.81
III	3 (6%)	A	5	0	95.90	95.90	1.32		8.22	
		B	5	0	85.20	85.20	1.17	1.24	7.31	7.76
III	1 (8%)	A	5	0	61.70	61.70	0.85		5.29	
		B	5	0	73.70	73.70	1.01	0.93	6.32	5.81
II	2 (8%)	A	5	0	114.00	114.00	1.56		9.78	
		B	5	0	119.00	119.00	1.63	1.60	10.20	9.99
I	3 (8%)	A	5	0	62.70	62.70	0.86		5.38	
		B	5	0	40.30	40.30	0.55	0.71	3.46	4.42

**TABLA 24:** NITRÓGENO EN ORINA CUADRADO LATINO 3X3.

ETAPAS	LLAMA 1	LLAMA 2	LLAMA 3
I	4% 1.10	6% 1.25	8% 0.71
II	6% 0.51	8% 1.60	4% 0.76
III	8% 0.93	4% 0.62	6% 1.24

TRATAM.	MEZCLA 4%	MEZCLA 6%	MEZCLA 8%
PROMEDIO.	0.83	1	1.08

**TABLA 25:** CONTENIDO DE NITRÓGENO EN PÉRDIDAS DÉRMICAS CUTANEAS EN EL EXPERIMENTO.

ETAPA	LLAMA	REPETICION	MUESTRA g.	H2SO4 AL 0.0634N			N%	PROM. N%	PT%	PROM. PT%
				V. INICIAL	V. FINAL	GASTO ml				
I	1 (4%)	A	0.2003	0	39.60	39.60	17.55		109.68	
		B	0.2002	0	41.80	41.80	18.53	18.04	115.83	112.75
III	2 (4%)	A	0.2002	0	44.80	44.80	19.86		124.14	
		B	0.2003	0	37.90	37.90	16.79	18.33	104.97	114.55
II	3 (4%)	A	0.2008	0	39.10	39.10	17.28		108.02	
		B	0.2000	0	40.20	40.20	17.84	17.56	111.50	109.76
II	1 (6%)	A	0.2005	0	51.20	51.20	22.67		141.66	
		B	0.2003	0	39.10	39.10	17.33	20.00	108.29	124.98
I	2 (6%)	A	0.2002	0	40.60	40.60	18.00		112.50	
		B	0.2006	0	36.50	36.50	16.15	17.08	100.94	106.72
III	3 (6%)	A	0.2004	0	36.90	36.90	16.34		102.15	
		B	0.2002	0	38.30	38.30	16.98	16.66	106.13	104.14
III	1 (8%)	A	0.2009	0	37.20	37.20	16.44		102.72	
		B	0.2008	0	41.40	41.40	18.30	17.37	114.38	108.55
II	2 (8%)	A	0.2007	0	44.10	44.10	19.50		121.90	
		B	0.2005	0	39.60	39.60	17.53	18.52	109.57	115.73
I	3 (8%)	A	0.2003	0	41.70	41.70	18.48		115.49	
		B	0.2002	0	53.50	53.50	23.72	21.10	148.25	131.87

**TABLA 26:** NITRÓGENO EN PÉRDIDAS DÉRMICAS Y CUTANEAS CUADRADO LATINO 3X3.

ETAPAS	LLAMA 1	LLAMA 2	LLAMA 3
I	4% 18.04	6% 17.08	8% 21.10
II	6% 20.00	8% 18.52	4% 17.56
III	8% 17.37	4% 18.33	6% 16.66

TRATAM.	MEZCLA 4%	MEZCLA 6%	MEZCLA 8%
PROMEDIO.	17.67	17.91	18.20

**ANALISIS ESTADÍSTICO.****TABLA 27:** CONSUMO DE MATERIA SECA (g/d) EN EL EXPERIMENTO DE METABOLISMO A DIFERENTES NIVELES DE PROTEINA TOTAL. DISEÑO CUADRADO LATINO 3X3.

FILAS	COLUMNAS (N° DE LLAMA)						TOTAL
		LLAMA 1		LLAMA 2		LLAMA 3	FILAS
ETAPA I	4%	1511.19	6%	1628.82	8%	1365.29	4505.3
ETAPA II	6%	1598.61	8%	1656.61	4%	1375.53	4630.75
ETAPA III	8%	1596.32	4%	1603.26	6%	1381.63	4581.21
T. COLUM.		4706.12		4888.69		4122.45	13717.26

**TABLA 28:** ANALISIS DE VARIANZA PARA EL CONSUMO DE MATERIA SECA (g/d). A DIFERENTES NIVELES DE PROTEINA.

F DE V	GL	SC	CM	Fcal.	Ftab 0.05	Ftab 0.01	sign.
FILAS (ETAPAS)	2	2661.58247	1330.79123	5.89597807	19	99	ns
COLUMNAS (LLAMAS)	2	106791.801	53395.9006	236.566827	19	99	sig.
TRATAMIENTOS (NIVELES)	2	3412.16107	1706.08053	7.55867123	19	99	ns
ERROR (OBSERVACIONES)	2	451.4234	225.7117				
TOTAL	8	113316.968					

**TABLA 29:** DIGESTIBILIDAD DE LA MATERIA SECA (%), EN EL EXPERIMENTO DE METABOLISMO. DISEÑO CUADRADO LATINO.

FILAS	COLUMNAS (N° DE LLAMA)						TOTAL
		LLAMA 1		LLAMA 2		LLAMA 3	FILAS
ETAPA I	4%	57.63	6%	59.35	8%	55.8	172.78
ETAPA II	6%	61.37	8%	64.26	4%	56.54	182.17
ETAPA III	8%	63.95	4%	62.93	6%	58.65	185.53
T. COLUM.		182.95		186.54		170.99	540.48

**TABLA 30:** ANALISIS DE VARIANZA DE DIGESTIBILIDAD DE LA MATERIA SECA (%) EN EL EXPERIMENTO DE METABOLISMO. DISEÑO CUADRADO LATINO 3X3.

F DE V	GL	SC	CM	Fcal.	Ftab 0.05	Ftab 0.01	sign.
FILAS (ETAPAS)	2	29.1138	14.5569	348.807508	19	99	sig.
COLUMNAS (LLAMAS)	2	44.1924667	22.0962333	529.46246	19	99	sig.
TRATAMIENTOS (NIVELES)	2	8.27006667	4.13503333	99.0822684	19	99	sig.
ERROR (OBSERVACIONES)	2	0.08346667	0.04173333				
TOTAL	8	81.6598					

**TABLA 31:** NITRÓGENO INGERIDO (g/d), EN EL EXPERIMENTO A DIFERENTES NIVELES DE PROTEINA. DISEÑO CUADRADO LATINO.

FILAS	COLUMNAS (N° DE LLAMA)						TOTAL
		LLAMA 1		LLAMA 2		LLAMA 3	FILAS
ETAPA I	4%	9.67	6%	15.64	8%	17.48	42.79
ETAPA II	6%	15.35	8%	21.2	4%	8.8	45.35
ETAPA III	8%	20.43	4%	10.26	6%	13.26	43.95
T. COLUM.		45.45		47.1		39.54	132.09

**TABLA 32:** ANALISIS DE VARIANZA PARA EL NITRÓGENO INGERIDO (g/d), EN EL EXPERIMENTO A DIFERENTES NIVELES DE PROTEINA. DISEÑO CUADRADO LATINO 3X3.

F DE V	GL	SC	CM	Fcal.	Ftab 0.05	Ftab 0.01	sign.
FILAS (ETAPAS)	2	1.09546667	0.54773333	2.05502751	19	99	ns
COLUMNAS (LLAMAS)	2	10.5338	5.2669	19.7607554	19	99	sig.
TRATAMIENTOS (NIVELES)	2	153.848267	76.9241333	288.609805	19	99	sig.
ERROR (OBSERVACIONES)	2	0.53306667	0.26653333				
TOTAL	8	166.0106					

**TABLA 33:** DIGESTIBILIDAD REAL DEL NITRÓGENO INGERIDO (%), EN EL EXPERIMENTO A DIFERENTES NIVELES DE PROTEINA. DISEÑO CUADRADO LATINO.

FILAS	COLUMNAS (N° DE LLAMA)						TOTAL
		LLAMA 1		LLAMA 2		LLAMA 3	FILAS
ETAPA I	4%	80.48	6%	84.16	8%	84.09	248.73
ETAPA II	6%	88.64	8%	89.87	4%	97.83	276.34
ETAPA III	8%	91.12	4%	88.63	6%	91.91	271.66
T. COLUM.		260.24		262.66		273.83	796.73

**TABLA 34:** ANALISIS DE VARIANZA PARA LA DIGESTIBILIDAD REAL DEL NITRÓGENO INGERIDO (g/d), EN EL EXPERIMENTO A DIFERENTES NIVELES DE PROTEINA. DISEÑO CUADRADO LATINO 3X3.

F DE V	GL	SC	CM	Fcal.	Ftab 0.05	Ftab 0.01	sign.
FILAS (ETAPAS)	2	145.555489	72.7777444	5.10531928	19	99	ns
COLUMNAS (LLAMAS)	2	35.0348222	17.5174111	1.22883688	19	99	ns
TRATAMIENTOS (NIVELES)	2	0.95215556	0.47607778	0.0333966	19	99	ns
ERROR (OBSERVACIONES)	2	28.5105556	14.2552778				
TOTAL	8	210.053022					

**TABLA 35:** BALANCE DE NITRÓGENO REAL (g/d), EN EL EXPERIMENTO A DIFERENTES NIVELES DE PROTEINA. DISEÑO CUADRADO LATINO.

	COLUMNAS (N° DE LLAMA)						TOTAL
		LLAMA 1		LLAMA 2		LLAMA 3	FILAS
ETAPA I	4%	10.01	6%	16.85	8%	18.53	45.39
ETAPA II	6%	16.12	8%	26.32	4%	10.61	53.05
ETAPA III	8%	21.69	4%	10.82	6%	22.18	54.69
T. COLUM.		47.82		53.99		51.32	153.13

**TABLA 36:** ANALISIS DE VARIANZA PARA EL BALANCE DE NITRÓGENO REAL (g/d), EN EL EXPERIMENTO A DIFERENTES NIVELES DE PROTEINA. DISEÑO CUADRADO LATINO 3X3

F DE V	GL	SC	CM	Fcal.	Ftab 0.05	Ftab 0.01	sign.
FILAS (ETAPAS)	2	16.428	8.214	0.545	19.00	99.00	ns
COLUMNAS (LLAMAS)	2	6.383	3.192	0.212	19.00	99.00	ns
TRATAMIENTOS (NIVELES)	2	213.767	106.884	7.094	19.00	99.00	ns
ERROR (OBSERVACIONES)	2	30.133	15.066				
TOTAL	8	266.711					

**TABLA 37:** EXCRECION DE NITRÓGENO FECAL (g/d), EN EL EXPERIMENTO A DIFERENTES NIVELES DE PROTEINA. DISEÑO CUADRADO LATINO.

	COLUMNAS (N° DE LLAMA)						TOTAL
		LLAMA 1		LLAMA 2		LLAMA 3	FILAS
ETAPA I	4%	7.56	6%	8.14	8%	8.45	24.15
ETAPA II	6%	7.41	8%	7.82	4%	5.86	21.09
ETAPA III	8%	7.48	4%	6.84	6%	6.74	21.06
T. COLUM.		22.45		22.80		21.05	66.30

**TABLA 38:** ANALISIS DE VARIANZA PARA LA EXCRECION DE NITRÓGENO FECAL (g/d), EN EL EXPERIMENTO A DIFERENTES NIVELES DE PROTEINA. DISEÑO CUADRADO LATINO 3X3.

F DE V	GL	SC	CM	Fcal.	Ftab 0.05	Ftab 0.01	sign.
FILAS (ETAPAS)	2	2.1014	1.0507	8.46428571	19	99	ns
COLUMNAS (LLAMAS)	2	0.57166667	0.28583333	2.30263158	19	99	ns
TRATAMIENTOS (NIVELES)	2	2.04806667	1.02403333	8.24946294	19	99	ns
ERROR (OBSERVACIONES)	2	0.24826667	0.12413333				
TOTAL	8	4.9694					



**TABLA 39:** EXCRECION DE NITRÓGENO EN ORINA (g/d), EN EL EXPERIMENTO A DIFERENTES NIVELES DE PROTEINA. DISEÑO CUADRADO LATINO.

	COLUMNAS (N° DE LLAMA)						TOTAL
	LLAMA 1		LLAMA 2		LLAMA 3		FILAS
ETAPA I	4%	3.06	6%	4.53	8%	4.62	12.21
ETAPA II	6%	3.29	8%	8.1	4%	2.84	14.23
ETAPA III	8%	3.84	4%	2.51	6%	10.7	17.05
T. COLUM.		10.19		15.14		18.16	43.49

**TABLA 40:** ANALISIS DE VARIANZA PARA LA EXCRECION DE NITRÓGENO EN ORINA (g/d), EN EL EXPERIMENTO A DIFERENTES NIVELES DE PROTEINA. DISEÑO CUADRADO LATINO 3X3.

F DE V	GL	SC	CM	Fcal.	Ftab 0.05	Ftab 0.01	sign.
FILAS (ETAPAS)	2	3.93982222	1.96991111	0.14477532	19	99	ns
COLUMNAS (LLAMAS)	2	10.7937556	5.39687778	0.3966345	19	99	ns
TRATAMIENTOS (NIVELES)	2	19.1640222	9.58201111	0.70421386	19	99	ns
ERROR (OBSERVACIONES)	2	27.2133556	13.6066778				
TOTAL	8	61.1109556					

**TABLA 41:** EXCRECION DE NITRÓGENO EN DESCAMACIONES DERMICAS (g/d), EN EL EXPERIMENTO A DIFERENTES NIVELES DE PROTEINA. DISEÑO CUADRADO LATINO.

	COLUMNAS (N° DE LLAMA)						TOTAL
	LLAMA 1		LLAMA 2		LLAMA 3		FILAS
ETAPA I	4%	0.06	6%	0.04	8%	0.1	0.2
ETAPA II	6%	0.11	8%	0.06	4%	0.05	0.22
ETAPA III	8%	0.12	4%	0.11	6%	0.18	0.41
T. COLUM.		0.29		0.21		0.33	0.83

**TABLA 42:** ANALISIS DE VARIANZA PARA LA EXCRECION DE NITRÓGENO EN DESCAMACIONES DERMICAS (g/d), EN EL EXPERIMENTO A DIFERENTES NIVELES DE PROTEINA. DISEÑO CUADRADO LATINO 3X3.

F DE V	GL	SC	CM	Fcal.	Ftab 0.05	Ftab 0.01	sign.
FILAS (ETAPAS)	2	0.00895556	0.00447778	3.91262136	19	99	ns
COLUMNAS (LLAMAS)	2	0.00248889	0.00124444	1.08737864	19	99	ns
TRATAMIENTOS (NIVELES)	2	0.00202222	0.00101111	0.88349515	19	99	ns
ERROR (OBSERVACIONES)	2	0.00228889	0.00114444				
TOTAL	8	0.01575556					

**TABLA 43:** ANALISIS DE VARIANCA DE LA REGRESIÓN LINEAL DE PERDIDAS DE NITRÓGENO FECAL EN LLAMAS.

RESUMEN.

<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coeficiente de correlación múltiple	0.9999212
Coeficiente de determinación R <sup>2</sup>	0.9998425
R <sup>2</sup> ajustado	0.999685
Error típico	0.0005325
Observaciones	3

ANALISIS DE VARIANZA.

	G.L.	SC	CM	F	Valor crítico de F
Regresión	1	0.001799716	0.001799716	6348	0.007989854
Residuos	1	2.83509E-07	2.83509E-07		
Total	2	0.0018			

	Coeficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%	Inferior 95.0%	Superior 95.0%
Intercepción	0.392997895	0.00113442	346.431211	0.00183765	0.37858374	0.40741205	0.378583744	0.407412046
Variable X 1	0.00592792	7.4402E-05	79.6743371	0.00798985	0.00498255	0.00687329	0.004982554	0.006873285

**TABLA 44:** ANALISIS DE VARIANCA DE LA REGRESIÓN LINEAL DE PÉRDIDAS DE NITRÓGENO URINARIO EN LLAMAS.

RESUMEN.

<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coeficiente de correlación múltiple	0.7629166
Coeficiente de determinación R <sup>2</sup>	0.5820417
R <sup>2</sup> ajustado	0.1640833
Error típico	0.0551181
Observaciones	3

ANALISIS DE VARIANZA.

	G.L.	SC	CM	F	Valor crítico de F
Regresión	1	0.004230667	0.004230667	1.39258303	0.447533399
Residuos	1	0.003038	0.003038		
Total	2	0.007268667			

	Coeficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%	Inferior 95.0%	Superior 95.0%
Intercepción	0.035940613	0.1174312	0.30605677	0.81092128	-1.45616423	1.52804546	-1.45616423	1.528045457
Variable X 1	0.009088761	0.00770183	1.18007755	0.4475334	-0.08877232	0.10694984	-0.088772317	0.10694984

**TABLA 45:** ANALISIS DE VARIANCA DE LA REGRESIÓN LINEAL DE PÉRDIDAS DE NITRÓGENO DÉRMICO EN LLAMAS.

RESUMEN.

<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coefficiente de correlación múltiple	0.5108293
Coefficiente de determinación R <sup>2</sup>	0.2609466
R <sup>2</sup> ajustado	-0.478107
Error típico	0.0012158
Observaciones	3

ANALISIS DE VARIANZA.

	<i>G.L.</i>	<i>SC</i>	<i>CM</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>
Regresión	1	5.21893E-07	5.21893E-07	0.35308221	0.658676812
Residuos	1	1.47811E-06	1.47811E-06		
Total	2	0.000002			

	<i>Coefficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Inferior 95%</i>	<i>Superior 95%</i>	<i>Inferior 95.0%</i>	<i>Superior 95.0%</i>
Intercepción	0.001518442	0.00259026	0.58621348	0.66245104	-0.03139387	0.03443075	-0.031393869	0.034430753
Variable X 1	0.000100946	0.00016988	0.59420721	0.65867681	-0.00205764	0.00225953	-0.002057638	0.002259531

**TABLA 46:** CONSUMO DE MATERIA SECA Y PESO VIVO EN LLAMAS POR DIETAS.

VARIABLES	4% PT	6% PT	8% PT
<b>MATERIA SECA CONSUMIDA</b>			
Materia seca (MS) ofrecida, g/d	1571.36	1562.13	1556.53
Materia seca rechazada, g/d	74.70	25.78	17.12
Materia seca consumida, g/d	1496.66	1536.35	1539.41
Materia seca consumida, g/WKg <sup>0.75</sup>	54.07	53.60	53.67
<b>PESO VIVO DE LLAMAS</b>			
Peso promedio inicial, Kg	88	87.6	87.4
Peso promedio final, Kg	83.733	87.733	87.8
Peso Metabolico, W Kg <sup>0.75</sup>	27.68	28.666	28.683
Peso Metabolico, W Kg <sup>0.73</sup>	25.335	26.213	26.227
Ganancia de peso, g/d	-0.038	0.019	0.057
Ganancia de peso, g/WKg <sup>0.75</sup>	-0.001	0.001	0.002

**TABLA 47: CONSUMO DE NITRÓGENO Y PROTEINA EN LLAMAS.**

Nitrógeno consumido, (NC)	4% PT	6% PT	8% PT
Nitrógeno ofrecido, g/d	10.06	15	19.92
Nitrógeno residual, g/d	0.48	0.25	0.22
Nitrógeno consumido g/d	9.58	14.75	19.7
Nitrógeno consumido g/WKg <sup>0.75</sup>	0.346	0.515	0.687
Proteína ofrecida, g/d	62.875	93.75	124.5
Proteína residual, g/d	3	1.563	1.375
Proteína consumida, g/d	59.875	92.187	123.125
Proteína consumida g/WKg <sup>0.75</sup>	2.163	3.216	4.293

**TABLA 48: NITRÓGENO DIGESTIBLE Y BALANCE DE NITRÓGENO DE LAS DIETAS EN LLAMAS.**

VARIABLE	4% PT	6% PT	8% PT
Nitrógeno consumido, g/d	9.58	14.75	19.7
nitrógeno fecal, g/d	6.75	7.43	7.92
Nitrógeno urinario, g/d	2.8	6.17	5.52
Nitrógeno dermico, g/d	0.07	0.11	0.1
Nitrógeno digestible aparente, g/d	2.83	7.32	11.79
Nitrógeno digestible aparente, %	29.57	49.6	59.39
Nitrógeno digestible aparen, g/WKg <sup>0.75</sup>	0.102	0.255	0.411
Nitrógeno digestible real, g/d	8.50	12.98	17.46
Nitrógeno digestible real, %	88.89	88.24	88.36
Nitrógeno digestible real, g/WKg <sup>0.75</sup>	0.30	0.45	0.61
Balance de nitrógeno aparente, g/d	-0.05	1.04	6.17
Balance de nitrógeno real, g/d	10.48	18.38	22.18
Balance de nitrógeno real, g/WKg <sup>0.75</sup>	0.37	0.64	0.77

**TABLA 49: NITRÓGENO DIGESTIBLE Y BALANCE DE NITRÓGENO DE LAS DIETAS EN LLAMAS.**

VARIABLE	4%	6%	8%
Nitrógeno consumido, g/d	9.58	14.75	19.7
nitrógeno fecal, g/d	6.75	7.43	7.92
Nitrógeno urinario, g/d	2.8	6.17	5.52
Nitrógeno dermico, g/d	0.07	0.11	0.1
Nitrógeno digestible aparente, g/d	2.83	7.32	11.79
Nitrógeno digestible aparente, %	29.57	49.6	59.39
Nitrógeno digestible aparen, g/WKg <sup>0.75</sup>	0.102	0.255	0.411
Nitrógeno digestible real, g/d	8.50	12.98	17.46
Nitrógeno digestible real, %	88.89 <sup>a</sup>	88.24 <sup>a</sup>	88.36 <sup>a</sup>
Nitrógeno digestible real, g/WKg <sup>0.75</sup>	0.30	0.45	0.61
Balance de nitrógeno aparente, g/d	-0.05	1.04	6.17
Balance de nitrógeno real, g/d	10.48 <sup>a</sup>	18.38 <sup>a</sup>	22.18 <sup>a</sup>
Balance de nitrógeno real, g/WKg <sup>0.75</sup>	0.37	0.64	0.77