

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



**DETERMINACIÓN DE NITRÓGENO ENDÓGENO TOTAL: METABÓLICO
FECAL, URINARIO Y DÉRMICO EN ALPACAS (*Vicugna pacos*) HEMBRAS
DE TRES AÑOS DE EDAD**

TESIS

PRESENTADA POR:

Bach. KATHY EVANS CONDORI MAMANI

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 de nitrógeno endógeno total: metabólico fecal, urinario y dérmico en
alpacas (*Vicugna pacos*) hembras de tres años de edad

PRESENTADA POR:

Bach. KATHY EVANS CONDORI MAMANI



PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

MÉDICO VETERINARIO Y ZOOTECNISTA

APROBADA POR:

PRESIDENTE

:



Dr. MARTHA NANCY TAPIA INFANTES

PRIMER MIEMBRO

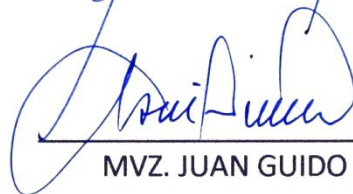
:



MVZ. ROLANDO G. ALENCASTRE DELGADO

SEGUNDO MIEMBRO

:



MVZ. JUAN GUIDO MEDINA SUCA

DIRECTOR / ASESOR

:



Ph. D. JOSÉ LUIS BAUTISTA PAMPA

Área : Nutrición animal

Tema : Bioquímica de alpacas

DEDICATORIA

Esta tesis se la dedico a Dios que ha estado siempre conmigo guiándome por el buen camino, quien me ha dado fuerzas para seguir adelante y por haberme permitido culminar una etapa más de mi vida.

Dedico con todo mi amor a mis queridos padres

Isidro Condori Mamani

Seferina Mamani Coqueña

por brindarme su apoyo incondicional, que sin escatimar esfuerzo y con gran paciencia me impulsaron a seguir siempre adelante, por sus buenos consejos, por su comprensión, por el infinito amor, por ayudarme y acompañarme siempre en los momentos más difíciles.

A mis queridos hermanos

Efrain Jesús

William Ismael

que son para mi ejemplo de superación.

Gracias por su cariño y apoyo para poderme realizar como profesional.

Kathy Evans Condori Mamani.

AGRADECIMIENTOS

Mi más profundo agradecimiento a las personas que me ayudaron en la realización de este trabajo.

Agradezco a mi director de tesis Ph. D. JOSÉ LUIS BAUTISTA PAMPA, por su invaluable ayuda y apoyo brindado durante toda la realización de este trabajo y haber confiado en mi persona.

A mis jurados Dr. Martha Nancy Tapia Infantes, MVZ. Rolando G. Alencastre Delgado, MVZ. Juan Guido Medina Suca; gracias por el tiempo prestado para la revisión de este trabajo de investigación.

A mis docentes de la gloriosa Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, que con sus conocimientos contribuyeron en mi formación profesional.

A la Universidad Nacional del Altiplano, mi alma mater.

Al CIP – LA RAYA, a su director MVZ. Juan Guido Medina Suca y a todo el personal que labora, por las facilidades brindadas durante el desarrollo de la fase de campo para poder ejecutar mi proyecto de investigación científica.

Finalmente agradezco especialmente a todos los compañeros y maestros que me brindaron sus conocimientos y su amistad durante todo el proceso de mi formación profesional y realización de tesis. A todos ellos **GRACIAS**.

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	3
AGRADECIMIENTOS	4
ÍNDICE DE FIGURAS.....	8
ÍNDICE DE TABLAS.....	9
RESUMEN	15
ABSTRACT	16
I. INTRODUCCIÓN.....	17
1.1. OBJETIVOS:.....	18
1.1.1. Objetivo general.....	18
1.1.2. Objetivos específicos	18
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	19
2.1. PROTEÍNA Y DIGESTIÓN DE PROTEÍNA	19
2.1.1. Las proteínas	19
2.1.2. Digestión de proteína	20
2.2. BALANCE DE NITRÓGENO	22
2.2.1. Determinación de nitrógeno.....	23
2.3. DIGESTIBILIDAD DE NITRÓGENO	25
2.4. PÉRDIDAS DE NITRÓGENO ENDÓGENO TOTALES	26
2.4.1. Nitrógeno Metabólico Fecal (NMF)	26
2.4.2. Nitrógeno endógeno urinario (NEU).....	28

2.4.3. Nitrógeno endógeno dérmico (NED).....	31
2.5. COMPOSICIÓN QUÍMICA DE FORRAJES.....	33
2.5.1. Paja de cebada	33
2.5.2. Heno de avena.....	34
2.5.3. Paja de Ichu	35
2.5.4. Heno de alfalfa	36
3.1. LUGAR.....	38
3.2. INSTALACIONES.....	38
3.3. ANIMALES	39
3.4. FORRAJES E INSUMOS ALIMENTICIOS.....	39
3.5. DIETAS	40
3.6. MATERIAL EXPERIMENTAL	41
3.6.1. Materiales de campo	41
3.6.3. Materiales de laboratorio	41
3.6.4. Equipos	41
3.6.4. Reactivos	42
3.7.1. Periodo de acostumbramiento.....	43
3.7.2. Periodo experimental.....	43
3.7.3. Determinación de Digestibilidad de nitrógeno	44
3.7.4. Determinación de Balance de Nitrógeno	44
3.7.5. Determinación de la pérdida total de nitrógeno.....	46
3.7.6. Variables de medida.....	48

3.7.7. Análisis estadístico	49
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	51
4.1. CONSUMO DE MATERIA SECA (CMS)	51
4.2. CONSUMO DE NITRÓGENO	52
4.3. GANANCIA DE PESO VIVO	54
4.4. DIGESTIBILIDAD DE NITRÓGENO	54
4.5. BALANCE DE NITRÓGENO EN ALPACAS	56
4.6. NITRÓGENO METABÓLICO FECAL	57
4.7. NITRÓGENO ENDÓGENO URINARIO	59
4.8. NITRÓGENO ENDÓGENO DÉRMICO	62
V. CONCLUSIONES	65
VI. RECOMENDACIONES	66
VII. REFERENCIAS	67
ANEXO	73

ÍNDICE DE FIGURAS

GRÁFICO 1. REGRESIÓN LINEAL DE PERDIDAS DE NITRÓGENO FECAL SOBRE EL NIVEL DE NITRÓGENO CONSUMIDO EN ALPACAS HEMBRAS	58
GRAFICO 2. REGRESIÓN LINEAL DE LA PÉRDIDA DE NITRÓGENO URINARIO SOBRE EL NIVEL DE NITRÓGENO CONSUMIDO EN ALPACAS HEMBRAS	60
GRAFICO 3. REGRESIÓN LINEAL DE LA PÉRDIDA DE NITRÓGENO DÉRMICO SOBRE EL NIVEL DE NITRÓGENO CONSUMIDO EN ALPACAS HEMBRAS	63

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. COMPOSICIÓN QUÍMICA DE PAJA DE CEBADA, ICHU Y HENO DE ALFALFA (100% MS)	37
TABLA 2. COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LOS ALIMENTOS <i>Stipa ichu</i> , <i>Avena sativa</i> , <i>Medicago sativa</i> (100% DE MATERIA SECA)	39
TABLA 3. CONTENIDO DE NUTRIENTES EN LAS DIETAS EXPERIMENTALES	40
TABLA 4. CONSUMO DE MATERIA SECA Y PESO VIVO EN ALPACAS HEMBRAS	51
TABLA 5 . CONSUMO DE NITRÓGENO Y PROTEÍNA EN ALPACAS HEMBRAS	53
TABLA 6. DIGESTIBILIDAD Y BALANCE DE NITRÓGENO DE LAS DIETAS EN ALPACAS HEMBRAS	55
TABLA 7. NITRÓGENO METABÓLICO FECAL (NMF) EN ALPACAS HEMBRAS	58
TABLA 8 . NITRÓGENO ENDÓGENO URINARIO (NEU) EN ALPACAS HEMBRAS	60
TABLA 9. NITRÓGENO ENDÓGENO DÉRMICO (NED) EN ALPACAS HEMBRAS	63
TABLA 10. COMPOSICIÓN QUÍMICA Y ENERGÍA BRUTA DE LOS ALIMENTOS AL 100% DE MS	76
TABLA 11. CONTENIDO DE NUTRIENTES EN LAS DIETAS EXPERIMENTALES	76
TABLA 12. COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL SUPLEMENTO MINERAL Y VITAMINICO (SUPLAMIN DIFOS)	76

TABLA 13. CONSUMO DE MATERIA SECA (CMS) EN ALPACAS HEMBRAS	77
TABLA 14. PORCENTAJE DE MATERIA SECA FECAL (7 DIAS) EN ALPACAS HEMBRAS	78
TABLA 15. EXCRECIÓN DE MATERIA SECA FECAL EN ALPACAS HEMBRAS	78
TABLA 16. DIGESTIBILIDAD DE MATERIA SECA (DMS, %) DE LA MEZCLA DE ALIMENTO	79
TABLA 17. ROTACIÓN DE LOS TRATAMIENTOS EN EL EXPERIMENTO DE DIGESTIBILIDAD. DISEÑO CUADRADO LATINO 3X3	79
TABLA 18. COLECCIÓN DE ORINA, EN EL EXPERIMENTO DE METABOLISMO EN ml/d	80
TABLA 19. COLECCIÓN DE PÉRDIDAS DÉRMICAS EN EL EXPERIMENTO, g/d	81
TABLA 20. ROTACIÓN DE TRATAMIENTOS EN EL EXPERIMENTO DE DIGESTIBILIDAD DE PÉRDIDAS DÉRMICAS, g/d	82
TABLA 21. NITRÓGENO DIGESTIVO Y METABOLIZABLE DE LA MEZCLA DE ALIMENTOS A DIFERENTES NIVELES DE PROTEINAS EN EL EXPERIMENTO EN ALPACAS HEMBRAS	82
TABLA 22. REGISTRO DE PESO VIVO EN ALPACAS HEMBRAS	83
TABLA 23. PESO VIVO, CONSUMO Y PERDIDAS DE NITRÓGENO EN ALPACAS HEMBRAS	84
TABLA 24. CONTENIDO DE NITRÓGENO EN HECES EN EL EXPERIMENTO	85
TABLA 25. NITRÓGENO EN HECES. DISEÑO CUADRADO LATINO 3 X 3	85

TABLA 26. CONTENIDO DE NITRÓGENO EN ORINA EN EL EXPERIMENTO	86
TABLA 27. NITRÓGENO EN ORINA. DISEÑO CUADRADO LATINO 3 X 3	86
TABLA 28. CONTENIDO DE NITRÓGENO EN PÉRDIDAS CUTÁNEAS EN EL EXPERIMENTO	87
TABLA 29. NITRÓGENO EN PÉRDIDAS CUTÁNEAS. DISEÑO CUADRADO LATINO 3 X 3.....	87
TABLA 30. CONSUMO DE MATERIA SECA (g/d) A DIFERENTES NIVELES DE PROTEINA TOTAL DISEÑO CUADRADO LATINO 3X3	88
TABLA 31. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EL CONSUMO DE MATERIA SECA (g/d), A DIFERENTES NIVELES DE PROTEINA TOTAL...	88
TABLA 32. DIGESTIBILIDAD DE MATERIA SECA (%), A DIFERENTES NIVELES DE PROTEINA TOTAL DISEÑO CUADRADO LATINO 3X3.....	88
TABLA 33. ANÁLISIS DE VARIANZA DE DIGESTIBILIDAD DE MATERIA SECA (%) A DIFERENTES NIVELES DE PROTEINA TOTAL	88
TABLA 34. NITRÓGENO INGERIDO (g/d) A DIFERENTES NIVELES DE PROTEINA TOTAL DISEÑO CUADRADO LATINO 3X3	89
TABLA 35. ANÁLISIS DE VARIANZA DE NITRÓGENO INGERIDO (g/d) A DIFERENTES NIVELES DE PROTEINA TOTAL.....	89
TABLA 36. DIGESTIBILIDAD DE NITRÓGENO INGERIDO (%) A DIFERENTES NIVELES DE PROTEINA TOTAL DISEÑO CUADRADO LATINO 3X3.....	89

TABLA 37. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA DIGESTIBILIDAD DE NITRÓGENO INGERIDO (g/d) A DIFERENTES NIVELES DE PROTEINA TOTAL DISEÑO CUADRADO LATINO 3X3.....	89
TABLA 38. EXCRECIÓN DE NITRÓGENO FECAL (g/d) A DIFERENTES NIVELES DE PROTEINA TOTAL DISEÑO CUADRADO LATINO 3X3.....	90
TABLA 39. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA EXCRECIÓN DE NITRÓGENO FECAL (g/d) A DIFERENTES NIVELES DE PROTEINA TOTAL DISEÑO CUADRADO LATINO 3X3	90
TABLA 40. EXCRECIÓN DE NITRÓGENO EN ORINA (g/d) A DIFERENTES NIVELES DE PROTEINA TOTAL DISEÑO CUADRADO LATINO 3X3.....	90
TABLA 41. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA EXCRECIÓN DE NITRÓGENO EN ORINA (g/d) A DIFERENTES NIVELES DE PROTEINA TOTAL DISEÑO CUADRADO LATINO 3X3	90
TABLA 42. EXCRECIÓN DE NITRÓGENO EN PÉRDIDAS DÉRMICAS (g/d) A DIFERENTES NIVELES DE PROTEINA TOTAL DISEÑO CUADRADO LATINO 3X3.....	91
TABLA 43. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA EXCRECIÓN DE NITRÓGENO EN PERDIDAS DÉRMICAS (g/d) A DIFERENTES NIVELES DE PROTEINA TOTAL DISEÑO CUADRADO LATINO 3X3.....	91
TABLA 44. ANÁLISIS DE REGRESIÓN DE PÉRDIDAS DE NITRÓGENO FECAL EN ALPACAS HEMBRAS.....	91

TABLA 45. ANÁLISIS DE REGRESIÓN DE PÉRDIDAS DE NITRÓGENO URINARIO EN ALPACAS HEMBRAS	91
TABLA 46. ANÁLISIS DE REGRESIÓN DE PÉRDIDAS DE NITRÓGENO DÉRMICO EN ALPACAS HEMBRAS.....	92

ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

- MS= Materia seca
- PT= Proteína total
- EB= Energía bruta
- EM= Energía metabolizable.
- BN = Balance de nitrógeno
- NI = Nitrógeno ingerido
- NF = Nitrógeno fecal
- NU = Nitrógeno urinario
- ND = Nitrógeno dérmico
- CMS = Consumo de materia seca
- CN = Consumo de nitrógeno
- ND = Nitrógeno digestible
- NMF = Nitrógeno metabólico fecal
- NEU = Nitrógeno endógeno urinario
- NED = Nitrógeno Endógeno dérmico

RESUMEN

Un trabajo de investigación fue realizado con el objetivo de determinar las pérdidas totales de nitrógeno endógeno mediante la determinación del consumo de materia seca (CMS), nitrógeno metabólico fecal (NMF), nitrógeno endógeno urinario (NEU) y nitrógeno endógeno dérmico (NED) de alpacas en el CIP La Raya de la UNA – Puno. La digestibilidad se realizó en jaulas metabólicas y el balance de nitrógeno fue determinado en base a tres dietas (4, 6 y 8 % de proteína total, PT) que contenían paja de avena, ichu, heno de alfalfa y minerales-vitaminas. Se utilizó tres alpacas hembras vacías de 3 años de edad en tres etapas distribuidas en un Diseño Cuadrado Latino 3x3. El suministro de dietas fue en dos periodos por etapa, siete días de acostumbamiento y siete días de colección, para medir CMS, excreción de N en heces, orina y pérdidas dérmicas. El NMF fue determinado por regresión lineal (RL) entre el Nitrógeno consumido (NC) g/d (X) y el nitrógeno fecal (NF) g/Kg $W^{0.75}$ (Y), mientras que el NEU se determinó por RL entre el NC g/d (X) y el nitrógeno urinario (NU) g/kg $W^{0.75}$ (Y), finalmente el NED g/Kg $W^{0.75}$ se determinó por RL, entre el NC g/d (X) y el nitrógeno dérmico g/kg $W^{0.75}$ (Y). El cálculo del NMF, NEU y NED fue por extrapolación a cero (X=0) de NC g/d en las tres ecuaciones de RL. El CMS fue 39.469, 39.251 y 39.080 g/kg $W^{0.75}$ para las dietas 4, 6 y 8% PT, respectivamente. El NMF fue 0.125g/Kg $W^{0.75}$ (125 mg/Kg $W^{0.75}$), el NEU fue 0.102 g/kg $W^{0.75}$ /d (102 mg/kg $W^{0.75}$) y el NED fue 0.0003 g/kg $W^{0.75}$ (0.3 mg/kg $W^{0.75}$) en promedio para las tres alpacas. En conclusión, la pérdida total de nitrógeno endógeno fue 0.2273 g /kg $W^{0.75}$ /d (227.3 mg/kg $W^{0.75}$).

Palabras clave: Alpaca, nitrógeno endógeno, nitrógeno urinario, nitrógeno fecal.

ABSTRACT

A research was carried out to determine the total losses of endogenous nitrogen by determining the dry matter intake (DMI), fecal metabolic nitrogen (FMN), endogenous urinary nitrogen (EUN) and endogenous dermal nitrogen (EDN) from alpacas in the CIP La Raya of UNA - Puno. The digestibility was performed in metabolic cages and the nitrogen balance was determined based on three diets (4, 6 and 8% total protein, TP) containing oat straw, ichu, alfalfa hay and mineral-vitamins. Three female alpacas were three years old and were used in three times distributed in 3x3 Latin Square Design. The diets were administered in two periods per stage, seven days of accrual and seven days of collection, to measure DMI, excretion of N in feces, urine and dermal losses. The FMN was determined by linear regression (LR) between consumed nitrogen (CN) g / d (X) and fecal nitrogen (FN) g / kg $W^{0.75}$ (Y), while the EUN was determined by LR between CN g / d (X) and urinary nitrogen (UN) g / kg $W^{0.75}$ (Y), finally the EDN g / kg $W^{0.75}$ was determined by LR, between CN g / d (X) and dermal nitrogen g / kg $W^{0.75}$ (Y). The calculation of the FMN, EUN and EDN was by extrapolation to zero (X = 0) of CN g / d in the three LR equations. The DMI was 39,469, 39,251 and 39,080 g / kg $W^{0.75}$ for diets 4, 6 and 8% PT, respectively. The FMN was 0.125g / kg $W^{0.75}$ (125 mg / kg $W^{0.75}$), the EUN was 0.102 g / kg $W^{0.75}$ / d (102 mg / kg $W^{0.75}$) and the EDN was 0.0003 g / kg $W^{0.75}$ (0.3 mg / kg $W^{0.75}$) on average in three alpacas. In conclusion, the total loss of endogenous nitrogen was 0.2273 g / kg $W^{0.75}$ / d (227.3 mg / kg $W^{0.75}$).

Key words: Alpaca, endogenous nitrogen, urinary nitrogen, fecal nitrogen.

I. INTRODUCCIÓN

Actualmente existe escasos trabajos en camélidos sudamericanos sobre la determinación de requerimientos nutricionales tanto de proteína, como de energía que son fundamentales para una adecuada alimentación del animal.

A la fecha existe cierta información sobre requerimientos nutricionales, muchos de ellos determinados en base a estimaciones, usando métodos factoriales; así como el trabajo de Van Saun (2006), estimó los requerimientos nutricionales para camélidos sudamericanos (sin distinguir si es para alpacas o llamas), los mismos que fueron aceptados, recalculados y publicados por la NRC (2007), para lo cual utilizaron datos de las pérdidas totales de nitrógeno e ovinos, caprinos y bovinos.

Para la determinación de los requerimientos de proteína según Bondi y Drori (1989), se requiere previamente conocer las proteínas totales de nitrógeno del animal como nitrógeno metabólico fecal (NMF), nitrógeno endógeno urinario (NEU) y nitrógeno endógeno dérmico (NED) sobre la base siguiente: para los rumiantes el nitrógeno metabólico fecal es por término medio 0.5 – 0.6 g/100 g de materia seca consumida, valores que equivalen aproximadamente al 4 % de la proteína de la ración, de modo que el coeficiente de digestibilidad aparente para la proteína son negativos para las raciones de los rumiantes que contienen menos del 4 % de PC.

Por lo cual se le está dando mayor importancia a los camélidos, como la alpaca con respecto a su alimentación cuya nutrición depende casi exclusivamente del uso de las praderas altiplánicas (“bofedales”, “pajonales” y “tolares”), donde se exponen a alturas de 4000 a 5000 m.s.n.m., la temperatura ambiente muy

variable, la radiación solar muy intensa y la presión de oxígeno muy baja (Vallenas, 1991).

Por las consideraciones mencionadas, es indispensable conocer esos valores considerando edad, sexo, raza, estado fisiológico y entre otros. Esto nos lleva a plantear la evaluación de nitrógeno, para lo cual el presente trabajo tuvo como objetivo: determinar el consumo de Materia Seca (MS), el nitrógeno metabólico fecal (NMF), nitrógeno endógeno urinario (NEU) y nitrógeno endógeno dérmico (NED) en alpacas hembras vacías de tres años de edad. En el futuro estos resultados se utilizarán para el establecimiento de los requerimientos de proteína en alpacas de esta edad y así se podrá manejar con eficacia de la alimentación y nutrición del ganado Alpacuno.

1.1. OBJETIVOS:

1.1.1. Objetivo general

- ❖ Evaluar las pérdidas totales de nitrógeno endógeno: metabólico fecal, urinario y dérmico en alpacas (*Vicugna pacos*) hembras de tres años.

1.1.2. Objetivos específicos

- ❖ Determinar el consumo de materia seca con dietas 4, 6 Y 8 % de proteína total/etapas/ animales en alpacas hembras vacías de tres años de edad.
- ❖ Determinar el nitrógeno metabólico fecal.
- ❖ Determinar el nitrógeno endógeno urinario y
- ❖ Determinar el nitrógeno endógeno dérmico.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. PROTEÍNA Y DIGESTIÓN DE PROTEÍNA

2.1.1. Las proteínas

Son los principales constituyentes de los órganos y estructuras blandas del cuerpo animal, se requiere de una provisión abundante y continúa de ellas en el alimento durante toda la vida para crecimiento y recambio en los animales. Cada especie animal tiene sus proteínas específicas, que también varían en los diferentes órganos, fluidos, y otros tejidos. No hay proteínas que sean exactamente iguales en cuanto a su comportamiento fisiológico. La composición elemental de las proteínas son: carbono 51 - 55, nitrógeno 15.5 - 18, oxígeno 21.5 - 23.5, hidrógeno 6.5 - 7.3, azufre 0.5 - 2.0 y fósforo 0.0 - 1.5 % (Maynard *et al.*, 1992).

Las proteínas son compuestos químicos de gran complejidad y masa molecular elevada que contiene alrededor de 16% de nitrógeno. El nitrógeno es el componente principal que distingue las proteínas de los glúcidos y los lípidos. Puesto que hay una proporción bastante constante del nitrógeno cerca de 16% en proteína, el nitrógeno es utilizado para estimar el contenido de proteína total de un alimento y multiplicado por el factor 6.25 ($100/16 = 6.25$, indica que cada 100 g de proteína contiene 16 % de nitrógeno, estos valores varían por forraje) se obtiene el valor de la proteína cruda (Maynard *et al.*, 1992).

2.1.2. Digestión de proteína

La complejidad del proceso digestivo de los rumiantes es determinante a la hora de intentar valorar las necesidades y los aportes de proteína realmente utilizable por el organismo. Los compuestos nitrogenados presentes en los alimentos (proteína verdadera y compuestos nitrogenados no proteicos), son utilizados por los microorganismos del rumen para la biosíntesis de compuestos nitrogenados microbianos, principalmente proteína. Las células microbianas (mayoritariamente bacterias y protozoos), son arrastradas junto con partículas alimenticias no fermentadas y células epiteliales descamadas hacia las porciones posteriores del tracto digestivo donde ocurre digestión enzimática y absorción de los diferentes nutrientes. El conjunto de aminoácidos disponibles para su absorción en el intestino constituye la denominada proteína “metabolizable” o “absorbible” que puede ser realmente utilizada por el organismo (Mc Donald *et al.*, 1979)

En el rumiante, los aminoácidos se proporcionan a partir de dos funciones radicalmente diversas:

La primera es la alimentación ofrecida al animal. Algo de la proteína de la alimentación escapara a la fermentación del rumen y llegara al duodeno con sus aminoácidos constitutivos intactos, a esta porción de las proteínas se le denomina proteína no degradable (UDP) o la proteína de fuente y los aminoácidos constitutivos se pueden digerir y absorber a la sangre a través de la pared intestinal.

La segunda fuente de aminoácidos es la proteína contenida en los cuerpos de los microorganismos a nivel del primer y segundo compartimento (CI y CII) en alpacas o en el rumen-retículo en ovino, bovino, caprino. Esta proteína microbiana se deriva del material nitrogenado del alimento que es fermentado en el rumen (llamada proteína degradable en el rumen RDP) por los microorganismos que transforman la fracción de los glúcidos en ácidos grasos volátiles. Los productos finales del proceso de fermentación de la proteína en compuestos nitrogenados simples, sobre todo amoníaco pero también otros productos del metabolismo ruminal de la proteína tales como péptidos y aminas. El amoníaco también se produce de compuestos nitrogenados no proteicos durante la fermentación. Los microorganismos entonces utilizan el nitrógeno para formar estructuras de aminoácidos para la biosíntesis de la proteína microbiana. Estos microorganismos pasan constantemente al intestino delgado con el resto de la digesta. El animal después digiere estos microorganismos en el duodeno, y durante el proceso de la digestión se absorben los aminoácidos (Mc Donald *et al.*, 1979).

Los camélidos son capaces de digerir más frecuentemente proteínas y fibra que otros rumiantes. La eficiencia ha sido demostrada en algunos estudios de forrajes con alto contenido de fibra y bajos niveles de proteína, en otras palabras, cuando fue consumida una ración pobre; los camélidos, aparentemente digieren proteína y fibra en una tasa de eficiencia similar al ovino, debido a las características

selectivas, reducido consumo, mayor tiempo de retención de la digesta en su tracto digestivo, además de estar fisiológicamente adaptadas para sobrevivir en zonas de gran altitud, los CSA son las especies mejor adaptadas para aprovechar la escasa y fibrosa vegetación de los ecosistemas de montaña en comparación con el ovino, la alpaca selecciona más las gramíneas altas que las bajas; en pasturas cultivadas los ovinos consumen 2,6 veces más leguminosas que los CSA, esto puede explicar en parte el hecho de que en los CSA no se registran casos de timpanismo, cuando pastorean áreas con altos porcentajes de leguminosas (San Martín y Bryant, 1987; Fowler, 1998).

2.2. BALANCE DE NITRÓGENO

El metabolismo general de la proteína en el organismo puede resumirse en el balance de nitrógeno. Es la diferencia entre el nitrógeno ingerido y el nitrógeno excretado:

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

BN = Balance de nitrógeno

NI = nitrógeno ingerido

UN = nitrógeno urinario

NF = nitrógeno fecal

ND = nitrógeno dérmico.

El balance de nitrógeno puede ser positivo (la ingestión de nitrógeno supera a la excreción) como en los animales en crecimiento o gestantes, o

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

Otros estudios de balance de nitrógeno en alpacas machos de cuatro años de edad, de 68.9 Kg y 71.5Kg de peso vivo, alimentados con heno de avena (6.5% de proteína cruda) y alfalfa (21.9% de proteína cruda), respectivamente. Encontró un balance positivo para ambos casos de 3.83 y 15.83 para el heno de avena y heno de alfalfa respectivamente, Chambi, (2005) en cambio en llamas Q´aras de cuatro años de edad, alimentadas con heno de avena (6.1% de proteína cruda) y heno de alfalfa (18.3 % de proteína cruda), encontró un balance positivo para ambos casos de 6.55 y 24.8 para el heno de avena y heno de alfalfa respectivamente (Choque, 2006).

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

2.2.1. Determinación de nitrógeno

En 1983 el investigador Danes Johan Kjeldahl desarrollo el proceso básico del conocido método actual de análisis de proteínas por el

método Kjeldahl, más propiamente, para analizar nitrógeno orgánico. En esta técnica se digiere las proteínas y otros componentes orgánicos de los alimentos en una mezcla con ácido sulfúrico en presencia de catalizadores. El nitrógeno orgánico total es convertido en sulfato de amonio. La mezcla digerida se neutraliza con una base y se destila posteriormente en una solución de ácido bórico. El resultado del análisis, representa el contenido de proteína total del alimento ya que el nitrógeno también proviene de componentes no proteicos.

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

Determinación de nitrógeno y proteína total

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

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

2.3. DIGESTIBILIDAD DE NITRÓGENO

El experimento de la digestibilidad aparente de nitrógeno, consiste en la determinación de la ingestión de nitrógeno de un alimento determinado, o de una ración, suministrado a un animal y la recogida total de la excreción fecal de los alimentos, en el cual se obtiene el nitrógeno excretado correspondiente al alimento en estudio. La digestibilidad de nitrógeno se determina mediante la siguiente ecuación:

$$DN = \frac{\text{Consumo nitrógeno} - \text{excreción nitrógeno}}{\text{Consumo nitrógeno}} * 100$$

La digestibilidad aparente de los forrajes, heno de alfalfa y crespillo muestran que las llamas tienden a un grado de aprovechamiento de la proteína cruda (PC) en 680, 22 g PC/ kg de materia orgánica (MO) y 560. 04 g PC/kg de MO, respectivamente (Estrada, 2009). La digestibilidad de la PC con el heno de alfalfa, nos confirman las ventajas digestivas de los camélidos sudamericanos, en comparación al crespillo cuyas ventajas desaparecen cuando la calidad de proteína es menor.

Gening y col., (1995), al evaluar la degradabilidad en el rumen de la proteína de la paja de ichu (*Stipa ichu*) reportan valores de 58.89% para el periodo húmedo y de 12.4% para el periodo seco; y menciona además que la degradabilidad de la proteína cruda de forrajes duros en el rumen de alpacas varía entre valores negativos (ninguna utilización del nitrógeno alimentario). Parece también que los camélidos tuvieran una mayor

capacidad digestiva de la misma, aunque los datos obtenidos son menos definitivos que el caso de la degradabilidad de la materia seca.

2.4. PÉRDIDAS DE NITRÓGENO ENDÓGENO TOTALES

2.4.1. Nitrógeno Metabólico Fecal (NMF)

La proteína microbial sintetizada en el rumen, la proteína del alimento no degradada en el rumen y la proteína endógena, contribuyen al paso de proteína metabolizable al intestino delgado. Las fuentes de proteína endógena que pueden contribuir a la proteína duodenal incluyen: 1) mucoproteínas en la saliva, 2) células epiteliales del aparato respiratorio, 3) células y restos de células de la boca, esófago, retículo-rumen, omaso y abomaso, y 4) secreciones enzimáticas del tubo digestivo. Probablemente, las tres primeras fracciones son degradadas por los microorganismos ruminales y no llegan al duodeno. La contribución de las restantes fracciones al conjunto de proteína presente en duodeno es importante y se expresa en forma proporcional al consumo de materia seca. Esta fracción proteica es una pérdida parcialmente compensada porque es redigerida en intestino delgado y se incorpora al conjunto de proteína metabolizable (NRC, 2001).

El nitrógeno metabólico fecal (NMF) consta de bacterias y componentes de bacterias sintetizadas en el intestino grueso (ciego), células queratinizadas, residuos de enzimas digestivas y otros compuestos. La estimación del nitrógeno metabólico fecal (NMF), es difícil de obtener cuando se usan dietas libres de nitrógeno

(García, 1992). La cantidad de NMF suele expresarse en función de la materia seca ingerida. La cantidad de NMF es de 0.4 – 0.6 g/100g materia seca consumida en rumiantes (ovinos y vacunos) (Bondi y Drori, 1989).

Trabajos sobre las necesidades netas de proteína para mantenimiento y ganancia de peso en cabritos Saanen en crecimiento obtuvieron las pérdidas NMF de 211 mg/kg $W^{0.75}$ /día, correspondiendo a las necesidades netas de proteína de 1,32 g/Kg $W^{0.75}$ de N. Los valores de las necesidades para proteína metabolizable, digestible y cruda para mantenimiento fueron de 1.32; 2.50 y 4.32 g/kg $W^{0.75}$ /día, respectivamente. (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 nitrógeno metabólico fecal (NMF) vario desde 153 hasta 280 mg/Kg $W^{0.75}$, cada vez mayor ($P < 0,05$) con niveles crecientes de materia orgánica digestible (MOD) de admisión ($r = 0.96$) (Giráldez y col., 1997).

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

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 se 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.

2.4.2. Nitrógeno endógeno urinario (NEU)

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

El nitrógeno endógeno urinario (NEU) mostró el comportamiento contrario, con una disminución de 181 a 76 mg/kgW^{0.75} a diferencia de NMF, lo que podría ser atribuible al reciclaje de urea en el tubo digestivo. El nitrógeno endógeno total se mantuvo relativamente constante, lo que indica que las heces y la orina son vías complementarias para la excreción de los compuestos de nitrógeno reciclables (Giráldez y col., 1997).

Ramírez *et al.*, (2015), en su trabajo realizado mostraron que el nitrógeno endógeno urinario fue de $0.2347 \text{ g/kg } W^{0.75}$ que equivale a $23.47 \text{ mg/ kg } W^{0.75}$ en alpacas en crecimiento.

Existe un catabolismo nitrogenado esencial mínimo debido al mantenimiento de los procesos vitales del organismo, como es el caso de la energía. Este catabolismo mide, 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 (Maynard et al., 1992).

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:

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

La urea presente en el plasma también se elimina por vía renal: más del 60 % de la urea plasmática es eliminada vía renal, y esta cantidad representa aproximadamente el 85 % del nitrógeno urinario. La eliminación renal es también la vía principal de los compuestos nitrogenados no ureicos. Aproximadamente el 98 % de la alantoína presente en la orina deriva del catabolismo de las purinas microbianas. La creatinina y la metil-histidina se encuentra en una concentración media de 6 y 0.7 mg por kg de peso vivo, respectivamente (Brody *et al.*, 1934).

El NEU, se produce por el catabolismo de proteínas y representa la

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

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

Dónde: W es peso vivo en kg.

Mientras que Bondi y Drori (1989), definían como la excreción urinaria mínima de nitrógeno (MUN) es proporcional al peso metabólico y no al peso vivo. Por consiguiente la relación se expresa mediante la ecuación:

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

En la que W es el peso vivo en kg, MUN se expresa en mg y k es un factor que depende del animal. En esta ecuación, el valor k varía de 80 a 200 para las diferentes especies y clases de animales, se ha propuesto cifras medias de 120 para el ganado vacuno adulto y 190 para los terneros jóvenes (Bondi y Drori, 1989).

2.4.3. Nitrógeno endógeno dérmico (NED)

Las pérdidas de nitrógeno endógeno cutáneas o dérmicas (NED), se refiere a la renovación de la capa, crecimiento de pelos, lana, fibra, uñas, pezuñas, cascos, plumas, descamación de la piel, secreciones de glándulas sebáceas y otros tejidos epidérmicos expresándose normalmente en función del peso vivo metabólico

(Martínez, 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.

Bondi y Drori (1989), indica que las necesidades proteicas para reemplazar el nitrógeno perdido en la caspa (sudor, pelos, y demás pérdidas queratinosas) y para la producción de la lana, también dependen del peso metabólico. Por razones prácticas, es conveniente tenerlos en cuenta como parte de las necesidades de mantenimiento, a pesar de que la lana es un producto útil y no un producto de desecho; el valor “k” en la ecuación indica las pérdidas de la caspa y lana. Para mejor presentación y comprensión de las pérdidas de nitrógeno en la caspa lo denominaremos la excreción de nitrógeno endógeno dérmico (NED):

$$\text{NED} = k \cdot \text{Wkg}^{0.75}$$

Dónde:

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

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

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

Ramírez *et al.*, (2015), en alpacas en crecimiento (de 15 meses de edad) menciona que el NED es de 0.0025g/kg $W^{0.75}$ que equivale a 2.5 mg/kg $W^{0.75}$, el mismo que fue ajustada con la regresión lineal de $Y = 0.0001x + 0.0025$ entre el nitrógeno de pérdidas dérmicas g/kg $W^{0.75}$ y nitrógeno digestible g/d.

No existe trabajos sobre altitud, con respecto a las pérdidas dérmicas, pero sin embargo existe referencias de efecto de la temperatura sobre el metabolismo, a mayor altitud el metabolismo esta disminuida, debido a que la temperatura es baja y esto afecta en las reacciones enzimáticas con el sustrato durante el metabolismo en los tejidos (NRC, 1981).

2.5. COMPOSICIÓN QUÍMICA DE FORRAJES

2.5.1. Paja de cebada

La paja de cebada es un forraje fibroso por lo tanto presentan bajos valores de energía metabolizable y proteína, debido al alto contenido de pared celular y cenizas, así como a la baja

digestibilidad; cuyo contenido de proteína cruda fue de 4.0 a 4.4%, con 45 a 50% de digestibilidad de materia seca. Variando el tipo de paja, el tipo de clima es otro factor que afecta la calidad de las pajas, presentándose en climas templados pajas de mejor calidad que aquellas provenientes de climas tropicales. Esto se debe a una menor proporción de pared celular y lignina en los cultivos desarrollados en zonas templadas. La mayoría de pajas tienen un contenido proteico muy bajo y además es solo aprovechado en un 10% por las vacas; por tanto este aporte proteico es prácticamente nulo. La paja tiene un bajo contenido de proteína (3.4%) que, además, es casi totalmente indigestible. Esto es debido a que su mayor parte (75%) se encuentra ligada a la pared celular. El resto está constituido por nitrógeno no proteico fácilmente soluble. Por otra parte, presenta marcadas diferencias en la mayor parte de los macro minerales excepto el potasio, cloro, hierro y en vitaminas. (FEDNA, 2003).

2.5.2. 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).

La composición química de la paja de avena en estado fenológico maduro en la dieta de llamas de un año de edad fue: 98.21% de materia seca, 3% de proteína cruda y 4379 de energía bruta expresado en kcal/kg MS (Surco, 2016).

2.5.3. Paja de Ichu

Se observa que las gramíneas duras iru ichu (*Stipa ortophyla*), ichu (*Stipa ichu*) y chilliwa (*Festuca dolichofila*) presentan escasos

valores nutricionales, excepto la chilliwa, en el periodo húmedo alcanza niveles de proteínas crudas superiores al 8 % de la materia seca. En el periodo seco, las concentraciones de proteínas crudas son notablemente bajas, en el mes de abril a mayo se tiene un promedio de 3.5 de proteína cruda para ichu (Genin *et al.*, 1995)

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

Choque (2016), en su estudio realizado reporta que la proteína cruda de la paja de ichu es de 4.35%, 95.27% de materia seca, 4649 energía bruta (kcal/kg MS) y 2541 de energía metabolizable (kcal/kg MS).

2.5.4. Heno de alfalfa

López *et al.*, (2000), indican que la alfalfa es un forraje estándar calificado como insumo proteico por excelencia, debido a 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. En otro estudio, la composición química de heno

de alfalfa madura expresado en base seca fue: 15 % de proteína cruda, 51.46 % de fibra detergente neutro, 2.50 % de extracto etéreo, 10.34 % de ceniza, 20.70 % de glúcidos no fibrosos y 4284 Cal/g de energía bruta (Bautista, 2009)

En estudios realizados sobre determinación de nitrógeno en alpacas de 15 meses de edad la composición química del heno de alfalfa fue: 93.88% de materia seca, 14.22% de proteína cruda, 3.37% de extracto etéreo, 7.46% de ceniza y 4381.1 de energía bruta expresado en kcal/kg MS (Ramírez *et. al.*, 2015).

Surco (2016), en su estudio sobre determinación de nitrógeno endógeno en llamas de un año de edad, en la cual la composición química del heno de alfalfa fue: 95.35% de materia seca, 19% de proteína cruda y 4508 de energía bruta (kcal/kg MS).

TABLA 1. COMPOSICIÓN QUÍMICA DE PAJA DE CEBADA, ICHU Y HENO DE ALFALFA (100% MS)

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

(Ramírez *et al.*, 2015)

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

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. LUGAR

El trabajo se realizó en el Centro de Investigación y Producción (CIP) La Raya, de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia (FMVZ), Universidad Nacional del Altiplano (U.N.A.) – Puno, ubicado a 4237, en metros de altitud, entre las coordenadas 13°00' y 17° 18' de Latitud Sur, 71° 18' y 65°50' de Longitud Oeste del meridiano de Greenwich, una temperatura de 9.5°C a -4°C y una precipitación pluvial anual de 525.7 mm, a una altitud de 4 136 a 740 metros, (SENAMHI, 2013), en el distrito de Santa Rosa, provincia Melgar, departamento Puno, entre los meses de octubre 2016 a febrero del 2017. Los análisis químicos se realizaron en el laboratorio de Nutrición Animal de la FMVZ- U.N.A.-Puno, Perú.

3.2. INSTALACIONES

Se construyeron 3 jaulas metabólicas con utilización de paneles metálicos para realizar las mediciones de consumo, digestibilidad, pérdidas y balance de nitrógeno. Las medidas de las jaulas fueron de 0.60 m. de ancho x 2 metros de largo y 1.6 metros de altura suspendido a 60 cm de altura, con puertas individuales cubiertas con un piso plastificado que fueron diseñadas con un sistema de colección de orina tipo embudo conectado a un recipiente, debajo del piso de doble malla alambrada; para separar las heces y orina, las paredes de las jaulas fueron revestidas con un material de polietileno plástico para coleccionar pérdidas dérmicas.

3.3. ANIMALES

Se utilizaron 03 alpacas hembras de la raza Huacaya, de tres años de edad, color blanco, aparentemente sanos, con peso vivo de 55.4, 50.0 y 60.8 kg, identificados con collares numerados de 1 a 3, respectivamente (Tabla 22 del anexo), con alimentación al pastoreo en pastizales nativos con predominancia de gramíneas. Estos animales antes del experimento fueron desparasitados y tomados las constantes clínicas.

3.4. FORRAJES E INSUMOS ALIMENTICIOS

La tabla 2, muestra el contenido de composición química de los alimentos utilizados en la dieta experimental.

Se utilizaron forrajes como: paja de avena (*Avena sativa*), paja de Ichu (*Stipa ichu*) y heno de alfalfa (*Medicago sativa*), todos en estado fenológico maduro, procesados (desmenuzados) mediante molino picador así mismo se utilizaron insumos de premezclas (minerales – vitaminas) en la dieta.

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

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

$$EM=0.5465*EB$$

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

3.5. DIETAS

Se prepararon dietas, a base de paja de: avena, ichu y heno de alfalfa y premezclas de minerales – vitaminas; con tres niveles de proteína total (PT): 4, 6 y 8 %. Sobre la base siguiente: para los rumiantes el nitrógeno metabólico fecal es por término medio 0.5 – 0.6 g/100 g de materia seca consumida, valores que equivalen aproximadamente al 4 % de la proteína de la ración, de modo que el coeficiente de digestibilidad aparente para la proteína son negativos para las raciones de los rumiantes que contienen menos del 4 % de PC (Bondi y Drori, 1989).

Las dietas experimentales fueron preparadas con diferente contenido de proteína cruda y con energía isocalórica, considerándose como tratamientos; T1, T2, T3.

Tratamiento 1: dieta con 4 % de proteína cruda

Tratamiento 2: dieta con 6% de proteína cruda

Tratamiento 3: dieta con 8% de proteína cruda

TABLA 3. CONTENIDO DE NUTRIENTES EN LAS DIETAS EXPERIMENTALES

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

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

3.6. MATERIAL EXPERIMENTAL

3.6.1. Materiales de campo

- Comederos y bebederos
- Registros
- Escoba
- Sogas
- Embudos y recipientes para colección de orina
- Mallas alámbricas de colección de heces
- Bolsas de plástico y papel
- Tijera
- Calculadora científica

3.6.2. Maquinarias

- Molino

3.6.3. Materiales de laboratorio

- Balones kjeldahl de 100ml
- Matraces de 50ml, 250ml
- Frasco lavador de 500ml
- Agua destilada
- Pipetas
- Bombilla
- Probetas de 1000 ml y 500 ml para medir el volumen de orina.

3.6.4. Equipos

- Refrigeradora y congeladora para las muestras de orina

- Estufa para la determinación de materia seca
- Balanza analítica para la medición de muestras y pérdidas dérmicas
- Destilador de agua
- Digestor, destilador y titulador kjeldahl (bureta de 0.1 ml)
- Mufla
- Molino manual
- Balanzas de capacidades: 1000/0.5 kg, 5/0.001 kg y 2.0 kg/0.1 g

3.6.4. Reactivos

a) Solución catalizadora

- Sulfato de sodio (Na_2SO_4)
- Sulfato de potasio (K_2SO_4)
- Sulfato de cobre (CuSO_4)
- Selenito de sodio (Na_2SeO_3)

b) Solución digestora

- Solución catalizadora
- Ácido sulfúrico (H_2SO_4)

c) Solución desplazadora

- Hidróxido de sodio (NaOH)
- Agua destilada

d) Solución indicadora

- Rojo de metilo
- Azul de metilo
- Alcohol absoluto

e) Solución receptora

- Ácido bórico (H_3BO_3)
- Agua destilada

f) Solución tituladora

- Ácido sulfúrico (0.05 N)
- Agua destilada

3.7. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL**3.7.1. Periodo de acostumbramiento.**

Este periodo fue el de acostumbramiento de las alpacas a las jaulas metabólicas, personal y alimentación (dietas) con 4, 6 y 8 % de proteína total (PT); en forma individual por un periodo de 07 días con la finalidad de vaciar la digesta anterior. El suministro de la dieta se realizó dos veces al día en horario fijo de (8: am y 1 pm), la colección de heces, orina y pérdidas superficiales de tejidos se realizó una vez por día (7 a 8 am) antes de suministrar el alimento.

3.7.2. Periodo experimental

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

Estos dos periodos se repitieron en las tres etapas del experimento. El suministro de las dietas fueron con 1.5% de peso vivo de las alpacas, las concentraciones de proteína total fueron 6, 8 y 4 % para la primera etapa; 8, 4 y 6 % de PT para la segunda etapa y 4, 6 y 8 % PT para la tercera etapa esto para las alpacas 1, 2 y 3 respectivamente, en las dietas se agregaron el suplemento comercial de vitaminas y minerales (Suplamin Difos) (tabla 12, del anexo).

3.7.3. Determinación de Digestibilidad de nitrógeno

El experimento de la digestibilidad aparente de nitrógeno, consiste en la determinación de la ingestión de nitrógeno de un alimento determinado, o de una ración, suministrado a un animal y la recogida total de la excreción fecal de los alimentos, en el cual se obtiene el nitrógeno excretado correspondiente al alimento en estudio. La digestibilidad de nitrógeno se determina mediante la siguiente ecuación:

$$DN = \frac{\text{Consumo nitrógeno} - \text{excreción nitrógeno}}{\text{Consumo nitrógeno}} * 100$$

3.7.4. Determinación de Balance de Nitrógeno

La determinación de balance de nitrógeno fue mediante la alimentación de las dietas en base al método de colección total de heces, orina y pérdidas dérmicas de nitrógeno (fibras, fragmentos de

uñas, descamaciones epiteliales dérmicas y glándulas sebáceas). La medición del consumo de alimento fue entre lo ofrecido menos rechazado, de la dieta rechazada se muestreo fue de 50 g de cada alpaca, luego se colecto las perdidas dérmicas del piso y las paredes, heces de las mallas colectoras y orina de los recipientes colectores para ser cuantificados. Las mediciones de consumo de dieta y las colecciones de muestras se realizaron de 7 a 8 a.m. cada /24 horas. Se muestreo el total de las perdidas dérmicas por ser mínima la cantidad, 50 g de heces/día para la respectiva determinación de la materia seca, y 50 mL de orina/día para la congelación respectiva de cada animal y posterior análisis de nitrógeno.

Las muestras de forrajes y de dieta rechazada, heces, orina y perdidas dérmicas; se homogenizaron por cada periodo y el análisis de nitrógeno fue por duplicado por periodo. El nitrógeno de los forrajes, de alimento rechazado, heces, orina y perdidas dérmicas, se determinó el nitrógeno total por análisis Kjeldahl.

Con los datos de nitrógeno consumido y nitrógeno excretado (de heces, orina y pérdida dérmica) se calculó el balance de nitrógeno:

$$BN = NI - (NF + UN + ND)$$

Dónde:

BN = Balance de nitrógeno, g/d

NI = Nitrógeno ingerido, g/d

NF = Nitrógeno fecal, g/d

NU = Nitrógeno urinario, g/d

ND = Nitrógeno dérmico, g/d

El nitrógeno dérmico corresponde a las pequeñas pérdidas (caídas de pelo, fragmentos de uña, descamaciones cutáneas, etc.).

3.7.5. Determinación de la pérdida total de nitrógeno

Los cálculos para la determinación de las pérdidas de nitrógeno se realizaron mediante la regresión lineal. (Elliot y Topps, 1963).

El nitrógeno metabólico fecal expresada en g/100g de materia seca consumida/día, el nitrógeno endógeno urinario y dérmico expresada en $kW^{0.75}$, según la ecuación: $(\text{mg/día}) = kW^{0.75}$ (donde W se expresa en kg de peso vivo) y el factor “k” para el nitrógeno endógeno urinario y dérmico. Cada una de las pérdidas se determinó con la ecuación de regresión de la siguiente manera.

a. Cálculo de nitrógeno metabólico fecal (NMF)

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

$$Y = a + bX$$

Dónde:

Y = nitrógeno fecal g/d

a = Constante

b = Pendiente

X = Nitrógeno consumido, g/d

b. Cálculo de nitrógeno endógeno urinario (NEU)

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

$$Y = a + bX$$

Dónde:

Y = Nitrógeno en orina, g/d

a = Constante

b = Pendiente

X = Nitrógeno consumido, g/d

c. Cálculo de nitrógeno endógeno dérmico (NED)

El cálculo de NED se realizó mediante la regresión lineal entre nitrógeno de pérdidas dérmicas, g/Kg $W^{0.75}$ (Y) y nitrógeno consumido g/d (X), y con la ecuación de regresión lineal se

determinó la cantidad de NED por extrapolación a cero ($X = 0$) de nitrógeno consumido.

$$Y = a + bX$$

Dónde:

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

b = Pendiente

a = Constante

X = Nitrógeno consumido g/d

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 endógeno dérmico.

3.7.6. Variables de medida

- Consumo de materia seca (CMS); g/d y g/kg $W^{0.75}$
- Consumo de nitrógeno (CN); g/d y g/kg $W^{0.75}$
- Nitrógeno digestible (ND); g/d, % y g/kg $W^{0.75}$
- Balance de nitrógeno (BN); g/d
- Nitrógeno fecal (NF); g/d, g/100g CMS/d, y g/kg $W^{0.75}$
- Nitrógeno metabólico fecal (NMF); g/kg $W^{0.75}$
- Nitrógeno urinario (NU); g/d, % y g/kg $W^{0.75}$
- Nitrógeno endógeno urinario (NEU); g/kg $W^{0.75}$
- Nitrógeno dérmico (ND); g/d, % y g/kg $W^{0.75}$
- Nitrógeno endógeno dérmico (NED); g/kg $W^{0.75}$

Dónde:

$\text{kgW}^{0.75}$ = Peso metabólico

3.7.7. Análisis estadístico

En la interpretación de los resultados de consumo de materia seca, digestibilidades de materia seca y de nitrógeno ingerido; excreción de nitrógeno fecal, urinario y pérdidas de nitrógeno dérmico; se analizaron a través de un diseño cuadrado latino $3 \times 3 = 9$ tratamientos, donde los factores fueron: 3 etapas (Filas), 3 alpacas (columnas) y 3 dietas, sujeto al modelo aditivo lineal fijo (Kuehl, 2001).

DISEÑO CUADRADO LATINO $3 \times 3 = 9$.

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

Rotación de tratamientos de % de PC para dietas en el experimento.

Las pérdidas de nitrógeno endógenas: NMF, NEU y NED se determinaron por regresión lineal simple, (Ramsey y Schafer, 2002).

Dónde:

Y = Nitrógeno fecal, g/d; Nitrógeno endógeno urinario, g/ $\text{Kg W}^{0.75}$ y

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

a = Constante

b = Pendiente

X = Nitrógeno consumido, g/d

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. CONSUMO DE MATERIA SECA (CMS)

El consumo de materia seca de las alpacas alimentadas en jaulas metabólicas no fueron diferentes estadísticamente ($P > 0.05$) (tabla 4; tabla 30, 31 del anexo), el consumo de materia seca fueron similares entre niveles de alimentación, de 799.12 (4%), 802.14 (6%) y 819.42 (8%) g/d, esta similitud estaría influenciada por el nivel de energía la dieta ya que como se muestra en la tabla 3, todas las dietas tuvieron 235 Mcal de energía en alpacas experimentales; además en las etapas se suministraron dietas que fueron calculadas de acuerdo a 1.5% de su peso vivo de alpacas. Considerando trabajos donde menciona que el consumo de los camélidos sudamericanos es menor a 1.8% de su peso vivo en materia seca (San Martín, 1996); debido a lento pasaje de la digesta en los compartimentos I y II de los camélidos, es una desventaja digestiva, que viene potencialmente con una consecuencia negativa, y reduce la capacidad de consumo de alimento (Van Saun, 2006).

TABLA 4. CONSUMO DE MATERIA SECA Y PESO VIVO EN ALPACAS

HEMBRAS

VARIABLES	4% PT	6% PT	8 % PT
Peso vivo de alpacas			
Peso promedio final, kg	55.200	55.890	57.870
Peso metabólico, W kg ^{0.75}	20.247	20.436	20.968
Ganancia de peso, g/d	-0.076	-0.006	0.300
Ganancia de peso, g/Wkg ^{0.75}	-0.004	-0.001	-0.015
Materia seca consumida			
Materia seca(MS) ofrecida, g/d	827.050	830.020	827.380
Materia seca residual, g/d	27.930	27.880	7.960
Materia seca consumida g/d	799.120	802.140	819.420
Materia seca consumida , g/Wkg ^{0.75}	39.469	39.251	39.080

El trabajo realizado en alpacas por Ramírez *et. al.*, (2015), el consumo de materia seca fue: 317.7, 459.4, 550.6 y 569.5 g/d, para las dietas con 3, 5, 7 y 9% PT; los mismos fueron menores a los resultados del presente trabajo en alpacas, esta diferencia es debido a la clase animal.

Sin embargo, el consumo de materia seca en llamas de 1 año de edad con el 2% de peso vivo del animal entre los niveles de alimentación al 4 y 6% PT fueron de: 1723.5 y 1732.43 g MS/d, respectivamente; pero disminuyeron el consumo de materia seca en el nivel de alimentación al 8% PT al 1.5% del peso vivo de cada llama que fue de 1314.68 g MS/d (Choque, 2016). Estos resultados fueron mayores al presente trabajo, debido a la diferencia de especie y peso de los camélidos.

4.2. CONSUMO DE NITRÓGENO

El consumo de nitrógeno (CN) (Tabla 5; tabla 21, 34, 35 del anexo), fue altamente significativo entre dietas, ($P \leq 0.01$), con variación de 5.11, 7.70 y 10.49 g N/d; lo cual equivale al consumo de 1.38, 2.35 y 3.13 g N/kg $W^{0.75}$ para las dietas alimentadas con 4, 6 y 8% de PT. El consumo de proteína en llamas de 1 año fue mayor (1.81, 3.12 y 3.25 g/kg $W^{0.75}$ para las dietas 4,6 y 8%, respectivamente) (Surco, 2016), a estos resultados obtenidos. Así mismo, fue mayor los resultados de Choque (2016), donde el consumo de nitrógeno en llamas de 2 años fue: 2.31, 3.44 y 3.50 g N/kg $W^{0.75}$ para 4, 6 y 8% PT. Estos resultados se atribuirían al comportamiento individual de los animales con respecto a la selectividad (preferencia de los alimentos y palatabilidad).

**TABLA 5 . CONSUMO DE NITRÓGENO Y PROTEÍNA EN ALPACAS
HEMBRAS**

Nitrógeno consumido,(NC)	4%	6%	8%
Peso metabólico, W kg ^{0.75}	20.247	20.436	20.968
Nitrógeno ofrecido, g/d	5.29	7.97	10.59
Nitrógeno residual, g/d	0.13	0.27	0.10
Consumo de nitrógeno, g/d	5.11	7.70	10.49
Consumo de nitrógeno, g/Kg W ^{0.75}	0.252	0.377	0.500
Proteína ofrecida,g/d	29.1	49.8	66.19
Proteína residual, g/d	1.12	1.67	0.64
Consumo proteína, g/d	27.98	48.13	65.55
Consumo proteína, g/kgW ^{0.75}	1.38	2.35	3.13

En trabajos realizados sobre la determinación de proteína de mantenimiento y crecimiento en alpacas, también existen diferencias estadísticas en consumo de proteína de 2.97; 4.46; 6.09 y 7.56g PT/kgW^{0.75} para dietas con 6; 8.7; 11.3 y 14% de proteína total en la mezcla alimenticia, lo que confirma que los niveles de PT de la dieta y el consumo de materia seca influyen directamente en el consumo de proteína por unidad de peso metabólico (kgW^{0.75}) en los animales (Bautista, 2009). Por otro lado Ramírez *et. al.*, (2015), reporta que el consumo de nitrógeno en alpacas de crecimiento fue de: 0.88, 1.91, 3.17 y 4.20 g PT/kgW^{0.75} para las dietas con 3, 5, 7 y 9% de PT. Estos resultados fueron mayores a la ingestión de nitrógeno y proteína cruda por unidad de peso metabólico (kgW^{0.75}) al de los ovinos (1.19 g de nitrógeno y 7.4 g PT/kgW^{0.75}) y alpacas (1.07g N y 6.69g PT/kgW^{0.75}) alimentados con concentrados en la costa (Huasasquiche, 1974), esto posiblemente es debido a la diferencia del nivel de altitud, temperatura del ambiente y presión atmosférica.

4.3. GANANCIA DE PESO VIVO

Respecto al promedio de ganancia de peso vivo de alpacas alimentadas con 4% de proteína cruda registraron una pérdida de peso vivo de -0.076 g/d, así mismo cuando se incrementa al 6% de proteína cruda en la dieta del alimento se obtuvo una pérdida de peso de -0.006 g/d, sin embargo cuando fueron alimentadas con 8% de proteína cruda en la dieta tuvieron una ligera ganancia de peso vivo de 0.300 g/d, esta respuesta animal, refleja que la dieta con 8% de PT es para crecimiento o ganancia de peso vivo. Con el mayor consumo de proteína no necesariamente se acumula en el organismo si hay algún exceso de PT en el cuerpo. La mayor parte del nitrógeno es eliminado por los riñones y el resto es convertido en energía, y por lo tanto muy poca proteína se acumula en el cuerpo. Por lo que la proteína es el nutriente más costoso de la ración, es costoso alimentar con más proteína de lo necesario (Anderson, 2004).

4.4. DIGESTIBILIDAD DE NITRÓGENO

El coeficiente de digestibilidad del nitrógeno fueron; 16.61, 41.45 y 49.99 % para las dietas de 4, 6 y 8% PT, respectivamente (tabla 6; tabla 21, 32, 33 del anexo), comparando las medias no hay diferencia estadística ($P \geq 0.05$). A medida que disminuye la cantidad de nitrógeno consumido la proporción de nitrógeno digestible disminuye.

TABLA 6. DIGESTIBILIDAD Y BALANCE DE NITRÓGENO DE LAS DIETAS EN
ALPACAS HEMBRAS

VARIABLES	4% PT	6% PT	8% PT
Peso metabólico, kgW ^{0.75}	20.247	20.436	20.968
Nitrógeno consumido, g/d	5.11	7.7	10.49
Nitrógeno fecal, g/d	4.26	4.49	5.26
Nitrógeno urinario, g/d	4.44	6.92	7.64
Nitrógeno dérmico, g/d	0.04	0.06	0.08
Nitrógeno digestible, g/d	7.78	3.21	5.23
Nitrógeno digestible, %	16.61	41.45	49.99
Nitrógeno digestible, g/kgW ^{0.75}	0.335	0.157	0.249
Balance de nitrógeno, g/d	-3.63	-3.77	-2.49

En el trabajo de Chayña (1983), reportado en alpacas alimentadas con heno de avena antes y después de la floración, la digestibilidad de nitrógeno fue: 40.46, 17.69% respectivamente: y en ovinos la digestibilidad de nitrógeno fue de: 29.03 y 14.65%, reportes que están por debajo de las dietas del 6 y 8% de proteína total reportadas en el estudio, esta digestibilidad baja del nitrógeno posiblemente fue influida por la calidad del heno de avena.

Chambi (2005), en sus reportes de digestibilidad de nitrógeno en alpacas alimentadas con heno de avena y heno de alfalfa fue de 70.50 y 84.31% reporte que son superiores al de este estudio debido probablemente al consumo restringido de proteína en la dieta además de la inclusión de alimentos pobres en proteína cruda en el presente estudio.

Por otra parte trabajos de digestibilidad de nitrógeno en alpacas alimentadas con mezclas de heno de alfalfa y heno de avena para dietas

muy baja (6% PT), baja (8.7% PT), intermedia (11.3% PT) y alta (14% PT) fue: 51.47%, 62.90%, 68.92% y 74.63%, respectivamente (Berolatti, 2009); estos datos son muy altos en cuanto a la digestibilidad obtenidos en el presente trabajo, debido a que posiblemente se restringió la dieta para mantenimiento, esto con la finalidad de poder calcular las pérdidas endógenas en una alimentación con baja cantidad de PT.

La deficiencia de proteína trae como consecuencia retardo en el crecimiento (ganancia) en los animales jóvenes y en madres gestantes producirá retardo en el crecimiento fetal, bajo peso al nacimiento y depresión de la producción láctea (San Martín, 1996), estos reportes coinciden con el presente trabajo, con respecto a pérdida de peso vivo con las dietas 4 y 6% PT, sin embargo con la dieta de 8% PT hubo una ganancia de peso vivo de 0.300 g/d (tabla 4), que podemos atribuir al incremento de heno de alfalfa en su dieta que mejora el nivel de PT en la dieta.

4.5. BALANCE DE NITRÓGENO EN ALPACAS

El balance de nitrógeno promedio fue: -3.63, -3.77 y -2.49 g/d, para las dietas 4, 6, 8 % de proteína total (tabla 6), reportes de balance de nitrógeno en alpacas alimentadas con mezclas de heno de alfalfa y avena fue: 1.01, 1.99g/d. para las mezclas 6%PC, bajo 8% de proteína cruda en la dieta a comparación con el trabajo de Berolatti con un balance positivo con 6% y 8.7% de proteína cruda, se puede deber al mayor suministro de alimento 2.3% de su peso vivo (Berolatti, 2009). Respecto al presente trabajo, donde se alimentó forma restringida de 1.5% de su peso vivo

conforme incrementó o mantenía el peso del animal y consumo. Los resultados de (Ramírez, 2015) de balance de nitrógeno promedio fueron -3.09, -1.42, -0.28 y 0.10g/d, para las dietas con 3%, 5%, 7% y 9% de PC respectivamente. Los resultados inferiores obtenidos en el presente estudio, posiblemente se deba a la clase animal, ya que en las alpacas jóvenes requieren mayor renovación de proteína en el organismo es muy intenso que de los animales adultos. Por otro lado el balance de nitrógeno en alpacas de cuatro años de edad alimentadas ad libitum con heno de alfalfa (21.9% de PC) y heno de avena (6.5% de PC) en estado de floración fue: 15.83 y 3.83g/d (Chambi, 2005), en cambio el presente estudio se realizó en forma restringida y proporcional al peso vivo, utilizando paja de avena, heno de alfalfa y el ichu todos en estado fenológico maduro y de baja calidad por lo cual el nitrógeno de estas son menos digeribles. Así mismo Surco, 2016 Y Choque, 2016 reportaron: -1.56, 1.19; 2.78, 5.49; 2.52, 0.75, para las dietas 4, 6, 8% de PC respectivamente.

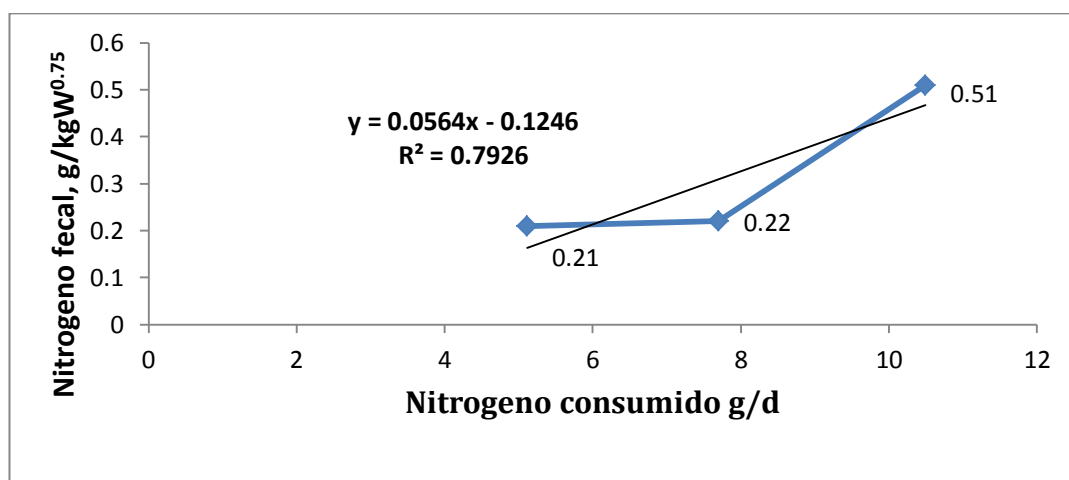
4.6. NITRÓGENO METABÓLICO FECAL

En los resultados de nitrógeno fecal en alpacas de tres años de edad (tabla 7; tabla 38, 39 del anexo), no hubo diferencia significativa ($P \geq 0.05$), para nitrógeno fecal por efecto de niveles de proteína, ni entre individuo (alpaca). Esto quizás a la homogeneidad de manejo, especie y peso metabólico similar entre alpacas (20.247, 20.436 y 20.968 g/ kg W^{0.75}).

TABLA 7. NITRÓGENO METABÓLICO FECAL (NMF) EN ALPACAS HEMBRAS

VARIABLES	4% PT	6% PT	8% PT
Materia seca consumida(CMS), g/d	799.12	802.14	819.42
Peso metabólico, kgW ^{0.75}	20.247	20.436	20.968
Nitrógeno consumido, g/d	5.11	7.7	10.49
Nitrógeno excretado en heces:			
Materia seca excretada, g/d	341.08	337.43	341.54
Nitrógeno en heces,%	1.25	1.34	1.54
Nitrógeno fecal, g/d	4.26	4.49	5.26
Nitrógeno fecal, g/100g CMS	0.533	0.560	0.642
Nitrógeno fecal, g/kgW ^{0.75}	0.210	0.220	0.251
Nitrógeno metabólico fecal (NMF), g/100g CMS	0.4201		
Nitrógeno metabólico fecal g/kgW ^{0.75}	0.125		

GRÁFICO 1. REGRESIÓN LINEAL DE PERDIDAS DE NITRÓGENO FECAL SOBRE EL NIVEL DE NITRÓGENO CONSUMIDO EN ALPACAS HEMBRAS



El nitrógeno metabólico fecal (NMF), fue de 0.125 g/kg W^{0.75}, equivalente a 125 mg/ kg W^{0.75} y de 0.420 g NMF/100g CMS, equivalente a 420 mg/100g CMS (tabla 7). Este resultado en alpacas esta entre los valores mencionados por Bondi y Drori (1989), en rumiantes (ovinos y bovinos), donde indica que la cantidad de nitrógeno metabólico fecal es de 0.4 – 0.6 g/100g CMS y depende la cantidad de materia seca que pasa a lo largo del

aparato digestivo, para simplificar la estimación, suele expresarse en función a la materia seca ingerida.

Las pérdidas de nitrógeno metabólico fecal (NMF) en ovejas merinas fueron examinadas utilizando datos de 25 raciones suministradas. El NMF varía desde 153 a 280 mg/kg $W^{0.75}$ (Giráldez *et al.*, 1997), comparando con datos obtenidos del presente estudio fue de 125 mg/kg $W^{0.75}$; este resultado fue menor al de los ovinos, este alto valor de NMF en ovinos se debe posiblemente a la mayor selectividad de especies vegetales y parte de la planta (hojas y tallos) por parte de las alpacas, puesto que en el estudio se observó mayor preferencia del heno de alfalfa en comparación a la paja de avena e ichu. Así mismo, Ramírez *et al.*, (2015), reporto 0.091 g/kg $W^{0.75}$ (91 mg/kg $W^{0.75}$) en alpacas en crecimiento, valores que fueron mucho menor al presente trabajo, esto posiblemente se deba a la especie, clase animal, principalmente por efecto de la edad.

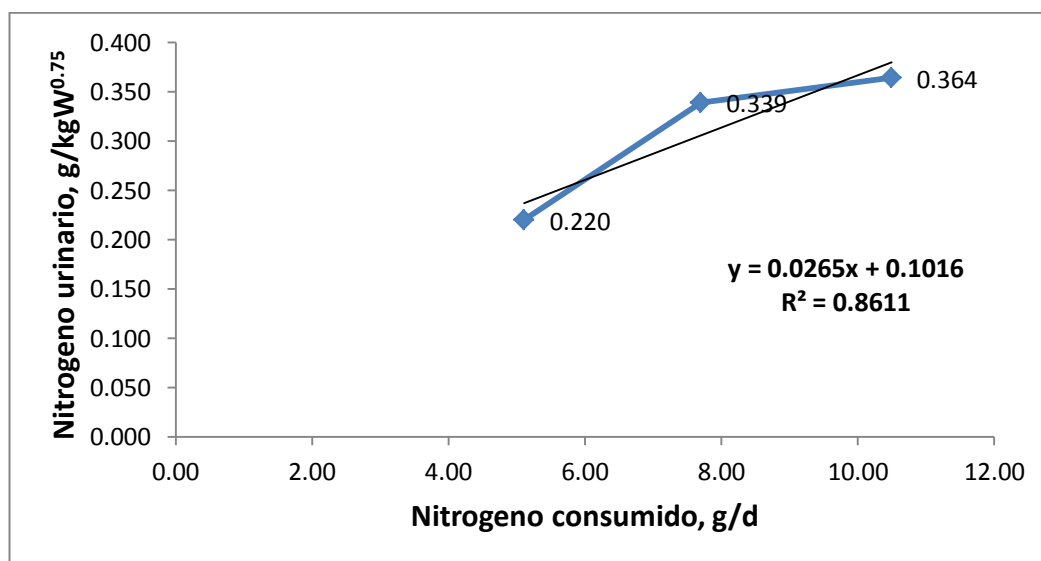
4.7. NITRÓGENO ENDÓGENO URINARIO

Los resultados de la excreción de nitrógeno urinario se muestran (tabla 8; tabla 40, 41 del anexo), se observa que no existe diferencia significativa en la variación de nitrógeno urinario por efecto de niveles de proteína incluida en la dieta alimenticia de las alpacas, tampoco hubo influencia por efecto etapas ni individuo (alpacas) ($P \geq 0.05$) lo que indica que no existe variación de promedio por efecto de los factores.

TABLA 8 . NITRÓGENO ENDÓGENO URINARIO (NEU) EN ALPACAS HEMBRAS

VARIABLES	4% PT	6% PT	8% PT
Peso vivo final, kg	55.200	55.890	57.870
Peso metabólico, W kg ^{0.75}	20.247	20.436	20.968
Nitrógeno consumido, g/d	5.11	7.7	10.49
Nitrógeno excretado en orina:			
Orina excretada, ml/d	347.87	554.8	685.56
Nitrógeno urinario, %	1.34	1.31	1.26
Nitrógeno urinario, g/d	4.44	6.92	7.64
Nitrógeno urinario, g/kgW ^{0.75}	0.220	0.339	0.364
Nitrógeno Endogeno Urinario, g/d (x=0 NC)	1.747		
Nitrógeno endogeno urinario, g/kgW ^{0.75} (x=0 NC)	0.102		

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



El nitrógeno endógeno urinario (NEU), en alpacas de 3 años de edad fue 0.102 g NEU/kg W^{0.75} equivalente a 102 mg NEU/kg W^{0.75} (Figura 2), estimado mediante la regresión lineal simple (entre las pérdidas de nitrógeno urinario, g/kg W^{0.75} y el nivel de nitrógeno consumido, g/d, con coeficiente de determinación de R²= 0.8611. El valor de 102 mg NEU/kg

$W^{0.75}$ en alpacas fue menor a los valores mencionados por Orscov (1988), donde menciona que la cantidad de nitrógeno endógeno excretado en rumiantes está en función al peso metabólico del animal y que se excretan de 300 a 400 mg/ kg $W^{0.75}$ (por cada unidad de peso metabólico), esta diferencia probablemente se deba a que las alpacas excretan menor cantidad de nitrógeno corporal (endógeno); debido a que los camélidos en general están adaptados a condiciones críticas nutricionales, por tanto retienen el nitrógeno o PT, haciendo el reciclaje de nitrógeno (por saliva y directamente al C I y II). Valores que se encuentran dentro de los valores (80-200 mg/kg $W^{0.73}$) mencionado por Bondi y Drori (1989), quienes indican que la relación puede expresarse mediante la ecuación: $NEU = K.W^{0.73}$. En la que W es el peso vivo en kg, NEU se expresa en mg y K es un factor que depende del animal. En esta ecuación el valor K varía de 80 a 200 para las diferentes especies y clases de animales, se ha propuesto cifras medias de 120 para el ganado vacuno adulto y 190 para los terneros jóvenes. Esta superioridad de pérdida de NEU en animales jóvenes puede deberse al elevado proceso de renovación de las proteínas corporales en alpacas en crecimiento.

Ramírez *et al.*, (2015) reporta que NEU fue de: 0.2347 g/kg $W^{0.75}$ (23.47 mg/ kg $W^{0.75}$) en alpacas en crecimiento. Así mismo el NEU en ovejas merino, fue de 76 a 181 mg/ kg $W^{0.75}$ (Giráldez *et al.*, 1997) contrastado con el presente estudio en alpacas hembra (102 mg/kg $W^{0.75}$) también está dentro de los valores de ovinos. Lo que atribuiría a los diferentes autores tales como: mayor reciclaje de urea por la saliva y directamente por vía

sanguínea a los compartimentos I y II (CI y CII) para alpacas y alta selectividad de forrajes de mejor calidad en caso de ovinos.

4.8. NITRÓGENO ENDÓGENO DÉRMICO

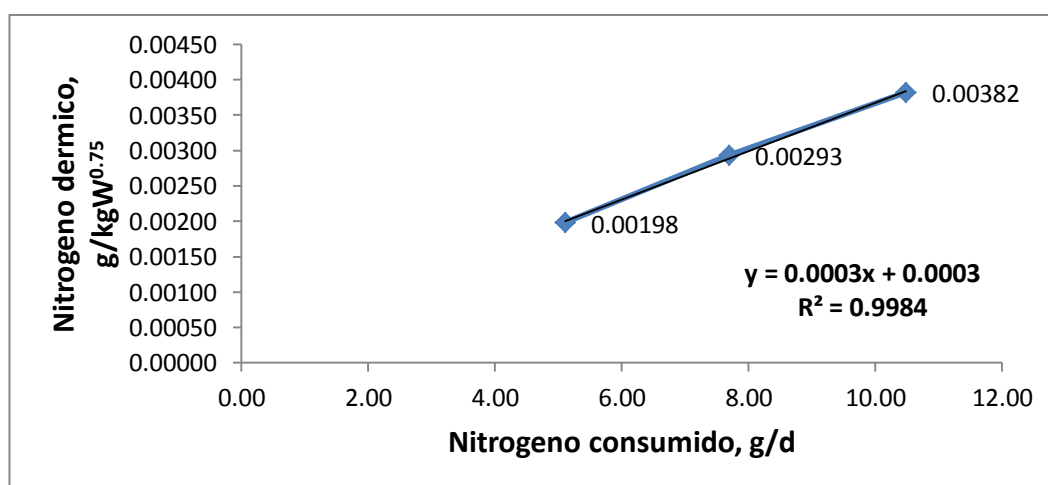
En la Tabla 9; Tabla 42, 43 del anexo, se observa que no existe diferencia significativa ($P \geq 0.05$) de promedios del nitrógeno dérmico por efecto etapas ni el efecto individuo; pero si existe diferencia significativa ($P \leq 0.05$) entre los niveles de proteína incluida en la dieta alimentaria de las alpacas.

En la Tabla 9, Figura 3, el nitrógeno endógeno dérmico (NED) en alpacas de 3 años fue de $0.0003 \text{ g/kg } W^{0.75}$ ($0.3 \text{ mg/kg } W^{0.75}$) el mismo que fue ajustada por la regresión lineal de $Y = 0.0003x + 0.0003$, estos resultados son menores a los de Ramírez *et al.*, (2015), en alpacas en crecimiento (de 15 meses de edad) donde menciona $0.0025 \text{ g/kg } W^{0.75}$ (equivale a $2.5 \text{ mg/kg } W^{0.75}$), el mismo que fue ajustada con la regresión lineal de $Y = 0.0001x + 0.0025$ entre el nitrógeno de pérdidas dérmicas $\text{g/kg } W^{0.75}$ y nitrógeno digestible g/d . Esta diferencia posiblemente sea atribuido al nivel de altitud, puesto que el trabajo se realizó a 4237 msnm, mientras que Ramírez *et al.*, (2015) realizo el trabajo a 3828 msnm y por otro lado determinaron valores de NED con valores de nitrógeno digestible (x) para la regresión.

TABLA 9. NITRÓGENO ENDÓGENO DÉRMICO (NED) EN ALPACAS HEMBRAS

VARIABLES	4% PT	6% PT	8% PT
Peso metabólico, $\text{kgW}^{0.75}$	20.247	20.436	20.968
Nitrógeno consumido, g/d	5.11	7.7	10.49
Nitrógeno de pérdidas dérmicas:			
Pérdidas dérmicas, g/d	0.23	0.33	0.41
Nitrógeno dérmico, %	18.87	18.3	18.32
Nitrógeno dérmico, g/d	0.04	0.06	0.08
Nitrógeno dérmico, $\text{g/kgW}^{0.75}$	0.00198	0.00293	0.00382
Nitrógeno metabólico dérmico, g/d ($x=0$ NC)	0.0023		
Nitrógeno metabólico dérmico, $\text{g/kgW}^{0.75}$ ($x=0$ NC)	0.0003		

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



Trabajos realizados por Choque (2016) y Surco (2016), muestran resultados de 0.008 y 0.0176 $\text{g/kg W}^{0.75}$, respectivamente de nitrógeno endógeno dérmico en llamas machos de dos y un año de edad, esta diferencia se debe al manejo y comportamiento de los animales, edad y especie de camélidos. Bondi y Drori (1989), menciona que las necesidades proteicas para reemplazar el nitrógeno perdido en la caspa (sudor, pelos y

demás pérdidas queratinosas) y para la producción de la lana, también depende del peso metabólico. Por razones prácticas, es conveniente tenerlos en cuenta como parte de las necesidades de mantenimiento, a pesar que la lana es un producto útil y no un producto de desecho; el valor “k” en la ecuación indica las pérdidas de la caspa y lana. Los incrementos aproximados para k en relación con las pérdidas de nitrógeno en la caspa y para la producción de lana, son de 20 y 50, respectivamente. Los resultados del presente estudio estarían muy debajo de los valores mencionados por Bondi y Drori, ya que en el estudio se determinó exclusivamente la pérdidas dérmicas en forma natural mas no se incluye la producción de fibra animal, también se deben considerar que son alpacas esquiladas al año.

En el presente estudio; las pérdidas totales de nitrógeno endógeno fue $0.2273 \text{ g/kgW}^{0.75}/\text{d}$ ($227.3 \text{ mg/kgW}^{0.75}$), pérdida que ocurre por metabolismo a causa del proceso de renovación de las proteínas corporales en alpacas. Por otro lado en los trabajos realizados por Surco (2016) y Choque (2016), obtuvieron $0.623 \text{ g/kgW}^{0.75}/\text{d}$ ($623 \text{ mg/kgW}^{0.75}$) y $0.567 \text{ g/kgW}^{0.75}/\text{d}$ ($567 \text{ mg/kgW}^{0.75}$), estos resultados fueron mayores a los obtenidos en el presente trabajo, posiblemente sea debido a que las llamas son más eficientes en cuanto a su metabolismo en comparación a las alpacas.

V. CONCLUSIONES

Según las condiciones del trabajo realizado, las conclusiones son las siguientes.

- El consumo de materia seca (CMS), en alpacas hembras de tres años de edad en jaulas metabólicas con diferentes niveles de proteína (4, 6, 8% PT) fue: 39.469, 39.251 y 39.080 g CMS/kgW^{0.75} que estadísticamente no fueron diferentes ($P \geq 0.05$).
- El nitrógeno metabólico fecal (NMF), fue de: 0.420g/100g CMS (consumo de materia seca), 0.125 g/kgW^{0.75}; que equivale a 125 mg/kgW^{0.75}.
- El nitrógeno endógeno urinario (NEU), fue de: 0.102 g/kgW^{0.75}, que equivale a 102 mg/kgW^{0.75}.
- El nitrógeno endógeno dérmico (NED), fue: 0.0003 g/kgW^{0.75}, que equivale a 0.3 mg/kgW^{0.75}.
- Las pérdidas totales de nitrógeno endógeno fue 0.2273 g/kgW^{0.75}/d equivalente a 227.3 mg/kgW^{0.75}.

VI. RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar trabajos de pérdida de nitrógeno endógeno en diferentes edades de alpacas hembras y machos tanto de la raza Huacaya como Suri.
- Determinar pérdidas de nitrógeno endógeno con forrajes o pastizales naturales.
- Se recomienda que no se debe utilizar dietas menores al 8 % de proteína total en alpacas hembras de tres años de edad.

VII. REFERENCIAS

- ANDERSON, E. (2004). Greetings From the Alpaca Planet: Great Midwest Alpaca Festival. Mid – American’s Largest Alpaca Event. International Camelids Institute The Ohio State University Columbus. Ohio.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. (1990). Official Methods of Analysis. 15th Ed. Edited by Kenneth Helrich. Arlington, Virginia. 1117pp.
- BAUTISTA, J.L. (2009). Determinación de los requerimientos de proteína de mantenimiento y crecimiento de alpaca (*Lama pacos*) mediante la técnica de sacrificio comparativo. Tesis Doctoris Philosophiae. UNALM, Lima, Perú.
- BEROLATTI, G. R. (2009). Balance de nitrógeno con la mezcla de heno de alfalfa y heno de avena en Alpacas. Tesis de Médico Veterinario Zootecnista, Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Perú. 45p.
- BONDI, A. y D. DRORI. (1989). Nutrición animal; metabolismo proteico en los rumiantes. Editorial Acribia, S.A. Zaragoza, España. 545 p.
- BRODY, S.; R.C. PROCTER; and U.S. ASHWORTH. (1934). Growth and development XXXIV: Basal metabolism, with particular reference to the estimation of the maintenance requirement of protein. *J. Nutrition*, 9: 403-433.
- CHAMBI, J. (2005). Balance de nitrógeno en alpacas alimentadas con heno de avena y heno de alfalfa. Tesis de Médico Veterinario Zootecnista, Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Perú.

- CHAYÑA, F. (1983). Digestibilidad Comparativa de dos cosechas de heno de avena en Ovinos y Alpacas. Tesis de Médico Veterinario Zootecnista, UNA, Puno, Perú.
- CHOQUE, F. (2006). Balance nitrógeno, digestibilidad y valor biológico en llamas alimentadas con henos de avena y alfalfa en época seca. Tesis de Médico Veterinario Zootecnista, Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Perú.
- CHOQUE, Y. R. (2016). Determinación de nitrógeno metabólico fecal, endógeno urinario y dérmico en llamas (*Lama glama*) de dos años de edad. Tesis de Médico Veterinario Zootecnista, Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Perú.
- COBLENTZ, W.K.; K.P. COFFEY; J.E. TURNER; D.A. SCARBROUGH; J.S. WEYERS; K.F. JARRISON; Z.B. DANIELS; C.F. ROSENKRANS; D.W. KELLONG and D.S. HUBELL. (2000). Effect of maturity on degradation kinetics of sod-seeded cereal grain forage grow in Northern Arkansas. J. Dairy Sci. 83: 2499-2511.
- ELLIOTT, R.C. and J.H. TOPPS. (1963). Studies of protein requirements of ruminants: Nitrogen balance trial son two breeds of African cattle given diets adequate in energy and low in protein. Brit. J. Nutr. 17:539 – 547.
- ESTRADA, M.A. (2009). Comparación de coeficientes de digestibilidad aparente y balance de nitrógeno en llamas (*Lama glama*) y ovinos (*Ovis aries*) criados en la región andina del altiplano Boliviano. Tesis, Universidad mayor de San Andrés. Bolivia.

- FUNDACION ESPAÑOLA PARA EL DESARROLLO DE LA NUTRICION ANIMAL (FEDNA). 2003. Tablas FEDNA de composición y valor nutritivo de alimentos para la formulación de piensos compuestos. 2^a Ed. Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal. Madrid, España 423 p.
- FOWLER, M. 1998. Medicine and Surgery of South American Camelids, Llama, Alpaca, Vicuña y Guanaco. Second Edition. Iowa Sode University Press. USA.
- GARCIA, F. (1992). Requerimiento de Proteína en Ganado Lechero. En: M. E. Ruiz., y San José C. R. (Ed), Simulación de Sistemas Pecuarios. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. Red de Investigación en Sistemas de Producción Animal. 288pp.
- GENIN, D.; P, ABASTO y M. TICHIT. (1995). Uso de los recursos forrajeros por llamas y ovinos. Wayra pampa. ORSTOM. CONPAC-IBTA, Oruro Bolivia. 131-134 p.
- GIRÁLDEZ, F.J., C. VALUES and R. PELÁEZ. (1997). The influence of digestible organic matter and nitrogen intake on faecal and urinary nitrogen losses in sheep. Livestock Production Science. Volume 51. Issues 1-3. p. 183-190.
- HUASAQUICHE, A., (1974). Balance de nitrógeno y digestibilidad en alpacas y ovinos. Tesis MV. Universidad Mayor de San Marcos. Lima, Perú. 75p.
- KRAIEM, K.; A. MAJDOUB; S. BE ABBES and N. MOUJAHED. (1997). Effects of the level of supplementation with concentrate on the nutritive value and

- utilization of oats hay cut a three maturity stage. Elsevier. Libestock Production Sci. 7:175-184.
- KUEHL, R. (2001). Diseño de experimentos. Principios estadísticos para el diseño y análisis de investigaciones. 2ª Edición. Barcelona, España. 620 p.
- LOPEZ, A.; S. MORALES; C. CABRERA y C. URRRA. (2000). Ingestión y Digestibilidad Aparente de Forrajes por la Llama (*Lama Glama*). I.- Heno de alfalfa (*Medicago Sativa*) y paja de trigo (*Triticum Aestivum*) en diferentes proporciones. Arch. Med. Vet. v. 32 n.2. Valdivia, Chile.
- MC DONALD, P. , R.A. EDWARDS y J.F.D. GREENHALGH. (1979). Nutricion Animal. 2ª. Ed. ACRIBIA. Barcelona, España. Pp 184.
- MARTINEZ, M.A. (2002). Mundo ganadero. Eumedia S.A. Madrid, N° 145-148.
- MAYNARD, L. A.; J. K. LOOSLI; H.F. HINTZ y R. G. WARNER. 1992. Nutrición animal. Las proteínas y su metabolismo. Séptima edición (Cuarta Edición en español). Editorial McGraw-Hill. México. Pag. 188.
- MEDEIROS, A. N.;RESENDE, K.T.; FERREIRA, A.C.D.; and E.A. YAÑEZ. (1998). Exigencias netas de proteína para caprinos Saanen. Proyecto financiado por la FAPESP-FCAV. Jaboticabal. Brasil.
- MITCHEL, H. H.; L. E. CARD and T. S. HAMILTON. (1931). A technical study of the growth of White leghorn chickens. III. Agr. Expt. Sta. Bull 376.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC) (1981). Effect of environment on nutrient requirements of domestic animals. National Academy Press. Washington, D.C., USA.

- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC) (2001). Nutrient Requirements of Beef Cattle. 7th. Rev. Ed. National Academy Press. 381 pp. Washington, D.C., USA.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC) (2007). Nutrient Requirements of small ruminants sheep, goats, cervids and new world camelids. The National Academy Press. Washington, D.C., USA.
- OBA, M. and M. S. ALLEN. 1998. Evaluation of the importance of the digestibility of neutral detergent fiber from forage: effects on dry matter intake and milk yield of dairy cows. J. Dairy Sci. 82: 589-596.
- ORSKOV, E.R. (1988). Nutrición Proteica de los Rumiantes. Editorial Acribia. Zaragoza, España. p. 178.
- RAMIREZ, A. S.; BAUTISTA, P. J. L.; GALLEGOS, A. R. F.; ROQUE, H. B. y N. LUQUE. (2015). Determinación del nitrógeno metabólico fecal, endógeno urinario y dérmico en alpacas. VII Congreso Mundial de Camélidos Sudamericanos. FMVZ, U.N.A. Puno– Perú.
- RAMSEY, F.L. and D.W. SCHAPTER. (2002). The statistical Sleuth. A curse in methods of data analysis. Second Edition. Oregon State University. Duxbury/Thompson learning. USA.
- TITUS, H.W. 1927. The Nitrogen metabolism of steers, on rations containing alfalfa as the sole source of the nitrogen. J. Agr. Research, 34: 49-58
- SAN MARTIN, F y F.G. BRYANT, 1987. Nutrición de los Camélidos Sudamericanos: estado de nuestro conocimiento. Programa

Colaborativo de Apoyo a la Investigación en Rumiantes Menores. FMV-UNMSM. Lima - Perú.

SAN MARTIN, F. (1996). Nutrición en Alpacas y Llamas. En: M. Rojas (Ed). Convenio IVITA – CISA. Publ. Cient. IVITA N° 27.

SURCO, N. (2016). Determinación de nitrógeno metabólico fecal, endógeno urinario y dérmico en llamas (*Lama glama*) de un año de edad. Tesis de Médico Veterinario Zootecnista, Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Perú.

TITUS, H.W. (1927). The Nitrogen metabolism of steers, on rations containing alfalfa as the sole source of the nitrogen. J. Agr. Research, 34: 49 – 58.

VALLENAS, A. (1991). Características anatomofisiológicas. En: Fernández – Baca, S. (Eds.) Avances y perspectivas del conocimiento de los Camélidos Sudamericanos. FAO. Oficina Regional Para América Latina y el Caribe. Santiago, Chile. Pp 49-90.

VAN SAUN, R. J. (2006). Feeding Fundamentals For South American Camelids. Department of Veterinary Science. Pensilvania State University, USA

ANEXO

ANEXO 1. PANEL FOTOGRÁFICO



FOTO 1. Jaulas metabólicas de digestibilidad



FOTO 2. Alpacas en periodo de acostumbramiento



FOTO 3. Alpacas en periodo experimental con sus respectivas dietas



FOTO 4. Colección de muestras

ANEXO 2. TABLAS

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

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

EM= 0.5465*EB

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

TABLA 11. CONTENIDO DE NUTRIENTES EN LAS DIETAS EXPERIMENTALES

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

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

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

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

CONSUMO DE MATERIA SECA EN EL EXPERIMENTO DE DIGESTIBILIDAD

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

ETAPA I

FECHA	MEZCLA DE ALIMENTO CON 6% PT(Alpaca 1) AL 1.5% PV						MEZCLA DE ALIMENTO CON 8% PT(Alpaca 2) AL 1.5% PV						MEZCLA DE ALIMENTO CON 4% PT(Alpaca 3) AL 1.5% PV					
	SUMINISTRO		RESIDUO		CMS	CONSUMO AGUA	SUMINISTRO		RESIDUO		CMS	CONSUMO AGUA	SUMINISTRO		RESIDUO		CMS	CONSUMO AGUA
	g/d	MS,g	g/d	MS	g/d	L/d	g/d	MS,g	g/d	MS	g/d	L/d	g/d	MS	g/d	MS	g/d	L/d
21/12/2016	831	821.78	73.00	72.19	749.59	0.450	750.00	741.68	15.00	14.83	726.84	0.900	912	901.88	42	41.53	860.34	0.550
22/12/2016	831	821.78	71.00	70.21	751.56	0.600	750.00	741.68	18.00	17.80	723.87	0.300	912	901.88	32	31.64	870.23	0.350
23/12/2016	831	821.78	82.00	81.09	740.69	0.400	750.00	741.68	12.00	11.87	729.81	0.500	912	901.88	95	93.95	807.93	0.600
24/12/2016	831	821.78	88.00	87.02	734.75	0.700	750.00	741.68	22.00	21.76	719.92	0.250	912	901.88	45	44.50	857.38	0.500
25/12/2016	831	821.78	81.00	80.10	741.68	0.800	750.00	741.68	14.00	13.84	727.83	0.750	912	901.88	43	42.52	859.35	1.200
26/12/2016	831	821.78	58.00	57.36	764.42	1.100	750.00	741.68	13.00	12.86	728.82	1.100	912	901.88	63	62.30	839.58	0.450
27/12/2016	831	821.78	77.00	76.15	745.63	0.600	750.00	741.68	18.00	17.80	723.87	0.600	912	901.88	52	51.42	850.45	0.700
PROM.	831	821.78	75.714	74.87	746.90	0.664	750.000	741.68	16.000	15.82	725.85	0.629	912	901.88	53.143	52.55	849.32	0.621
D.S.	0.000	0.000	8.972	9.583	9.583	0.236	0.000	0.000	3.5119	3.473	3.473	0.311	0.000	0.000	20.780	20.549	20.549	0.278
C.V.%	0.000	0.000	11.849	12.799	1.283	35.495	0.000	0.000	21.949	21.949	0.478	49.43	0.000	0.000	39.102	39.102	2.419	44.764

MATERIA SECA PROMEDIO DE FORRAJE Y RESIDUOS 98.89%

ETAPA II

FECHA	MEZCLA DE ALIMENTO CON 8% PT(Alpaca 1) AL 1.5% PV						MEZCLA DE ALIMENTO CON 4% PT(Alpaca 2) AL 1.5% PV						MEZCLA DE ALIMENTO CON 6% PT(Alpaca 3) AL 1.5% PV					
	SUMINISTRO		RESIDUO		CMS	CONSUMO AGUA	SUMINISTRO		RESIDUO		CMS	CONSUMO AGUA	SUMINISTRO		RESIDUO		CMS	CONSUMO AGUA
	g/d	MS,g	g/d	MS,g	g/d	L/d	g/d	MS,g	g/d	MS,g	g/d	L/d	g/d	MS,g	g/d	MS,g	g/d	L/d
03/01/2017	824	814.85	2	1.98	812.88	1.05	794	785.19	10.00	9.89	775.30	0.900	884	874.19	11.00	10.88	863.31	0.800
04/01/2017	824	814.85	5	4.94	809.91	1.10	794	785.19	19.00	18.79	766.40	0.600	884	874.19	7.00	6.92	867.27	0.700
05/01/2017	824	814.85	2	1.98	812.88	0.90	794	785.19	4.00	3.96	781.23	1.200	884	874.19	5.00	4.94	869.24	0.450
06/01/2017	824	814.85	3	2.97	811.89	1.05	794	785.19	5.00	4.94	780.24	0.980	884	874.19	1.00	0.99	873.20	0.850
07/01/2017	824	814.85	7	6.92	807.93	0.70	794	785.19	6.00	5.93	779.25	0.650	884	874.19	9.00	8.90	865.29	0.380
08/01/2017	824	814.85	6	5.93	808.92	0.60	794	785.19	2.00	1.98	783.21	1.100	884	874.19	1.00	0.99	873.20	0.900
09/01/2017	824	814.85	7	6.92	807.93	0.80	794	785.19	30.00	29.67	755.52	0.330	884	874.19	2.00	1.98	872.21	1.200
PROM.	824	814.85	4.571	4.52	810.33	0.886	794	785.19	10.857	10.74	774.45	0.680	884	874.19	5.143	5.09	869.10	0.754
D.S.	0.000	0.000	2.225	2.201	2.201	0.193	0.000	0.000	10.140	10.027	10.027	0.382	0.000	0.000	4.018	3.973	3.973	0.279
C.V.%	0.000	0.000	48.681	48.681	0.272	21.794	0.000	0.000	93.390	93.390	1.295	56.159	0.000	0.000	78.124	78.124	0.457	36.978

ETAPA III

FECHA	MEZCLA DE ALIMENTO CON 4% PT(Alpaca 1) AL 1.5% PV						MEZCLA DE ALIMENTO CON 6% PT(Alpaca 2) AL 1.5% PV						MEZCLA DE ALIMENTO CON 8% PT(Alpaca 3) AL 1.5% PV					
	SUMINISTRO		RESIDUO		CMS	CONSUMO AGUA	SUMINISTRO		RESIDUO		CMS	CONSUMO AGUA	SUMINISTRO		RESIDUO		CMS	CONSUMO AGUA
	g/d	MS,g	g/d	MS,g	g/d	L/d	g/d	MS,g	g/d	MS,g	g/d	L/d	g/d	MS,g	g/d	MS,g	g/d	L/d
16/01/2017	803	794.09	14	13.84	780.24	1.100	803	794.09	10	9.89	784.20	0.480	936	925.61	9	8.90	916.71	1.100
17/01/2017	803	794.09	4	3.96	790.13	0.350	803	794.09	1	0.99	793.10	1.200	936	925.61	2	1.98	923.63	0.700
18/01/2017	803	794.09	0.2	0.20	793.89	0.700	803	794.09	6	5.93	788.15	1.000	936	925.61	3	2.97	922.64	0.400
19/01/2017	803	794.09	8	7.91	786.18	0.900	803	794.09	1	0.99	793.10	0.250	936	925.61	2	1.98	923.63	0.600
20/01/2017	803	794.09	8	7.91	786.18	0.200	803	794.09	1	0.99	793.10	0.300	936	925.61	2	1.98	923.63	0.350
21/01/2017	803	794.09	98	96.91	697.17	1.200	803	794.09	3	2.97	791.12	0.200	936	925.61	3	2.97	922.64	0.200
22/01/2017	803	794.09	13	12.86	781.23	1.000	803	794.09	4	3.96	790.13	0.600	936	925.61	4	3.96	921.65	0.800
PROM.	803	794.09	20.743	20.51	773.57	0.779	803	794.09	3.714	3.67	790.41	0.576	936.000	925.61	3.571	3.53	922.08	0.593
D.S.	0.000	0.000	34.402	34.021	34.021	0.381	0.000	0.000	3.352	3.315	3.315	0.388	0.000	0.000	2.507	2.479	2.479	0.306
C.V.%	0.000	0.000	165.852	165.852	4.398	48.889	0.000	0.000	90.255	90.255	0.419	67.376	0.000	0.000	70.200	70.200	0.269	51.629

TABLA 14. PORCENTAJE DE MATERIA SECA FECAL (7 DIAS) EN ALPACAS

HEMBRAS

		PESO, BF	MEDIO AMBIENTE		ESTUFA/60°C		REAL	ABSOLUTO
		(g)	PESO BS (g)	% MS	PESO (g)	% MS	% MS	% MS
ETAPA I	ALP1 (6% PT)	350	205.10	58.60	159.70	77.86	45.63	45.63
	ALP2 (8% PT)	350	205.90	58.83	134.30	65.23	38.37	38.37
	ALP3 (4% PT)	350	218.20	62.34	183.30	84.01	52.37	52.37
ETAPA II	ALP1 (8% PT)	350	203.70	58.20	145.70	71.53	41.63	41.63
	ALP2 (4% PT)	350	208.20	59.49	161.00	77.33	46.00	46.00
	ALP3 (6% PT)	350	217.30	62.09	169.90	78.19	48.54	48.54
ETAPA III	ALP1 (4% PT)	350	204.50	58.43	156.00	76.28	44.57	44.57
	ALP2 (6% PT)	350	206.30	58.94	148.60	72.03	42.46	42.46
	ALP3 (8% PT)	350	218.80	62.51	170.90	78.11	48.83	48.83

EXCRECIÓN DE MATERIA SECA FECAL

TABLA 15. EXCRECIÓN DE MATERIA SECA FECAL EN ALPACAS

HEMBRAS

ETAPA I

FECHA	6% PT(ALPACA 1) 14H492E			8% PT(ALPACA 2) 14H758F			4% PT(ALPACA 3) 14H560 E		
	MF, g	MS, g	MS, %	MF, g	MS, g	MS, %	MF, g	MS, g	MS, %
21/12/2016	664.80	303.35	45.63	1015.60	389.69	38.37	583.30	305.47	52.37
22/12/2016	620.10	282.95	45.63	703.50	269.93	38.37	575.80	301.55	52.37
23/12/2016	623.00	284.27	45.63	555.30	213.07	38.37	690.00	361.35	52.37
24/12/2016	530.80	242.20	45.63	1089.70	418.12	38.37	715.20	374.55	52.37
25/12/2016	728.90	332.60	45.63	720.00	276.26	38.37	838.90	439.33	52.37
26/12/2016	811.40	370.24	45.63	716.00	274.73	38.37	777.00	406.91	52.37
27/12/2016	759.60	346.61	45.63	727.70	279.22	38.37	767.20	401.78	52.37
PROMEDIO	676.94	308.89	45.63	789.69	303.00	38.37	706.77	370.14	52.37
D.S.	95.966	43.789	0.000	190.411	73.061	0.000	98.989	51.840	0.000
C.V.%	14.176	14.176	0.000	24.112	24.112	0.000	14.006	14.006	0.000

ETAPA II

FECHA	8% PT(ALPACA 1) 14H492E			4% PT(ALPACA 2) 14H758F			6% PT(ALPACA 3) 14H560 E		
	MF, g	MS, g	MS, %	MF, g	MS, g	MS, %	MF, g	MS, g	MS, %
03/01/2017	896.00	373.00	41.63	795.80	366.07	46.00	833.70	404.68	48.54
04/01/2017	617.40	257.02	41.63	690.30	317.54	46.00	615.00	298.52	48.54
05/01/2017	596.80	248.45	41.63	567.70	261.14	46.00	680.90	330.51	48.54
06/01/2017	697.60	290.41	41.63	633.10	291.23	46.00	820.30	398.17	48.54
07/01/2017	652.40	271.59	41.63	685.70	315.42	46.00	798.10	387.40	48.54
08/01/2017	1014.50	422.34	41.63	689.80	317.31	46.00	823.20	399.58	48.54
09/01/2017	906.70	377.46	41.63	617.20	283.91	46.00	866.40	420.55	48.54
PROMEDIO	768.77	320.04	41.63	668.51	307.52	46.00	776.80	377.06	48.54
D.S	166.678	69.388	0.000	72.429	33.317	0.000	92.323	44.813	0.000
C.V.%	21.681	21.681	0.000	10.834	10.834	0.000	11.885	11.885	0.000

ETAPA III

FECHA	4% PT(ALPACA 1) 14H492E			6% PT(ALPACA 2) 14H758F			8% PT(ALPACA 3) 14H560 E		
	MF, g	MS, %	MS,%	MF, g	MS, %	MS,%	MF, g	MS, g	MS, %
16/01/2017	631.8	281.59	44.57	750.6	318.70	42.46	1005.3	490.89	48.83
17/01/2017	907.3	404.38	44.57	720.4	305.88	42.46	861.4	420.62	48.83
18/01/2017	798.8	356.03	44.57	777.1	329.96	42.46	811.7	396.35	48.83
19/01/2017	904.9	403.31	44.57	882.4	374.67	42.46	821.9	401.33	48.83
20/01/2017	802.4	357.63	44.57	752	319.30	42.46	861.5	420.67	48.83
21/01/2017	725.1	323.18	44.57	739.1	313.82	42.46	625.7	305.53	48.83
22/01/2017	657.1	292.87	44.57	758.7	322.14	42.46	769.4	375.70	48.83
PROMEDIO	775.34	345.57	44.57	768.61	326.35	42.46	822.41	401.58	48.83
D.S.	109.993	49.024	0.000	53.094	22.544	0.000	114.103	55.716	0.000
C.V.%	14.186	14.186	0.000	6.908	6.908	0.000	13.874	13.874	0.000

DIGESTIBILIDAD DE MATERIA SECA

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

	ALPACAS	CMS,g	EMS,g	DMS,g	DMS,%
ETAPA I	ALP1 (6% PT)	746.90	308.89	438.01	58.64
	ALP2 (8% PT)	725.85	303.00	422.85	58.26
	ALP3 (4% PT)	849.32	370.14	479.18	56.42
ETAPA II	ALP1 (8% PT)	810.33	320.04	490.29	60.50
	ALP2 (4% PT)	774.45	307.52	466.93	60.29
	ALP3 (6% PT)	869.10	377.06	492.04	56.61
ETAPA III	ALP1 (4% PT)	773.57	345.57	428.00	55.33
	ALP2 (6% PT)	790.41	326.35	464.06	58.71
	ALP3 (8% PT)	922.08	401.58	520.50	56.45

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

ETAPA	ALPACA 1	ALPACA 2	ALPACA 3
I	6% 58.64	8% 58.26	4% 56.42
II	8% 60.50	4% 60.29	6% 56.61
III	4% 55.33	6% 58.71	8% 56.45
TRATAMIENTO		PROMEDIO	
MEZCLA CON 4% DE PT		57.35%	
MEZCLA CON 6% DE PT		57.99%	
MEZCLA CON 8% DE PT		58.40%	

EXCRECION DE ORINA

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

ETAPA I

FECHA	6% PT alp1	8% PT alp2	4% PT alp3
	ml/d	ml/d	ml/d
21/12/2016	310.00	362.00	339.00
22/12/2016	300.00	350.00	346.00
23/12/2016	250.00	200.00	580.00
24/12/2016	530.80	1089.70	715.20
25/12/2016	750.00	410.00	250.00
26/12/2016	640.00	400.00	675.00
27/12/2016	750.00	445.00	500.00
PROMEDIO	504.40	465.24	486.46
D.S.	217.57	286.34	179.90
C.V.%	43.13	61.55	36.98

ETAPA II

FECHA	8% PT alp1	4% PT alp2	6% PT alp3
	ml/d	ml/d	ml/d
03/01/2017	580.00	140.00	930.00
04/01/2017	600.00	450.00	1100.00
05/01/2017	410.00	320.00	640.00
06/01/2017	420.00	300.00	900.00
07/01/2017	350.00	230.00	540.00
08/01/2017	690.00	350.00	860.00
09/01/2017	450.00	380.00	520.00
PROMEDIO	500.00	310.00	784.29
D.S.	123.83	101.32	219.99
C.V.%	24.77	32.69	28.05

ETAPA III

FECHA	4% PT alp1	6% PT alp2	8% PT alp3
	ml/d	ml/d	ml/d
16/01/2017	280.00	440.00	1280.00
17/01/2017	220.00	320.00	960.00
18/01/2017	260.00	450.00	1050.00
19/01/2017	210.00	370.00	760.00
20/01/2017	250.00	390.00	1050.00
21/01/2017	260.00	360.00	1500.00
22/01/2017	250.00	300.00	1040.00
PROMEDIO	247.14	375.71	1091.43
D.S.	24.30	56.23	236.53
C.V.%	9.83	14.97	21.67

PERDIDAS DERMICAS

TABLA 19. COLECCIÓN DE PÉRDIDAS DÉRMICAS EN EL EXPERIMENTO,

g/d

ETAPA I

FECHA	6% PT (alpaca 1)			8% PT (alpaca 2)			4% PT (alpaca 3)		
	MD, g	MS, g	MS, %	MD, g	MS, g	MS, %	MD, g	MS, g	MS, %
21/12/2016	0.4	0.36	89.66	0.5	0.43	86.96	0.4	0.37	91.67
22/12/2016	0.6	0.54	89.66	0.6	0.52	86.96	0.3	0.28	91.67
23/12/2016	0.2	0.18	89.66	0.4	0.35	86.96	0.4	0.37	91.67
24/12/2016	0.4	0.36	89.66	0.5	0.43	86.96	0.2	0.18	91.67
25/12/2016	0.3	0.27	89.66	0.6	0.52	86.96	0.3	0.28	91.67
26/12/2016	0.5	0.45	89.66	0.5	0.43	86.96	0.5	0.46	91.67
27/12/2016	0.3	0.27	89.66	0.3	0.26	86.96	0.3	0.28	91.67
PROMEDIO	0.39	0.35	89.66	0.49	0.42	86.96	0.34	0.31	91.67
D. E	0.13	0.12	0.00	0.11	0.09	0.00	0.10	0.09	0.00
CV	34.88	34.88	0.00	22.01	22.01	0.00	28.46	28.46	0.00
SUMATORIA	2.7			3.4			2.4		

ETAPA II

FECHA	8% PT (alpaca 1)			4% PT (alpaca 2)			6% PT (alpaca 3)		
	MD, g	MS, g	MS, %	MD, g	MS, g	MS, %	MD, g	MS, g	MS, %
03/01/2017	0.3	0.27	90.48	0.3	0.24	80.00	0.5	0.42	83.33
04/01/2017	0.2	0.18	90.48	0.2	0.16	80.00	0.4	0.33	83.33
05/01/2017	0.7	0.63	90.48	0.3	0.24	80.00	0.2	0.17	83.33
06/01/2017	0.5	0.45	90.48	0.1	0.08	80.00	0.3	0.25	83.33
07/01/2017	0.3	0.27	90.48	0.2	0.16	80.00	0.5	0.42	83.33
08/01/2017	0.5	0.45	90.48	0.3	0.24	80.00	0.3	0.25	83.33
09/01/2017	0.6	0.54	90.48	0.1	0.08	80.00	0.4	0.33	83.33
PROMEDIO	0.44	0.40	90.48	0.21	0.17	80.00	0.37	0.31	83.33
D. E	0.18	0.16	0.00	0.09	0.07	0.00	0.11	0.09	0.00
CV	40.93	40.93	0.00	41.99	41.99	0.00	29.96	29.96	0.00
SUMATORIA	3.1			1.5			2.6		

ETAPA III

FECHA	4% PT (alpaca 1)			6% PT (alpaca 2)			8% PT (alpaca 3)		
	MD, g	MS, g	MS, %	MD, g	MS, g	MS, %	MD, g	MS, g	MS, %
16/01/2017	0.5	0.39	77.78	0.6	0.50	84.00	0.3	0.25	84.00
17/01/2017	0.2	0.16	77.78	0.4	0.34	84.00	0.5	0.42	84.00
18/01/2017	0.1	0.08	77.78	0.5	0.42	84.00	0.4	0.34	84.00
19/01/2017	0.2	0.16	77.78	0.2	0.17	84.00	0.8	0.67	84.00
20/01/2017	0.4	0.31	77.78	0.5	0.42	84.00	0.5	0.42	84.00
21/01/2017	0.3	0.23	77.78	0.4	0.34	84.00	0.6	0.50	84.00
22/01/2017	0.1	0.08	77.78	0.2	0.17	84.00	0.4	0.34	84.00
PROMEDIO	0.26	0.20	77.78	0.40	0.34	84.00	0.50	0.42	84.00
D. E	0.15	0.12	0.00	0.15	0.13	0.00	0.16	0.14	0.00
CV	58.79	58.79	0.00	38.19	38.19	0.00	32.66	32.66	0.00
SUMATORIA	1.8			2.8			3.5		

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

ETAPAS	ALPACA1	ALPACA2	ALPACA3
I	6% 0.37	8% 0.29	4% 0.31
II	8% 0.27	4% 0.17	6% 0.21
III	4% 0.20	6% 0.30	8% 0.30
TRATAMIENTO	MEZCLA CON 4% PT	MEZCLA CON 6% PT	MEZCLA CON 8% PT
PROMEDIO	0.23	0.29	0.29

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

MEZCLA 4 % DE PROTEINA TOTAL

Etapa	Alpaca	Nitrogeno ofrecido			Nitrogeno Rechazado			Nitrogeno ingerido			Nitrogeno Fecal			Nitrogeno Urinaria			Nitrogeno Per. Cutaneo			Nitrogeno digestible		Nitrogeno metabolizable	
		MSO g/d	NO %	NO g/d	MSR g/d	NR %	NR g/d	CMS g/d	NI g/d	MSF g/d	NF %	NF g/d	Orina ml/d	NU %	NU g/d	P.Cutanea g/d	NC %	NC g/d	ND %	ND g/d	NM %	NM g/d	
I	Alpaca 3	901.88	0.64	5.77	52.55	0.64	0.34	849.33	5.44	370.14	1.19	4.40	486.46	0.95	4.62	0.31	18.61	0.06	18.97	1.03	-66.05	-3.81	
II	Alpaca 2	785.19	0.64	5.03	10.74	0.64	0.07	774.45	4.96	307.52	1.23	3.78	310.00	1.76	5.46	0.17	19.26	0.03	23.69	18.97	-86.39	-4.34	
III	Alpaca 1	794.09	0.64	5.08	20.51	0.64	0.13	773.58	4.95	345.57	1.33	4.60	247.14	1.31	3.24	0.20	18.73	0.04	7.17	0.35	-58.23	-2.96	
	PROMEDIO	827.05	0.64	5.29	27.93	0.64	0.18	799.12	5.11	341.08	1.25	4.26	347.87	1.34	4.44	0.23	18.87	0.04	16.61	6.78	-70.22	-3.70	
	D.S	64.95	0.00	0.42	21.87	0.00	0.14	43.49	0.28	31.55	0.07	0.43	124.07	0.41	1.12	0.07	0.35	0.01	8.51	10.56	14.54	0.70	
	C.V %	7.85	0.00	7.85	78.30	0.00	78.30	5.44	9.25	5.77	9.98	35.67	30.29	25.25	32.52	1.83	31.09	51.24	155.59	-20.70	-18.83		

MEZCLA 6 % DE PROTEINA TOTAL

Etapa	Alpaca	Nitrogeno ofrecido			Nitrogeno Rechazado			Nitrogeno ingerido			Nitrogeno Fecal			Nitrogeno Urinaria			Nitrogeno Per. Cutaneo			Nitrogeno digestible		Nitrogeno metabolizable	
		DO g/d	NO %	NO g/d	MSR g/d	NR %	NR g/d	CMS g/d	NI g/d	MSF g/d	NF %	NF g/d	Orina ml/d	NU %	NU g/d	P.Cutanea g/d	NC %	NC g/d	ND(aparente) %	ND(real) %	ND g/d	NM %	NM g/d
I	Alpaca 1	821.78	0.96	7.89	74.87	0.96	0.72	746.91	7.17	308.89	1.46	4.51	504.40	1.70	8.57	0.35	17.91	0.06	37.10	101.20	2.66	-82.48	-6.51
II	Alpaca 3	874.19	0.96	8.39	5.09	0.96	0.05	869.10	8.34	377.06	1.21	4.56	784.29	0.92	7.22	0.31	18.82	0.06	45.32	98.11	3.78	-41.16	-3.45
III	Alpaca 2	794.09	0.96	7.62	3.67	0.96	0.04	790.42	7.59	326.35	1.35	4.41	375.71	1.32	4.96	0.34	18.17	0.06	41.94	91.79	3.18	-23.42	-1.79
	PROMEDIO	830.02	0.96	7.97	27.88	0.96	0.27	802.14	7.70	337.43	1.34	4.49	554.80	1.31	6.92	0.33	18.30	0.06	41.45	97.03	3.21	-49.02	-3.92
	D.S	40.68	0.00	0.39	40.70	0.00	0.39	61.93	0.59	35.41	0.13	0.08	208.90	0.39	1.83	0.02	0.47	0.00	4.13	4.80	0.56	30.31	2.39
	C.V %	4.90	0.00	4.90	146.01	0.00	146.01	7.72	7.72	10.49	9.35	1.78	37.65	29.70	26.40	6.24	2.56	3.76	9.96	4.95	17.48	-61.82	-61.15

MEZCLA 8 % DE PROTEINA TOTAL

Etapa	Alpaca	Nitrogeno ofrecido			Nitrogeno Rechazado			Nitrogeno ingerido			Nitrogeno Fecal			Nitrogeno Urinaria			Nitrogeno Per. Cutaneo			Nitrogeno digestible		Nitrogeno metabolizable	
		MSO g/d	NO %	NO g/d	MSR g/d	NR %	NR g/d	CMS g/d	NI g/d	MSF g/d	NF %	NF g/d	Orina ml/d	NU %	NU g/d	P.Cutanea g/d	NC %	NC g/d	ND(aparente) %	ND(real) %	ND g/d	NM %	NM g/d
I	Alpaca 2	741.68	1.28	9.49	15.82	1.28	0.20	725.86	9.29	303.00	1.50	4.55	465.24	1.32	6.14	0.42	17.95	0.08	51.08	91.79	4.75	-15.02	-1.43
II	Alpaca 1	814.85	1.28	10.43	4.52	1.28	0.06	810.33	10.37	320.04	1.59	5.09	500.00	1.72	8.60	0.40	18.74	0.07	50.94	95.25	5.28	-31.97	-3.33
III	Alpaca 3	925.61	1.28	11.85	3.53	1.28	0.05	922.08	11.80	401.58	1.53	6.14	1091.43	0.75	8.19	0.42	18.28	0.08	47.94	85.26	5.66	-21.41	-2.54
	PROMEDIO	827.38	1.28	10.59	7.96	1.28	0.10	819.42	10.49	341.54	1.54	5.26	685.56	1.26	7.64	0.41	18.32	0.08	49.99	90.77	5.23	-22.80	-2.43
	D.S	92.60	0.00	1.19	6.83	0.00	0.09	98.43	1.26	52.69	0.05	0.81	351.93	0.49	1.32	0.01	0.40	0.00	1.77	5.07	0.46	8.56	0.96
	C.V %	11.19	0.00	11.19	85.81	0.00	85.81	12.01	12.01	15.43	2.98	15.46	51.33	38.59	17.23	2.79	2.17	1.25	3.55	5.59	8.77	-37.56	-39.42

PESO VIVO EN ALPACAS HEMBRA DE TRES AÑOS DE EDAD**TABLA 22. REGISTRO DE PESO VIVO EN ALPACAS HEMBRAS****DIETA CON 4% DE PT**

ETAPA	ALPACA	PI, kg	PF, kg	kg W ^{0.75}	GPV kg/7 días	GPV, g/d	GPV, g/ Kg W ^{0.75}
I	Alpaca 3	60.8	58.8	21.23	-2.0	-0.29	-0.0135
II	Alpaca 2	52.9	52.7	19.56	-0.2	-0.03	-0.0015
III	Alpaca 1	53.5	54.1	19.95	0.6	0.09	0.0043
PROMEDIO		55.733	55.200	20.247	-0.533	-0.076	-0.004

DIETA CON 6% DE PT

ETAPA	ALPACA	PI, kg	PF, kg	kg W ^{0.75}	GPV, kg/7 días	GPV, g/d	GPV, g/ Kg W ^{0.75}
I	Alpaca 1	55.4	54.2	19.98	-1.2	-0.17	-0.0086
II	Alpaca 3	58.9	60	21.56	1.1	0.16	0.0073
III	Alpaca 2	53.5	53.47	19.77	-0.03	0.00	-0.0002
PROMEDIO		55.933	55.890	20.436	-0.043	-0.006	-0.001

DIETA CON 8% DE PT

ETAPA	ALPACA	PI, kg	PF, kg	kg W ^{0.75}	GPV, kg/7 días	GPV, g/d	GPV, g/ Kg W ^{0.75}
I	Alpaca 2	50	53.1	19.67	3.1	0.44	0.0225
II	Alpaca 1	54.9	56.3	20.55	1.4	0.20	0.0097
III	Alpaca 3	62.4	64.2	22.68	1.8	0.26	0.0113
PROMEDIO		55.7667	57.8667	20.9682	2.1000	0.3000	0.0145

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

CONSUMO DE MATERIA SECA Y PESO VIVO, EN ALPACAS HEMBRAS			
VARIABLES	4% PT	6% PT	8% PT
Peso vivo de alpacas			
Peso promedio final, kg	55.200	55.890	57.870
Peso metabólico, W kg ^{0.75}	20.247	20.436	20.968
Ganancia de peso, g/d	-0.076	-0.006	0.300
Ganancia de peso, g/Wkg ^{0.75}	-0.004	-0.001	-0.015
Materia seca consumida			
Materia seca(MS) ofrecida, g/d	727.500	830.020	827.380
Materia seca residual, g/d	27.930	27.880	7.960
Materia seca consumida g/d	799.120	802.140	819.420
Materia seca consumida, g/Wkg ^{0.75}	39.469	39.251	39.080
NITRÓGENO Y PROTEÍNA EN LAS ALPACAS HEMBRAS			
Nitrógeno consumido,(NC)	4%	6%	8%
Peso metabólico, W kg ^{0.75}	20.247	20.436	20.968
Nitrógeno ofrecido, g/d	5.29	7.97	10.59
Nitrógeno residual, g/d	0.13	0.27	0.10
Nitrógeno consumido, g/d	5.11	7.70	10.49
Nitrógeno consumido, g/Kg W ^{0.75}	0.252	0.377	0.500
Proteína ofrecida,g/d	29.1	49.8	66.19
Proteína residual, g/d	1.12	1.67	0.64
Proteína consumida, g/d	27.98	48.13	65.55
Proteína consumida, g/kgW ^{0.75}	1.38	2.35	3.13
NITRÓGENO DIGESTIBLE DE LAS DIETAS EN ALPACAS HEMBRAS			
VARIABLES	4% PT	6% PT	8% PT
Peso metabólico, kgW ^{0.75}	20.247	20.436	20.968
Nitrógeno consumido, g/d	5.11	7.7	10.49
Nitrógeno fecal, g/d	4.26	4.49	5.26
Nitrógeno urinario, g/d	4.44	6.92	7.64
Nitrógeno dermico, g/d	0.04	0.06	0.08
Nitrógeno digestible, g/d	6.78	3.21	5.23
Nitrogeno digestible, %	16.61	41.45	49.99
Nitrogeno digestible, g/kgW ^{0.75}	0.335	0.157	0.249
NITRÓGENO METABOLICO FECAL (NMF) EN ALPACAS HEMBRAS			
VARIABLES	4% PT	6% PT	8% PT
Materia seca consumida(MSC), g/d	799.12	802.14	819.42
Peso metabólico, kgW ^{0.75}	20.247	20.436	20.968
Nitrógeno consumido, g/d	5.11	7.7	10.49
Nitrogeno excretado en heces:			
Materia seca excretada, g/d	34.08	337.43	341.54
Nitrógeno en heces,%	1.25	1.34	1.54
Nitrógeno fecal, g/d	4.26	4.49	5.26
Nitrógeno fecal, g/100g MSC	0.533	0.560	0.642
Nitrógeno fecal, g/kgW ^{0.75}	0.210	0.220	0.251
Nitrógeno metabólico fecal(NMF), g/100g MSC		0.4201	
Nitrógeno metabólico fecal g/kgW ^{0.75}		0.125	
NITRÓGENO ENDÓGENO URINARIO (NEU) EN ALPACAS HEMBRAS			
VARIABLES	4% PT	6% PT	8% PT
Peso vivo final, kg	55.200	55.890	57.870
Peso metabólico, W kg ^{0.75}	20.247	20.436	20.968
Nitrógeno consumido, g/d	5.11	7.7	10.49
Nitrógeno excretado en orina:			
Orina excretada, ml/d	347.87	554.8	685.56
Nitrógeno urinario, %	1.34	1.31	1.26
Nitrógeno urinario, g/d	4.44	6.92	7.64
Nitrógeno urinario, g/kgW ^{0.75}	0.220	0.339	0.364
Nitrogeno endógeno urinario, g/d (x=0 NC)		1.747	
Nitrógeno endógeno urinario, g/kgW ^{0.75} (x=0 NC)		0.102	
NITRÓGENO ENDÓGENO DÉRMICO (NED) EN ALPACAS HEMBRAS			
VARIABLES	4% PT	6% PT	8% PT
Peso metabólico, kgW ^{0.75}	20.247	20.436	20.968
Nitrógeno consumido, g/d	5.11	7.7	10.49
Nitrógeno de pérdidas dérmicas:			
Pérdidas dérmicas, g/d	0.23	0.33	0.41
Nitrógeno dérmico,%	18.87	18.3	18.32
Nitrógeno dérmico, g/d	0.04	0.06	0.08
Nitrógeno dérmico, g/kgW ^{0.75}	0.00198	0.00293	0.00382
Nitrógeno endógeno dérmico, g/d (x=0 NC)		0.0023	
Nitrógeno endógeno dérmico, g/kgW ^{0.75} (x=0 NC)		0.0003	

TABLA 24. CONTENIDO DE NITRÓGENO EN HECES EN EL EXPERIMENTO

	MUESTRA, (g)	MS, (%)	D ml(H2SO4 AL0.	N, %	PROM. N%	PT, %	PROM. PT%
ETAPA I							
4% PT ALP 3	0.2001	52.53	2.60	1.17	1.19	7.30	7.44
4% PT ALP 3	0.2002	52.53	2.70	1.21		7.58	
6% PT ALP 1	0.2003	45.63	3.20	1.44	1.46	8.98	9.12
6% PT ALP 1	0.2003	45.63	3.30	1.48		9.26	
8% PT ALP 2	0.2004	38.37	3.30	1.48	1.50	9.25	9.38
8% PT ALP 2	0.2009	38.37	3.40	1.52		9.51	
ETAPA II							
4% PT ALP 2	0.2008	46	2.80	1.25	1.23	7.83	7.69
4% PT ALP 2	0.2009	46	2.70	1.21		7.55	
6% PT ALP 3	0.2007	48.54	2.70	1.21	1.21	7.56	7.56
6% PT ALP 3	0.2008	48.54	2.70	1.21		7.55	
8% PT ALP 1	0.2003	41.63	3.50	1.57	1.59	9.82	9.95
8% PT ALP 1	0.2007	41.63	3.60	1.61		10.08	
ETAPA III							
4% PT ALP 1	0.2005	44.57	2.95	1.32	1.33	8.27	8.34
4% PT ALP 1	0.2003	44.57	3.00	1.35		8.41	
6% PT ALP 2	0.2001	42.46	3.00	1.35	1.35	8.42	8.42
6% PT ALP 2	0.2002	42.46	3.00	1.35		8.42	
8% PT ALP 3	0.2003	48.83	3.30	1.52	1.52	9.54	9.54
8% PT ALP 3	0.2003	48.83	3.40	1.53		9.54	

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

ETAPA	ALPACA 1	ALPACA 2	ALPACA 3
I	6% 1.458	8% 1.501	4% 1.190
II	8% 1.592	4% 1.231	6% 1.209
III	4% 1.334	6% 1.334	8% 1.524
TRATAMIENTO	DIETA 4% PT	DIETA 6% PT	DIETA 8% PT
PROM.	1.252	1.334	1.539

TABLA 26. CONTENIDO DE NITRÓGENO EN ORINA EN EL EXPERIMENTO

	MUESTRA, (ml)	GASTO ml(H2SO4 AL 0.0669)	N, %	PROM. N%	PT, %	PROM. PT%
ETAPA I						
4% PT ALP 3	5	50.90	0.953	0.954	5.959	5.965
4% PT ALP 3	5	51.00	0.955		5.971	
6% PT ALP 1	5	91.10	1.706	1.702	10.666	10.637
6% PT ALP 1	5	90.60	1.697		10.607	
8% PT ALP 2	5	71.00	1.329	1.324	8.312	8.277
8% PT ALP 2	5	70.40	1.319		8.242	
ETAPA II						
4% PT ALP 2	5	94.00	1.760	1.757	11.005	10.982
4% PT ALP 2	5	93.60	1.753		10.958	
6% PT ALP 3	5	49.20	0.922	0.919	5.760	5.743
6% PT ALP 3	5	48.90	0.916		5.725	
8% PT ALP 1	5	93.60	1.683	1.721	10.516	10.755
8% PT ALP 1	5	93.90	1.759		10.993	
ETAPA III						
4% PT ALP 1	5	70.30	1.317	1.313	8.230	8.207
4% PT ALP 1	5	69.90	1.309		8.184	
6% PT ALP 2	5	70.50	1.321	1.320	8.254	8.248
6% PT ALP 2	5	70.40	1.319		8.242	
8% PT ALP 3	5	39.80	0.746	0.749	4.659	4.677
8% PT ALP 3	5	40.10	0.751		4.695	

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

ETAPA	ALPACA 1	ALPACA 2	ALPACA 3
I	6% 1.702	8% 1.324	4% 0.954
II	8% 1.721	4% 1.757	6% 0.919
III	4% 1.313	6% 1.320	8% 0.749
TRATAMIENTO	DIETA 4% PT	DIETA 6% PT	DIETA 8% PT
PROM.	1.341	1.314	1.265

TABLA 28. CONTENIDO DE NITRÓGENO EN PÉRDIDAS CUTÁNEAS EN EL EXPERIMENTO

	MUESTRA, (g)	GASTO ml(H2SO4 AL 0.0628)	N, %	PROM. N%	PT, %	PROM. PT%
ETAPA I						
4% PT ALP 3	0.2000	42.5	18.485	18.606	115.532	116.288
4% PT ALP 3	0.2000	42.6	18.727		117.044	
6% PT ALP 1	0.2001	40.7	17.883	17.905	111.767	111.905
6% PT ALP 1	0.2001	40.8	17.927		112.042	
8% PT ALP 2	0.2004	40.8	17.899	17.948	111.874	112.177
8% PT ALP 2	0.2003	41.0	17.997		112.479	
ETAPA II						
4% PT ALP 2	0.2002	44.0	19.323	19.262	120.769	120.388
4% PT ALP 2	0.2001	43.7	19.201		120.006	
6% PT ALP 3	0.2001	43.1	18.837	18.817	118.358	117.917
6% PT ALP 3	0.2002	42.8	18.796		117.476	
8% PT ALP 1	0.2001	42.5	18.674	18.735	116.710	117.093
8% PT ALP 1	0.2002	42.8	18.796		117.476	
ETAPA III						
4% PT ALP 1	0.2000	42.4	18.639	18.727	116.494	117.044
4% PT ALP 1	0.2000	42.8	18.815		117.593	
6% PT ALP 2	0.2000	41.3	18.155	18.068	113.472	112.923
6% PT ALP 2	0.2000	40.9	17.980		112.373	
8% PT ALP 3	0.2003	41.7	18.304	18.282	114.399	114.262
8% PT ALP 3	0.2003	41.6	18.260		114.125	

TABLA 29. NITRÓGENO EN PÉRDIDAS CUTÁNEAS. DISEÑO CUADRADO LATINO 3 X 3

ETAPA	ALPACA 1	ALPACA 2	ALPACA 3
I	6% 17.905	8% 17.948	4% 18.606
II	8% 18.735	4% 19.262	6% 18.817
III	4% 18.727	6% 18.068	8% 18.282
TRATAMIENTO	DIETA 4% PT	DIETA 6% PT	DIETA 8% PT
PROM.	18.865	18.263	18.322

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

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

FILAS	COLUMNAS(N° de alpacas)						TOTAL DE FILAS
	ALPACA 1		ALPACA 2		ALPACA 3		
ETAPA I	6%	746.910	8%	725.860	4%	849.330	2322.100
ETAPA II	8%	810.330	4%	774.450	6%	869.100	2453.880
ETAPA III	4%	773.580	6%	790.420	8%	922.080	2486.080
TOTAL COLUMNAS		2330.820		2290.730		2640.510	7262.060

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

FV	GL	SC	CM	Fc	F α 0.05	F α 0.01	sign.
Etapas (filas)	2	5032.472	2516.236	3.681	19.00	99.01	n.s
Alpacas (col	2	24429.023	12214.512	17.871	19.00	99.01	n.s
Tratamiento	2	719.964	359.982	0.527	19.00	99.01	n.s
Error experir	2	1366.980	683.490				
TOTAL	8	31548.439					

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

FILAS	COLUMNAS(N° de alpacas)						TOTAL DE FILAS
	ALPACA 1		ALPACA 2		ALPACA 3		
ETAPA I	6%	58.640	8%	58.26	4%	56.42	173.32
ETAPA II	8%	60.500	4%	60.29	6%	56.61	177.40
ETAPA III	4%	55.330	6%	58.71	8%	56.45	170.49
TOTAL COLUMNAS		174.470		177.26		169.48	521.21

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

FV	GL	SC	CM	Fc	F α 0.05	F α 0.01	sign.
Etapas (filas)	2	8.045	4.022	1.284	19.00	99.01	n.s
Alpacas (columna	2	10.357	5.178	1.653	19.00	99.01	n.s
Tratamientos (niv	2	1.700	0.850	0.271	19.00	99.01	n.s
Error experiment	2	6.264	3.132				
TOTAL	8	26.366					

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

FILAS	COLUMNAS(N° de alpacas)						TOTAL DE FILAS
	ALPACA 1		ALPACA 2		ALPACA 3		
ETAPA I	6%	7.17	8%	9.29	4%	5.44	21.90
ETAPA II	8%	10.37	4%	4.96	6%	8.34	23.67
ETAPA III	4%	4.95	6%	7.59	8%	11.80	24.34
TOTAL COLUMNAS		22.49		21.84		25.58	69.91

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

FV	GL	SC	CM	Fc	F α 0.05	F α 0.01	sign.
Etapas (filas)	2	1.059	0.530	3.435	19.00	99.01	n.s
Alpacas (columnas)	2	2.662	1.331	8.631	19.00	99.01	n.s
Tratamientos (niveles)	2	43.276	21.638	140.314	19.00	99.01	**
Error experimental	2	0.308	0.154				
TOTAL	8	47.306					

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

FILAS	COLUMNAS(N° de alpacas)						TOTAL DE FILAS
	ALPACA 1		ALPACA 2		ALPACA 3		
ETAPA I	6%	0.371	8%	0.5118	4%	0.1897	1.0725
ETAPA II	8%	0.5094	4%	0.2369	6%	0.4532	1.1995
ETAPA III	4%	0.717	6%	0.4194	8%	0.4794	1.6158
TOTAL COLUMNAS		1.5974		1.1681		1.1223	3.8878

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

FV	GL	SC	CM	Fc	F α 0.05	F α 0.01	sign.
Etapas (filas)	2	0.0538	0.0269	0.7210	19.00	99.01	n.s
Alpacas (columnas)	2	0.0458	0.0229	0.6131	19.00	99.01	n.s
Tratamiento (niveles)	2	0.0226	0.0113	0.3027	19.00	99.01	n.s
Error experimental	2	0.0747	0.0373				
TOTAL	8	0.1969					

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

FILAS	COLUMNAS(N° de alpacas)						TOTAL DE FILAS
	ALPACA 1		ALPACA 2		ALPACA 3		
ETAPA I	6%	4.51	8%	4.55	4%	4.4	13.46
ETAPA II	8%	5.09	4%	3.78	6%	4.56	13.43
ETAPA III	4%	4.6	6%	4.41	8%	6.14	15.15
TOTAL COLUMNAS		14.2		12.74		15.1	42.04

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

FV	GL	SC	CM	Fc	Fα 0.05	Fα 0.01	sign.
Etapas (filas)	2	0.6462	0.3231	6.9612	19.00	99.01	n.s
Alpacas (color	2	0.9457	0.4728	10.1882	19.00	99.01	n.s
Tratamientos (2	1.6422	0.8211	17.6921	19.00	99.01	n.s
Error experime	2	0.0928	0.0464				
TOTAL	8	3.3269					

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

FILAS	COLUMNAS(N° de alpacas)						TOTAL DE FILAS
	ALPACA 1		ALPACA 2		ALPACA 3		
ETAPA I	6%	8.57	8%	6.14	4%	4.62	19.33
ETAPA II	8%	8.6	4%	5.46	6%	7.22	21.28
ETAPA III	4%	3.24	6%	4.96	8%	8.19	16.39
TOTAL COLUMNAS		20.41		16.56		20.03	57.00

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

FV	GL	SC	CM	Fc	Fα 0.05	Fα 0.01	sign.
Etapas (filas)	2	4.040	2.020	0.7214	19.00	99.01	n.s
Alpacas (col	2	3.001	1.500	0.5358	19.00	99.01	n.s
Tratamiento	2	16.923	8.462	3.0219	19.00	99.01	n.s
Error experir	2	5.600	2.800				
TOTAL	8	29.564					

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

FILAS	COLUMNAS(N° de alpacas)						TOTAL DE FILAS
	ALPACA 1		ALPACA 2		ALPACA 3		
ETAPA I	6%	0.06	8%	0.08	4%	0.06	0.20
ETAPA II	8%	0.07	4%	0.03	6%	0.06	0.16
ETAPA III	4%	0.04	6%	0.06	8%	0.08	0.18
TOTAL COLUMNAS		0.17		0.17		0.20	0.54

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

FV	GL	SC	CM	Fc	Fα 0.05	Fα 0.01	sign.
Etapas (filas)	2	0.000267	0.000133	4.00	19.00	99.01	n.s
Alpacas (columnas)	2	0.000200	0.000100	3.00	19.00	99.01	n.s
Tratamientos (niveles)	2	0.001667	0.000833	25.00	19.00	99.01	*
Error experimental	2	0.000067	0.000033				
TOTAL	8	0.002200					

TABLA 44. ANÁLISIS DE REGRESIÓN DE PÉRDIDAS DE NITRÓGENO FECAL EN ALPACAS HEMBRAS

FV	gl	Sc	CM	Fc	Fα 0.05	Fα 0.01	sign.
Regresión	1	0.006	0.006	15	161	4.052	**
Residual	1	0.0004	0.0004				
Total	2	0.0064					

TABLA 45. ANÁLISIS DE REGRESIÓN DE PÉRDIDAS DE NITRÓGENO URINARIO EN ALPACAS HEMBRAS

FV	gl	Sc	CM	Fc	Fα 0.05	Fα 0.01	sign.
Regresión	1	5.047	5.047	8.564	161	4.052	**
Residual	1	0.589	0.589				
Total	2	5.636					

TABLA 46. ANÁLISIS DE REGRESIÓN DE PÉRDIDAS DE NITRÓGENO
DÉRMICO EN ALPACAS HEMBRAS

<i>FV</i>	<i>gl</i>	<i>Sc</i>	<i>CM</i>	<i>Fc</i>	<i>Fα 0.05</i>	<i>Fα 0.01</i>	<i>sign.</i>
Regresión	1	0.00000165	0.00000165	0.00033	161	4.052	n.s.
Residual	1	0.005	0.005				
Total	2	0.005					