

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS  
FACULTAD DE AGRONOMÍA  
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**



**TESIS DE GRADO**

**EVALUACIÓN DEL BALANCE DE NITRÓGENO Y ENERGÍA EN  
LLAMA (*Lama glama*) EN LA PROVINCIA INGAVI, DEPARTAMENTO  
DE LA PAZ**

**ALDO MARCELO ESPINOZA ANTEZANA**

**La Paz – Bolivia**

**2008**

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS  
FACULTAD DE AGRONOMÍA  
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**

**“EVALUACIÓN DEL BALANCE DE NITRÓGENO Y ENERGÍA EN LLAMA (*Lama glama*) EN LA PROVINCIA INGAVI, DEPARTAMENTO DE LA PAZ”**

*Tesis de Grado presentado como requisito  
parcial para optar el Título de  
Ingeniero Agrónomo*

**ALDO MARCELO ESPINOZA ANTEZANA**

**Tutor:**

M.Sc. Ing. Einstein Tejada Vélez .....

**Asesores:**

Ing. Zenón Martínez Flores .....

Ing. M.Sc. Diego Gutiérrez Gonzáles .....

**Tribunal Examinador:**

Ing. M.Sc. Víctor Castañon Rivera .....

Ing. Fanor Antezana Loayza .....

Dr. MVZ. René Condori Equice .....

**Aprobada**

**Presidente Tribunal Examinador** .....

## **DEDICATORIA**

A mí amada familia por su apoyo, confianza y paciencia.

Mis padres Edmundo, Angélica, y mis hermanos Rubén y Erika, quienes con su cariño comprensión, y apoyo me impulsaron para que pueda culminar esta etapa y comenzar una nueva en mi vida profesional.

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios que me dio conocimiento, comprensión, paciencia y oportunidad de concluir este trabajo.

A mi amada compañera en la vida: Verónica y a mis hijas: Natalia y Tatiana.

Al Programa Rumiantes Menores y Camélidos del Altiplano Boliviano y al Proyecto Capacitación e Investigación en Ganadería Campesina (**CIGAC-ENRECA**) quienes financiaron este trabajo de investigación.

A los Coordinadores del Programa Rumiantes Menores y Camélidos del Altiplano Boliviano, Ing. Zenón Martínez y del Proyecto Capacitación e Investigación en Ganadería Campesina (**CIGAC-ENRECA**), Ing. Moisés Quiroga, por el apoyo directo brindado a este trabajo.

A la Estación Experimental de Choquenaira dependiente de Facultad de Agronomía por acogerme en sus recintos y permitirme llevar a cabo este trabajo.

Al Instituto de Investigaciones Benson (Letanías) por permitirme utilizar sus instalaciones de manera incondicional para realizar este trabajo.

A mí estimado Tutor: Ing. Einstein Tejada por compartir su conocimiento para la elaboración del documento final.

A mis estimados Asesores: Ing. Diego Gutiérrez e Ing. Zenón Martínez por brindarme su conocimiento, orientación y entrañable amistad.

Al Comité Revisor conformado por: Dr. René Condori, Ing. Fanor Antezana e Ing. Víctor Castañon por apoyar con desprendimiento de tiempo en la corrección de este documento.

## ÍNDICE

	<b>Página</b>
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. ANTECEDENTES	2
2. OBJETIVOS	3
2.1. OBJETIVO GENERAL	3
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	3
3. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	4
3.1. CAMÉLIDOS SUDAMERICANOS EN BOLIVIA	4
3.1.1. LA LLAMA	4
3.1.2. FISIOLOGÍA DIGESTIVA DE LA LLAMA	5
3.1.3. ALIMENTACIÓN EN LLAMAS	7
3.2. PRADERA NATIVA	8
3.2.1. CHILLIWA ( <i>Festuca dolycophyla</i> )	8
3.2.2. CRESPILO ( <i>Calamagostis curvula</i> )	10
3.2.3. ICHU ( <i>Stipa ichu</i> )	10
3.3. FORRAJES INTRODUCIDOS EN EL ALTIPLANO BOLIVIANO	11
3.3.1. ALFALFA	11
3.4. BALANCES NUTRICIONALES	12
3.4.1. BALANCE DE NITRÓGENO	12
3.4.2. BALANCE DE ENERGÍA	13
4. MATERIALES Y MÉTODOS	14
4.1. LOCALIZACIÓN	14
4.1.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA	14
4.1.2. CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS	14

4.2. MATERIALES	15
4.2.1. CORRALES DE CRIANZA	15
4.2.2. JAULAS METABÓLICAS	16
4.2.3. MATERIAL BIOLÓGICO	18
4.2.4. ALIMENTOS	18
4.2.5. MATERIAL DE RECOLECCIÓN DE MUESTRAS	19
4.2.6. REACTIVOS	20
4.3. MÉTODOS	20
4.3.1. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL	20
4.3.1.1. ADAPTACIÓN DE LOS ANIMALES	20
4.3.1.2. ELABORACIÓN DE LOS ALIMENTOS	20
4.3.1.3. DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN	21
a) Corrales E. E. Choquenaira	21
b) Jaulas Metabólicas I. I. Benson (Letanías)	22
c) Cálculo de resultados de laboratorio	23
4.4. DISEÑO EXPERIMENTAL	24
4.5. CROQUIS EXPERIMENTAL	25
5. RESULTADOS Y DISCUSIONES	26
5.1. CONTENIDO DE NITRÓGENO Y ENERGÍA EN ALIMENTO, HECES Y ORINA	26
5.2. BALANCE DE NITRÓGENO Y ENERGÍA	37
6. CONCLUSIONES	44
7. RECOMENDACIONES	47
8. BIBLIOGRAFÍA	48
9. ANEXOS	52

## ÍNDICE DE CUADROS

	<b>Página</b>
CUADRO 1. Clasificación taxonómica de la llama	5
CUADRO 2. Comparación de estómago de rumiante vs. Camélido	7
CUADRO 3. Análisis bromatológico de la chilliwa ( <i>festuca dolycophyla</i> )	9
CUADRO 4. Análisis bromatológico del crespillo ( <i>calamasgostris</i> sp.)	10
CUADRO 5. Análisis bromatológico del ichu ( <i>stipa ichu</i> )	11
CUADRO 6. Combinaciones y proporciones de los alimentos utilizados para cada tratamiento	21
CUADRO 7. Efecto de las dietas en el contenido de Nitrógeno en Alimento, Heces y Orina en corrales	26
CUADRO 8. Efecto de las dietas en el contenido de Nitrógeno en Alimento, Heces y Orina en jaulas metabólicas.	26
CUADRO 9. Prueba de T para N Heces y N Orina de corrales y jaulas metabólicas	31
CUADRO 10. Efecto de las dietas en el contenido de Energía en Alimento y en Heces en corrales.	32
CUADRO 11. Efecto de las dietas en el contenido de Energía en el Alimento y en Heces en jaulas metabólicas.	33
CUADRO 12. Prueba de T para E Heces y E Orina de corrales y jaulas metabólicas	37
CUADRO 13. Efecto de las dietas en el Balance de Nitrógeno en llamas en corrales.	38
CUADRO 14. Efecto de las dietas en el Balance de Nitrógeno en llamas en jaulas metabólicas.	38
CUADRO 15. Prueba de T para NA y RAN de corrales y jaulas metabólicas	40

CUADRO 16. Efecto de las dietas en el Balance de Energía en llamas en corrales.	41
CUADRO 17. Efecto de las dietas en el Balance de Energía en llamas en jaulas metabólicas.	41
CUADRO 18. Prueba de T para ED y EM de corrales y jaulas metabólicas	43



## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>Página</b>
Figura 1. Ubicación de la Estación Experimental de Choquenaira y del Instituto de Investigaciones Benson Letanías	15
Figura 2. Corrales Estación Experimental Choquenaira	16
Figura 3. Jaulas Metabólicas Instituto de Investigaciones Benson (Letanías)	16
Figura 4. Colector de Heces en Jaulas Metabólicas	17
Figura 5. Colector de Orina en Jaulas Metabólicas	17
Figura 6. Llama en Corrales con Arneses Colectores	18
Figura 7. Arnés Colector de Heces en llama en corrales	19
Figura 8. Arnés Colector de Orina en llama en corrales	19
Figura 9. Croquis Experimental	25
Figura 10. Comparación de medias para el contenido de N en alimento suministrado a llamas en corrales.	27
Figura 11. Comparación de medias para el contenido de N en alimento suministrado a llamas en jaulas metabólicas.	28
Figura 12. Comparación de medias para el contenido de N en orina en corrales.	30
Figura 13. Comparación de medias para el contenido de N en orina en jaulas metabólicas.	30
Figura 14. Comparación de medias para el contenido de Energía en alimento suministrado a llamas en corrales.	34
Figura 15. Comparación de medias para el contenido de Energía en alimento suministrado a llamas en jaulas metabólicas.	34
Figura 16. Comparación de medias para el contenido de Energía en heces en corrales.	36

## RESUMEN

El establecimiento de sistemas de producción a partir de la crianza de llamas en el altiplano boliviano es limitado por la ausencia de conocimiento del aprovechamiento de nutrientes esenciales como la energía y proteína, que son vitales en los procesos metabólicos de todos los animales; en este marco, el presente trabajo tuvo el propósito de evaluar los balances de nitrógeno y energía de forrajes nativos e introducidos, como la alfalfa, simulando diversas calidades de dietas.

Se emplearon doce llamas macho del tipo Q'aras de dos dientes, cuatro jaulas metabólicas en Letanías, cuatro corrales con arneses colectores de heces y orina en Choquenaira, y cuatro dietas compuestas por forraje nativo henificado y heno de alfalfa en proporciones de 100:0, 75:25, 50:50 y 25:75.

Se aplicó un diseño completamente al azar y una prueba de comparación medias por Tukey para corrales y jaulas metabólicas por separado, analizándose en el paquete estadístico SAS. Para determinar el efecto de los métodos se utilizó la prueba de comparación de medias de T students.

El balance de nitrógeno y energía para todos los tratamientos fue positivo. El nitrógeno absorbido y el nitrógeno retenido están directamente relacionados con el consumo de alfalfa. En corrales se encontró relación entre el heno de alfalfa consumido y la energía asimilada por la llama, sin embargo, en jaulas metabólicas no se encontró relación entre el heno de alfalfa consumido y la energía asimilada por la llama.

En conclusión, se encontró que a mayor consumo de heno de alfalfa existe mayor absorción y retención de nitrógeno y existe mayor aprovechamiento de la energía del alimento. Esta última, está influenciada por la recolección de muestras propia de los métodos de corrales y jaulas metabólicas.

## **1. INTRODUCCIÓN**

El altiplano boliviano tiene un potencial ganadero importante, donde la crianza de llamas es una actividad promisoriosa, que se acomoda bien a las condiciones adversas de esta región.

La llama ha desarrollado un hábito de consumo con preferencia y selectividad de forrajes nativos, alcanzando resultados sorprendentes en la producción de carne, fibra y cuero, constituyéndose en el soporte económico de ganaderos establecidos en las zonas altiplánicas más áridas de Bolivia.

Para establecer sistemas de producción económicamente viables a partir de la crianza de llamas, es necesario conocer más a fondo su nutrición y alimentación; para tal efecto, el estudio de aprovechamiento de los alimentos a partir del análisis del comportamiento de la energía y el nitrógeno en estos animales permitirá dar pasos importantes para el desarrollo de sistemas de alimentación con orientación productiva en esta especie.

El estudio de nutrientes esenciales como el nitrógeno, que permite la formación de células, la regeneración de tejidos y que participa de la formación de productos como la carne y la leche; y la energía, que se requiere en la activación de los procesos metabólicos, permitirá determinar la eficiencia de absorción y retención nutricional en llamas.

En este marco, el presente trabajo tiene el propósito de investigar el aprovechamiento de los forrajes nativos e introducidos, como la alfalfa, con fines de identificar alternativas complementarias de alimentos a la dieta de llamas, a través de la valoración y asimilación nutritiva. Para este efecto, se evaluó los balances de nitrógeno y energía simulando diversas calidades de dietas.

## 1.1. ANTECEDENTES

Actualmente, no se cuenta con trabajos de investigación donde se determine el balance nutricional de forrajes nativos y mucho menos de dietas elaboradas para camélidos, específicamente en llamas; sin embargo, trabajos de digestibilidad *in vivo* de diferentes forrajes y dietas elaboradas para llamas fueron importantes para encaminar este trabajo.

Así, Vélez et al. (2006), estudió la digestibilidad *in vivo* del Pasto Brasileiro (*Phalaris tuberoarundinacea*) y de la avena (*avena sativa*), donde encontró que la digestibilidad aparente de los alimentos en llamas se incrementa con la presencia de altas cantidades de nitrógeno en la dieta.

López (2000), a partir de la evaluación de la digestibilidad *in vivo* de tres dietas logradas por la combinación de heno de alfalfa y paja de trigo en llamas, encontró que la digestibilidad de la proteína disminuye en dietas de menor calidad nutritiva.

Por su parte, GENIN (1999), hace referencia a balances nutricionales en sistema de crianza extensiva en el altiplano boliviano, donde menciona que los requerimientos de energía en llamas están siempre satisfechos por las dietas seleccionadas en periodo húmedo y seco, y que los requerimientos de nitrógeno en llamas presentan gran diferencia en relación a ovinos en periodo seco.

## 2. OBJETIVOS

### 2.1. OBJETIVO GENERAL

- Evaluación del balance de nitrógeno y energía en llamas

### 2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Evaluar el contenido de nitrógeno y energía de alimentos, heces y orina en cuatro niveles de alimentación y por dos métodos de evaluación *in vivo* en llamas
- Determinar el balance de nitrógeno y energía en cuatro niveles de alimentación y por dos métodos de evaluación *in vivo* en llamas

### **3. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

#### **3.1. CAMÉLIDOS SUDAMERICANOS EN BOLIVIA**

La población y producción de camélidos (llamas y alpacas), indica UNEPCA et al. (1999), siempre han sido relevantes en la historia y geografía de Bolivia. Los pueblos más primitivos andinos han utilizado su carne, fibra y cueros en las necesidades y menesteres familiares.

Asimismo, Pinto (2003), menciona que una gran parte de la sub-región altiplánica de Bolivia tiene condiciones climáticas semidesérticas, lo que permite desarrollar sólo la crianza de camélidos.

UNEPCA et al. (1999), anota también que los camélidos están distribuidos actualmente en la zona andina de Bolivia; esto es, en el altiplano y los pies de monte de las cordilleras Oriental y Occidental. Se estima que la superficie total del altiplano y la región alto andina es de 200,000 Km<sup>2</sup> aproximadamente.

Por su parte, Alfaro (2004), señala que recientemente UNEPCA ha concluido el primer censo nacional de camélidos de Bolivia, estableciendo la existencia de 2,398,572 llamas y 416,952 alpacas, donde la cría tradicional de llamas y alpacas se hallan en los departamentos de La Paz, Oruro, Potosí y Cochabamba.

##### **3.1.1. LA LLAMA**

Rossanigo et al. (1997), mencionan que la llama es la más grande y fuerte de las cuatro especies de camélidos sudamericanos. Su cabeza recta, bien proporcionada y cubierta con pelo, es más grande que la del guanaco y de la vicuña. La nariz es puntiaguda con fosas nasales bien abiertas, ojos con pestañas oscuras, labio superior hendido con sus dos mitades móviles e inferior colgante, característica que se hace más pronunciada a medida que envejece el animal. Las

orejas son puntiagudas y encorvadas hacia adelante bien recubiertas de pelos, de aproximadamente 10 - 15 cm., erectas al caminar. El cuello es inclinado siempre hacia adelante en el mismo ángulo, bien poblado de pelos menos en la zona de la garganta. El pecho sigue la línea del cuello y presenta una callosidad peculiar en el esternón. La línea dorso-lumbo-sacra es muy poco arqueada, lomo flaco y grupa más alta que la cruz. La cola es corta recubierto de pelo, en posición semirrecta. El vientre es arqueado siguiendo la línea del pecho. Las extremidades son largas, fuertes, musculosas y pobladas de pelo casi hasta las pezuñas. Las patas poseen dos dedos con uñas y debajo las almohadillas plantares.

Jiménez (2003), menciona que la llama pertenece a la familia de los camellos y describe su clasificación taxonómica en el cuadro 1.

#### **CUADRO 1. Clasificación taxonómica de la llama**

<b>Categoría</b>	<b>Taxa</b>	<b>Descripción</b>
Orden	Artiodactyla	Mamíferos de Pezuñas Pares
Familia	Camelidae	Camellos
Tribu	Lamini	Camélidos Sudamericanos
Género	Lama	Llama, Alpaca y Guanaco
Especie	<i>Lama glama</i>	Llama

**Fuente:** Jiménez, 2003

#### **3.1.2. FISIOLÓGÍA DIGESTIVA DE LA LLAMA**

Según Rossanigo et al. (1997) los camélidos sudamericanos manifiestan un comportamiento similar al de otros rumiantes, por eso se los llaman pseudo-rumiantes. La aprehensión de alimentos es diferente al de los otros rumiantes, ya que hacen intervenir los incisivos, el labio superior y el rodete dentario produciendo corte de pasto que no afecta las partes basales de las plantas. El labio superior les permite un ramoneo corto y selectivo.

Los mismos autores, mencionan que a diferencia de otros rumiantes, en llamas la capacidad digestiva para digerir fibra en el rumen es mucho mayor porque poseen pre-estómagos muy avanzados. El rumen posee sáculos glandulares que producen bicarbonatos que los mantienen en ambiente favorable para la destrucción de las paredes celulares de la lignina, lo que los hace más eficientes frente a pasturas de mala calidad.

Por su parte, San Martín et al. (1987), encontraron que los camélidos sudamericanos retienen el alimento en el tracto digestivo más tiempo que los rumiantes. Reportaron que en llamas el tiempo de retención en la fase sólida alcanzó a 62.3 horas y en la fase líquida a 10.4 horas. El requerimiento de agua es inferior que en otros rumiantes, por lo que tienen mayor tolerancia a la carencia de agua

Estos autores, indican también que los camélidos sudamericanos tienen el estómago dividido en tres compartimentos. Un pilar transversal divide el compartimiento 1 (C1) en sacos craneal y caudal. El C1 es conectado hacia la derecha con el segundo compartimiento (C2) de menor tamaño. Estos animales tienen un surco ventricular, el que aparentemente tiene la misma función que el surco reticular en los rumiantes avanzados. El surco ventricular es un simple labio muscular que va desde el saco craneal del C1 pasando por la curvatura menor del C2 y terminando en el tercer compartimiento (C3). El C3 es un compartimiento tubular ligeramente dilatado en su porción final.

Ríos (1991), muestra en el cuadro 2 una comparación de estómago entre rumiantes y camélidos.



## CUADRO 2. Comparación de estómago de rumiante vs. Camélido

RUMIANTES	CAMÉLIDOS
1. Cuatro compartimentos	1. Tres compartimentos
2. Llegada del esófago entre rumen y retículo	2. Llegada del esófago solo a C1
3. Pilares horizontales pronunciados	3. Pilares horizontales mínimos
4. Glándulas solo en el abomaso	4. Glándulas en todos los compartimentos
5. Canal esofágial con doble labio	5. Canal esofágial con labio simple
6. Rumen con papilas	6. C1 sin papilas
7. Patrón de motilidad: 2 a 4 por minuto	7. Patrón de motilidad: 3 a 5 por minuto
8. Epitelio ruminal queratinizado, estratificado y escamoso	8. Epitelio de C1 no queratinizado, escamoso
9. Abomaso cubierto por epitelio secretor de enzimas y ácido	9. C3 cubierto solo en el quinto distal con epitelio secretor de enzimas y ácido

**Fuente:** Bohlken 1960, citado por Ríos 1991.

En este cuadro se demuestra que los camélidos sudamericanos, tienen un aparato digestivo adaptado a las condiciones de disponibilidad de alimentos nativos del altiplano y que tienen mejores condiciones para el aprovechamiento y asimilación de consistencia grosera en comparación a otros rumiantes, lo cual nos impulsa a estudiar con mayor profundidad el aprovechamiento de nutrientes esenciales como son la proteína y la energía.

### 3.1.3. ALIMENTACIÓN EN LLAMAS

FIDA (1991), menciona que las llamas obtienen sus alimentos en praderas extremadamente pobres en la que otros rumiantes no sobreviven o lo hacen en condiciones de desmedro.

San Martín et al. (1987), señalan que en pasturas cultivadas los ovinos consumen 2.6 más leguminosas que los camélidos sudamericanos, y que los camélidos sudamericanos en pastos nativos tienen una alta selección de gramíneas altas y fibrosas. Lo que explicaría en parte, que los camélidos sudamericanos no registren casos de timpanismo en la literatura, lo que induce a pensar que este animal está adaptado a ambientes áridos.

Sequeiros (1999), señala que estudios comparativos entre ovinos, alpacas y llamas muestran que el consumo promedio de materia seca en ovinos es de 3.5% y en alpacas y llamas es de 1.8 y 2% de su peso vivo, respectivamente.

### **3.2. PRADERA NATIVA**

Alzerreca (2006), menciona que la diversidad de regiones ecológicas y de unidades menores ecológicamente similares, como los sitios de campos nativos de pastoreo (CANAPAS) en Bolivia, han condicionado la evolución de una rica flora nativa. Dentro de esta diversidad florística destacan las plantas forrajeras nativas. Las funciones importantes que cumplen estas plantas, además de proveer forraje y refugio a los animales silvestres y a los domésticos, al igual que las pocas plantas no forrajeras presentes en los CANAPAS, son: protección de suelos, incorporación de materia orgánica al suelo, captura y gestión del agua de lluvia, entre las más importantes. Entre las plantas forrajeras más importantes se encuentran la chilliwa, crespillo y estipa.

#### **3.2.1. CHILLIWA (*Festuca dolycophyla*)**

Solís (2006), indica que es una planta perenne, crece en densos manojos de 30-60 cm. de altura; hojas de 10-35 cm. de largo que sobresalen las cañas floríferas generalmente; inflorescencia en panícula angosta de 10 a 16 cm. de largo; espiguilla multiflora, de 9-10 mm de largo con glumas agudas o subagudas mas cortas que la lema; lema de 6-7 mm de largo aristada.

Por su parte, Martínez et al. (2006), mencionan los siguientes aspectos sobre la chilliwa:

- Se observa una alta variabilidad en características exomorfológicas, lo que posiblemente se debe a la presencia de diferentes ecotipos; su distribución abarca diferentes climas y suelos, estos últimos, de textura media, profundos y pH diferente.

- Su rendimiento en materia seca es muy variable dependiendo del potencial productivo del sitio, disponibilidad de agua y del manejo al que están sometidas. Sin embargo, los CANAPAS altiplánicos y alto andinos presentan los mayores rendimientos de chilliwa, en un rango que oscila entre 600 hasta mas de 6,000 Kg. MS/ha.
- La importancia de los Chilliwares esta en su regular o buen valor nutritivo, su amplia distribución y tolerancia al pastoreo, y también al microclima que crea con su robusto crecimiento para el establecimiento de muchas otras especies herbáceas.

Para Solís (2006), la chilliwa es una gramínea muy apetecida por alpacas, ovinos, llamas y vacunos.

**CUADRO 3. Análisis bromatológico de la chilliwa (*festuca dolycophyla*)**

<b>Nutrientes</b>	<b>Análisis Bromatológico</b>
M.O.%	95.6
P.C.%	4.6
F.C.%	39.8
E.E.%	1.5
E.L.N%	49.7
C.%	4.4

**Fuente:** Alzerreca y Cardozo 1991

### 3.2.2. CRESPILLO (*Calamagostris curvula*)

Según Solís (2006), el crespillo es una planta perenne de 5-15 cm. de altura; hojas filiformes, flexuosas o arqueadas, de 2-4 cm. de largo, inflorescencia en panícula densa espiciforme de 2-4.5 cm. de largo, espiguilla uniflora, de 5-6 mm de largo; lemma de 3.5-4 mm de largo, con arista dorsal geniculada en el dorso, raquilla de 0.5 mm de largo con pelos cortos y escasos. Conforman comunidades de vegetales extensas.

#### CUADRO 4. Análisis bromatológico del crespillo (*calamasgostris sp.*)

Nutrientes	Análisis Bromatológico
M.O.%	89.5
P.C.%	5.5
F.C.%	33.2
E.E.%	2.4
E.L.N%	48.4
C.%	10.5

**Fuente:** Alzerreca y Cardozo 1991

### 3.2.3. ICHU (*Stipa ichu*)

Alzerreca et al. (2006), señalan que el ichu (*Stipa ichu*) es una especie nativa distribuida en el altiplano boliviano, considerada de bajo valor forrajero y nutritivo, y tolerante al pastoreo; se constituye en forraje de emergencia en años secos y es una alternativa barata para proveer de cobertura vegetal a suelos agrícolas en descanso.

El Ichu (Solís 2006) es un pasto natural que crece en zonas altas, en general es la única que crece en rocas o zonas rocosas en los cerros, mayormente es consumido por llamas y vacunos. Es una planta perenne, crece en densos manojos de 20-60 cm. de altura; hojas de 10-25 cm. de largo, enrollados con vulutas rígidas; inflorescencia en panícula densa espiciforme de color algo plateado; espiguillas con glumas mas largas que la lema, membranáceas lema cilíndrico pubescente, los pelos más largos como un mechón.

**CUADRO 5. Análisis bromatológico del ichu (*stipa ichu*)**

<b>Nutrientes</b>	<b>Análisis Bromatológico</b>
M.O.%	95.2
P.C.%	2.8
F.C.%	38.9
E.E.%	1.9
E.L.N%	51.6
C.%	4.8

**Fuente:** Alzerreca y Cardozo 1991

**3.3. FORRAJES INTRODUCIDOS EN EL ALTIPLANO BOLIVIANO**

**3.3.1. ALFALFA (*Medicago sativa*)**

La alfalfa es una de las primeras forrajeras introducidas y que ha tenido éxito en condiciones de altiplano (Laura et al. 2006). Desde hace mucho tiempo, a través de procesos de pruebas exitosas realizadas por productores ganaderos, la alfalfa se ha adaptado a las condiciones de altura. En este intento, se han seleccionado empíricamente especies y variedades de alfalfa tolerantes al medio ambiente altiplánico, entre las más importantes se pueden mencionar la Bolivia 2000 y la Ranger.

### **3.4. BALANCES NUTRICIONALES**

Un balance nutricional comprende la anotación cuantitativa de la ingestión de un determinado nutriente en la alimentación y de su salida en la excreta, datos con los que se determina si en el cuerpo hubo ganancia o pérdida de este nutriente (Maynard et al., 1975).

#### **3.4.1. BALANCE DE NITRÓGENO**

Para establecer los valores de proteína de mantenimiento en rumiantes, se usan tres métodos (García et al., 1986):

- El primero consiste en determinar el nitrógeno urinario endógeno, lo cual implica ofrecer una dieta libre de nitrógeno con el consiguiente riesgo de que el animal rehúse el alimento. Esto invalidaría los resultados al no recibir el animal la energía suficiente de los carbohidratos y grasas de la dieta.
- El segundo método consiste en la determinación de la cantidad de proteína necesaria para mantener a un animal adulto en peso constante. La constancia del peso vivo (P.V.) no determina la clase de tejido (muscular, óseo, adiposo o simplemente agua) que provoca la ganancia o pérdida de peso. Para obtener esta información habría que incluir en el experimento la técnica del sacrificio de grupos de animales homogéneos.
- El tercer método consiste en el balance del nitrógeno, el cual se realiza en corto tiempo, proporcionando valores altamente confiables cuando es efectuado bajo condiciones controladas.

El balance de nitrógeno es el término que implica la diferencia entre la cantidad de nitrógeno consumido y qué se elimina en las heces y la orina (Ruiz et al. 1992). Al estimar este valor, es necesario tener en cuenta el hecho que no todo el nitrógeno en las heces viene del alimento; una parte es el resultado del catabolismo

### 3.4.2. BALANCE DE ENERGÍA

El balance de energía es la comparación cuantitativa de la ingestión de energía y la energía disipada en todas las formas, a través del cual podemos medir el estado nutricional del organismo (Lloyd et al. 1982).

Maynard et al. (1975), describen el balance de energía de acuerdo a los siguientes componentes:

- **Energía Bruta (EAI)** o calor de combustión de un alimento es la cantidad de energía liberada y determinada en el calorímetro, por la oxidación completa de una sustancia.
- **Energía Digestible (ED)** o energía absorbida, es la energía contenida en la porción digerible del alimento. Se considera energía digestible aparente a la energía bruta ingerida en los alimentos (EB) menos la energía fecal (EH), incluido el alimento no digerido y la parte de las heces formadas por los residuos metabólicos del organismo y las bacterias.
- **Energía Metabolizable (EM)** o energía retenida, es igual al valor de la energía digestible menos la energía contenida en la orina y los gases.

## **4. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **4.1. LOCALIZACIÓN**

El presente trabajo de investigación se realizó en la provincia Ingavi del departamento de La Paz, concretamente en la Estación Experimental de Choquenaira, dependiente de la Facultad de Agronomía de la Universidad Mayor de San Andrés y en el Instituto de Investigaciones Benson con sede en la comunidad de Letanías.

#### **4.1.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA**

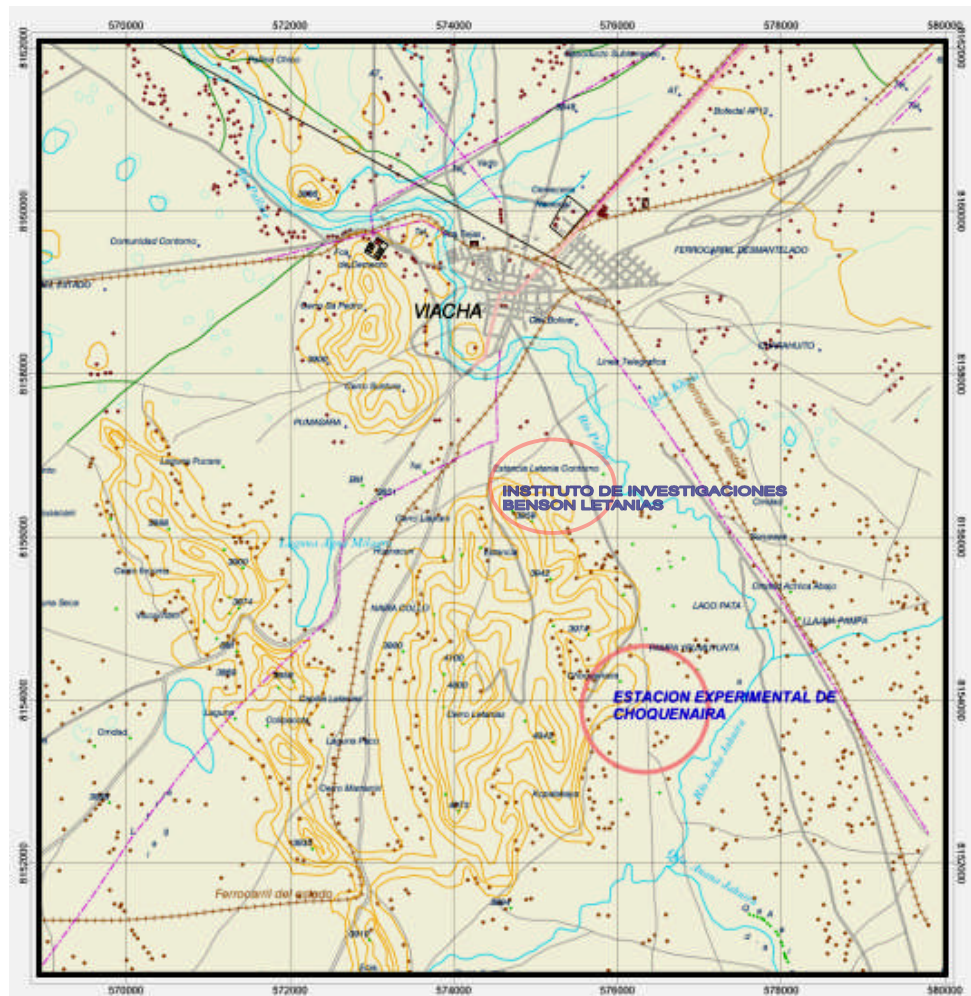
Choquenaira se encuentra a 3870 m.s.n.m., entre los paralelos 16°42'05" de latitud sur y 68°15'15" de longitud oeste, a 4 Km. de la localidad de Viacha y a 32 a.m. de la ciudad de La Paz (Arguedas 2006). Mientras que Letanías se encuentra entre 3793 a 3870 m.s.n.m, entre los paralelos 16°42'05" de latitud sud y 68°15'54" de longitud oeste, a 3 Km. de la localidad de Viacha y a 32 Km. de la ciudad de La Paz (BENSON INSTITUTE 2000).

#### **4.1.2. CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS**

Choquenaira presenta una temperatura media de 10°C en verano y 7.4°C en invierno, con una precipitación anual entre 400 a 600 mm. (Arguedas 2006).

Letanías alcanza una temperatura media anual de 8.3°C, una humedad relativa de 50 a 80%, una precipitación anual entre 400 a 600 mm (BENSON INSTITUTE)





**Figura 1. Ubicación de la Estación Experimental de Choquenaira y del Instituto de Investigaciones Benson Letanías**

## **4.2. MATERIALES**

### **4.2.1. CORRALES DE CRIANZA**

Para el presente trabajo de investigación se emplearon tres corrales, los mismos se encuentran en un galpón cerrado en la Estación Experimental Choquenaira, cuentan con piso de cemento y se encuentran divididas con rejas metálicas. Cada corral provisto de comedero de metal y bebedero de plástico y saladero.



**Figura 2. Corrales Estación Experimental Choquenaira**

#### **4.2.2. JAULAS METABÓLICAS**

Se emplearon tres jaulas metabólicas en el Instituto de Investigaciones Benson (Letanías). Las jaulas son metálicas con paredes de venesta, cada una provista de un comedero de yute, bebedero de plástico y saladero de metal, así como de colector de heces y colector de orina.



**Figura 3. Jaulas Metabólicas Instituto de Investigaciones Benson (Letanías)**



**Figura 4. Colector de Heces en Jaulas Metabólicas**



**Figura 5. Colector de Orina en Jaulas Metabólicas**

### 4.2.3. MATERIAL BIOLÓGICO

En el estudio, al inicio de la investigación, se emplearon doce llamas macho del tipo Q'ara, de dos dientes y de un peso promedio de 55 Kg.



**Figura 6. Llama en Corrales con Arnese Colectores**

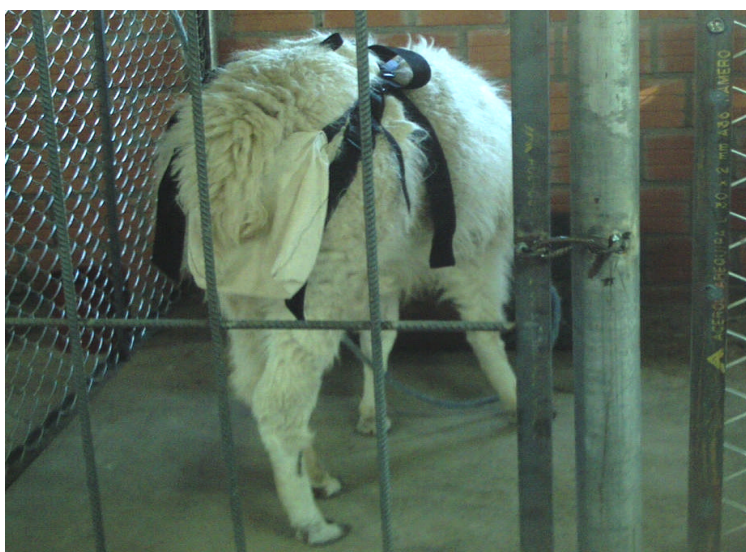
### 4.2.4. ALIMENTOS

El estudio contempló cuatro niveles de alimento (Forraje Nativo: Forraje Cultivado; 100:0, 25:75, 50:50 y 75:25), compuestos por forraje nativo henificado: *Festuca dolycophyla* (Chilliwa), *Calamagostris sp.* (Crespillo) y *Stipa ichu* (ichu); y forraje cultivado henificado: *Medicago sativa* (alfalfa).

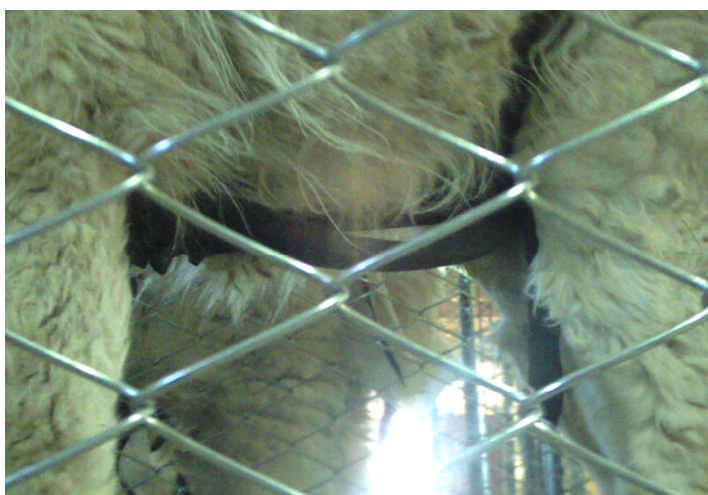
#### 4.2.5. MATERIAL DE RECOLECCIÓN DE MUESTRAS

Para la recolección de muestras de alimento, heces y orina, se emplearon los siguientes materiales:

- Arnés colectores de heces y orina.
- Bolsas de cierre hermético de 20x 20 cm.
- Frascos de plástico de 100ml, esterilizados y de cierre hermético.
- Cajas refrigerantes de plastoformo



**Figura 7. Arnés Colector de Heces en Llama en corrales**



**Figura 8. Arnés Colector de Orina en Llama en corrales**

#### **4.2.6. REACTIVOS**

Para evitar la volatilización del nitrógeno en la orina, se utilizó ácido sulfúrico al 10%.

#### **4.3. MÉTODOS**

##### **4.3.1. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL**

###### **4.3.1.1. ADAPTACIÓN DE LOS ANIMALES**

Dos meses antes del inicio de la investigación, se adquirieron doce llamas de tipo Q'ara con un promedio de 55 Kg. de peso vivo. Para facilitar su adaptación (al medio y alimentos), las llamas fueron pastoreadas en praderas donde la especie predominante fue el crespillo (*calamagostris sp.*), en la que permanecieron durante este periodo. Para completar su alimentación se proporcionó heno de avena *ad libitum* debido a la falta de forraje en la pradera.

###### **4.3.1.2. ELABORACIÓN DE LOS ALIMENTOS**

Los forrajes nativos fueron cosechados manualmente de los CANAPAS de la Estación Experimental de Choquenaira, entre mayo y junio, al inicio de la época seca, los mismos se encontraban en floración completa. Posteriormente, los forrajes nativos se henificaron a través de la deshidratación en un ambiente protegido y ventilado. El heno de alfalfa fue adquirido de la localidad de Challapata del departamento de Oruro, el mismo se encontraba en floración completa.

Para evitar que el alimento sea seleccionado por el animal, los forrajes fueron picados con una longitud de 2 a 4 cm. aproximadamente (con guillotina manual), y se mezclaron al inicio de cada fase experimental, de acuerdo a las combinaciones que muestra el cuadro 6 para los diferentes tratamientos.

**CUADRO 6. Combinaciones y proporciones de los alimentos utilizados para cada tratamiento**

CODIGO	RELACION		Forraje NATIVO en heno (Kg./día)			F. CULTIVADO en heno (Kg./día)
	Nativo	Cultivado	H. Chilliwa	H. Crespillo	H. Stipa	H. Alfalfa
<b>C<sub>I</sub> y J<sub>I</sub></b>	100%	0%	0.33	0.33	0.33	0.00
<b>C<sub>II</sub> y J<sub>II</sub></b>	75%	25%	0.25	0.25	0.25	0.25
<b>C<sub>III</sub> y J<sub>III</sub></b>	50%	50%	0.167	0.167	0.167	0.50
<b>C<sub>IV</sub> y J<sub>IV</sub></b>	25%	75%	0.084	0.084	0.084	0.75

**Fuente:** Elaboración propia tomando en cuenta el 2% de MS de consumo por animal/día

**4.3.1.3. DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN**

**a) Corrales E. E. Choquenaira**

El experimento se realizó en dos fases. Una fase de adaptación y otra de la recolección.

La primera fase comprendió un periodo de siete días de acostumbamiento al confinamiento en corrales, a las dietas y los arneses colectores de heces y orina.

La fase experimental tuvo una duración de cinco días. Los animales se pesaron al inicio y al final de esta fase. Se suministró 1.1 Kg. de alimento día a todos los animales en dos horarios, por la mañana a las 7:00 y por la tarde a las 14:00. Para el cálculo del consumo de energía se tomaron muestras de las dietas y se realizó el análisis proximal por el método de Weende. Además, se realizaron análisis de proteína cruda de las dietas usando el método de micro-kjeldhal, lo que permitió calcular el consumo de nitrógeno.

Diariamente se registró la producción total de heces y orina, de las que se tomaron muestras, que representaban diez por ciento de la producción diaria. Concluida la recolección de muestras, se prepararon muestras compuestas de la orina y las heces de cada animal, en las que se hicieron la determinación del nitrógeno por el método de micro-Kjeldhal. También se determinó el contenido de materia seca, mediante el secado al horno a 65°C y el análisis proximal por el método de Weende para realizar el cálculo de la energía. Todos los análisis de las muestras fueron realizados en el laboratorio de nutrición animal de la UMSS.

### **b) Jaulas Metabólicas I. I. Benson (Letanías)**

También el experimento se realizó en dos fases. Una fase de adaptación y otra de la recolección, al igual que en corrales.

La primera fase comprendió un periodo de siete días de acostumbamiento al confinamiento en jaulas metabólicas y a las dietas.

La fase experimental tuvo una duración de cinco días. Los animales se pesaron al inicio y al final de esta fase. Se suministró 1.1 Kg. de alimento día a todos los animales en dos horarios, por la mañana a las 8:00 y por la tarde a las 15:00. Para el cálculo del consumo de energía se tomaron muestras de las dietas y se realizó el análisis proximal por el método de Weende. Además, se realizaron análisis de proteína cruda de las dietas usando el método de micro-kjeldhal, lo que permitió calcular el consumo de nitrógeno.

Diariamente se registró la producción total de heces y orina de las que se tomaron muestras, que representaban diez por ciento de la producción diaria. Concluida la recolección de muestras, se prepararon muestras compuestas de la orina y las heces de cada animal, en las que se hicieron la determinación del nitrógeno por el método de micro-Kjeldhal. También se determinó el contenido de materia seca, mediante el secado al horno a 65°C y el análisis proximal por el método de Weende



para realizar el cálculo de la energía. Al igual que en el anterior método, todos los análisis de las muestras fueron realizados en el laboratorio de nutrición animal de la UMSS.

### c) Cálculo de resultados de laboratorio

Para realizar la estimación del balance de nitrógeno, se emplearon las ecuaciones citadas por Clavero et al. (1997), las cuales se describen a continuación:

- N absorbido:

$$NA = (N_{\text{Consumido}} - N_{\text{Heces}}) \text{ g/d}$$

- Retención absoluta de N:

$$RAN = N_{\text{Consumido}} - (N_{\text{Orina}} + N_{\text{Heces}}) \text{ g/d}$$

- Retención de N aparentemente absorbido:

$$RNAA\% = \frac{(N_{\text{Consumido}} - (N_{\text{Orina}} + N_{\text{Heces}}))}{(N_{\text{Consumido}} - N_{\text{Heces}})} \times 100$$

- Retención de N consumido

$$RNC\% = \frac{(N_{\text{Consumido}} - (N_{\text{Orina}} + N_{\text{Heces}}))}{N_{\text{Consumido}}} \times 100$$

Para realizar la estimación del balance de energía, se empleó las ecuaciones citadas por Cañas (1995), las que se detallan a continuación:

- Energía Bruta

$$EB = \text{Energía consumida o de los alimentos}$$

- Energía Digestible:

$$ED = \text{Energía Heces} - \text{Energía Bruta}$$

- Energía Metabolizable:

$$EM = ED \times 0.82$$

#### 4.4. DISEÑO EXPERIMENTAL

Se empleo un diseño experimental para corrales y otro para jaulas metabólicas, el diseño utilizado en ambos casos fue el completamente al azar con tres repeticiones, analizándose los datos a través del paquete estadístico SAS (Statistical Analysis System 1998), utilizándose el procedimiento GML con una comparación de medias por la prueba de rangos múltiples de Tukey (Clavero 1997). Asimismo, para determinar el efecto de los métodos se utilizó la prueba de comparación de medias de T students.

Se empleó también el modelo lineal aditivo descrito por Padrón (1996):

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + E_{ij}$$

Donde:

$Y_{ij}$  = cualquier observación experimental

$\mu$  = media general

$\alpha_i$  = efecto del alimento (niveles forraje Nativo:Cultivado 100:0, 75:25, 50:50, 25:75)

$E_{ij}$  = error experimental

#### 4.5. CROQUIS EXPERIMENTAL

El croquis experimental se representa en la figura No 9.

<b>FACTOR</b>	<b>Dieta 100:0</b>	<b>Dieta 75:25</b>	<b>Dieta 50:50</b>	<b>Dieta 75:25</b>
<b>Estación experimental Choquenaira</b>				
<b>Corrales</b>	<b>C<sub>I</sub></b>	<b>C<sub>II</sub></b>	<b>C<sub>III</sub></b>	<b>C<sub>IV</sub></b>
<b>Instituto de Investigaciones Benson-Letánias</b>				
<b>Jaulas Metabólicas</b>	<b>J<sub>I</sub></b>	<b>J<sub>II</sub></b>	<b>J<sub>III</sub></b>	<b>J<sub>IV</sub></b>

C<sub>I</sub> y J<sub>I</sub> = 100% H. Pasto Nativo 0% H. Alfalfa; C<sub>II</sub> y J<sub>II</sub> = 75% H. Pasto Nativo 25% H. Alfalfa; C<sub>III</sub> y J<sub>III</sub> = 50% H. Pasto Nativo 50% H. Alfalfa; C<sub>IV</sub> y J<sub>IV</sub> = 25% H. Pasto Nativo 75% H. Alfalfa

**Figura 9. Croquis Experimental**

**Fuente:** Elaboración Propia

## 5. RESULTADOS Y DISCUSIONES

### 5.1. CONTENIDO DE NITRÓGENO Y ENERGÍA EN ALIMENTO, HECES Y ORINA

Para evaluar la absorción y retención del nitrógeno en llamas, se tomaron como variables de respuesta el contenido de Nitrógeno en alimento, en heces y en orina. Para tal efecto, se realizó un análisis de varianza para cada variable.

Los cuadros 7 y 8, muestran el análisis estadístico de las variables mencionadas y el comportamiento del nitrógeno en llamas.

#### CUADRO 7. Efecto de las dietas en el contenido de Nitrógeno en Alimento, Heces y Orina en corrales

Variables	CI	CII	CIII	CIV	Efecto dietas	C.V. %	Media
<b>Nitrógeno Alimento g/día</b>	51.3 d	93.3 c	135.3 b	177.3 a	*	0	114.32
<b>Nitrógeno Heces g/día</b>	37.78	35.9	38.07	53.09	NS	17.4	41.21
<b>Nitrógeno Orina g/día</b>	2.73 b	4.6 b	9.91 a	4.3 b	*	23.01	5.38

\*= P<0.05 diferencias significativas; NS = diferencias no significativas; C.V. = Coeficiente de Variación; CI = 100% H. Pasto Nativo 0% H. Alfalfa; CII = 75% H. Pasto Nativo 25% H. Alfalfa; CIII = 50% H. Pasto Nativo 50% H. Alfalfa; CIV = 25% H. Pasto Nativo 75% H. Alfalfa; abcd, letras diferentes = diferencias entre tratamientos

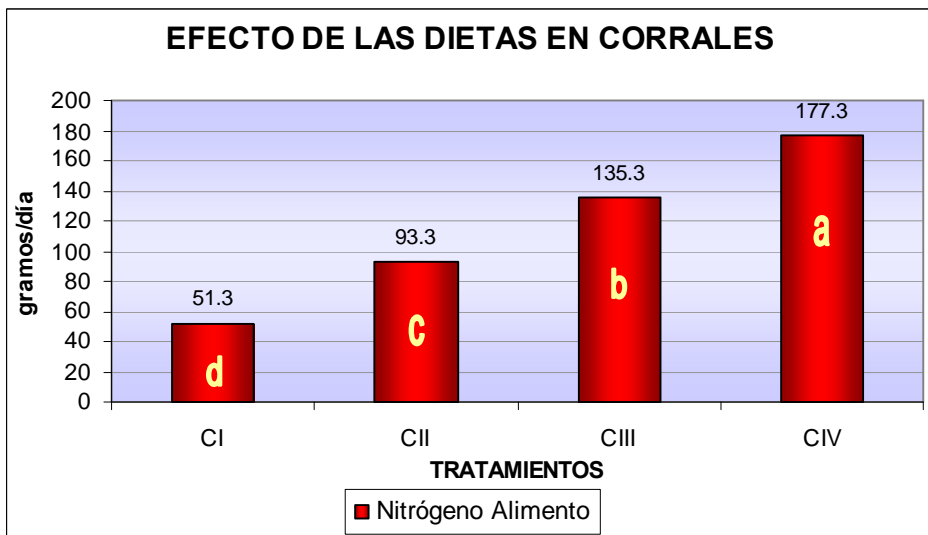
#### CUADRO 8. Efecto de las dietas en el contenido de Nitrógeno en Alimento, Heces y Orina en jaulas metabólicas.

Variable	JI	JII	JIII	JIV	Efecto dietas	C.V. %	Media
<b>Nitrógeno Alimento g/día</b>	51.3 d	93.3 c	135.3 b	177.3 a	*	0	114.32
<b>Nitrógeno Heces g/día</b>	24.51	28.17	34.53	45.24	NS	26.61	33.11
<b>Nitrógeno Orina g/día</b>	3.24 b	5.24 ab	7.81 ab	11.69 a	*	16.63	6.995

\*= P<0.05 diferencias significativas; NS = diferencias no significativas; C.V. = Coeficiente de Variación; JI = 100% H. Pasto Nativo 0% H. Alfalfa; JII = 75% H. Pasto Nativo 25% H. Alfalfa; JIII = 50% H. Pasto Nativo 50% H. Alfalfa; JIV = 25% H. Pasto Nativo 75% H. Alfalfa; abcd, letras diferentes = diferencias entre tratamientos

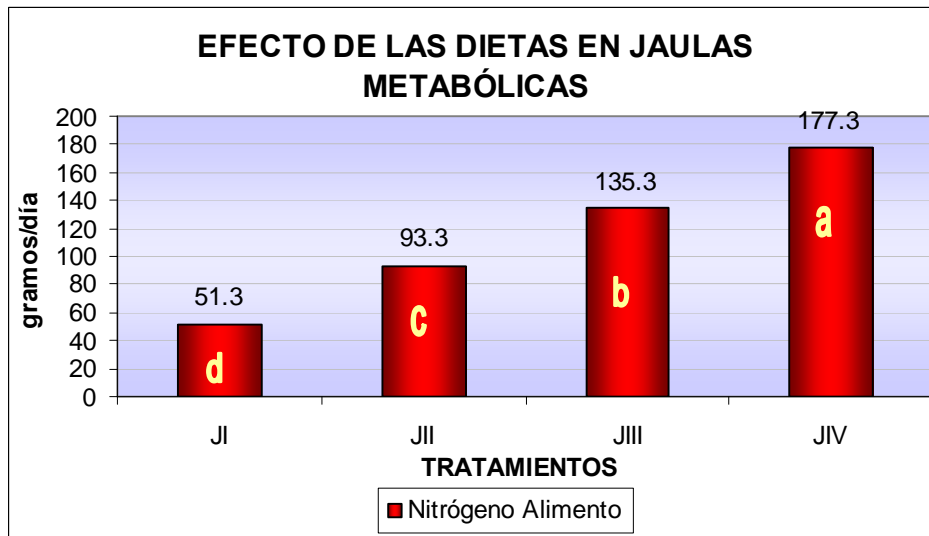
El cuadro 7 resume el análisis de varianza de las variables de análisis en corrales en la Estación Experimental de Choquenaira y el cuadro 8 resume el análisis de varianza de las variables de análisis en jaulas metabólicas en el Instituto de Investigaciones Benson en Letanías. Estos resultados permiten indicar que:

- Para el contenido de Nitrógeno en alimento suministrado a llamas en corrales y en jaulas metabólicas, existen diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) para ambos casos, donde sus coeficientes de variación (CV) fueron 0% para los mismos, teniendo en cuenta que se hizo un solo análisis de laboratorio por tratamiento tanto en corrales y como en jaulas metabólicas. La prueba de comparación de medias de Tukey en ambos casos, indican que la dieta con mayor contenido de nitrógeno corresponde a los tratamientos con 25% de forraje nativo henificado y 75% de heno de alfalfa (CIV y JIV), y la dieta con menor contenido de nitrógeno corresponde a los tratamientos con 100% de forraje nativo henificado (CI y JI), como lo demuestran las Figuras 10 y 11.



CI = 100% H. Pasto Nativo 0% H. Alfalfa; CII = 75% H. Pasto Nativo 25% H. Alfalfa; CIII = 50% H. Pasto Nativo 50% H. Alfalfa; CIV = 25% H. Pasto Nativo 75% H. Alfalfa; abcd, letras diferentes = diferencias entre tratamientos

**Figura 10. Comparación de medias para el contenido de N en alimento suministrado a llamas en corrales.**



JI = 100% H. Pasto Nativo 0% H. Alfalfa; JII = 75% H. Pasto Nativo 25% H. Alfalfa; JIII = 50% H. Pasto Nativo 50% H. Alfalfa; JIV = 25% H. Pasto Nativo 75% H. Alfalfa; abcd, letras diferentes = diferencias entre tratamientos

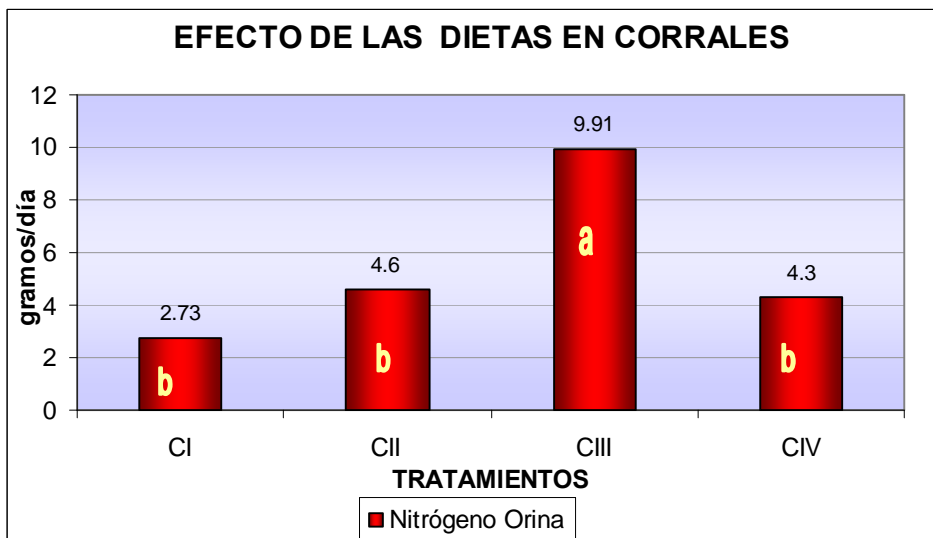
**Figura 11. Comparación de medias para el contenido de N en alimento suministrado a llamas en jaulas metabólicas.**

Como se aprecia en las figuras 10 y 11, los forrajes elegidos para realizar las combinaciones de las dietas a estudiar, cumplen con la condición de representar extremos nutricionales, lo que coincide con lo descrito por López (2000). El Nitrógeno suministrado en los tratamientos se incrementa con la inclusión de heno de alfalfa en la dieta, por lo que los alimentos con 100% de forraje nativo henificado y 0% de heno de alfalfa (CI y JI) presentaron menor cantidad de nitrógeno 51.3 g/día, y los alimentos con 25% de forraje nativo henificado y 75% de heno de Alfalfa (CIV y JIV) presentaron la más alta cantidad de nitrógeno, con 177.3 g/día, lo que esta de acuerdo con lo descrito por Gonzáles (2002), quien establece que a mayor adición de leguminosas en la dieta, el contenido de nitrógeno es mayor.

- Para el contenido de Nitrógeno en Heces recolectadas de llamas en corrales y en jaulas metabólicas, no existieron diferencias significativas entre tratamientos ( $P > 0.05$ ) para ambos casos, como lo demuestran sus ANVAS, donde sus coeficientes de variación (CV) fueron 17.40 para corrales y 26.61 para jaulas metabólicas respectivamente.

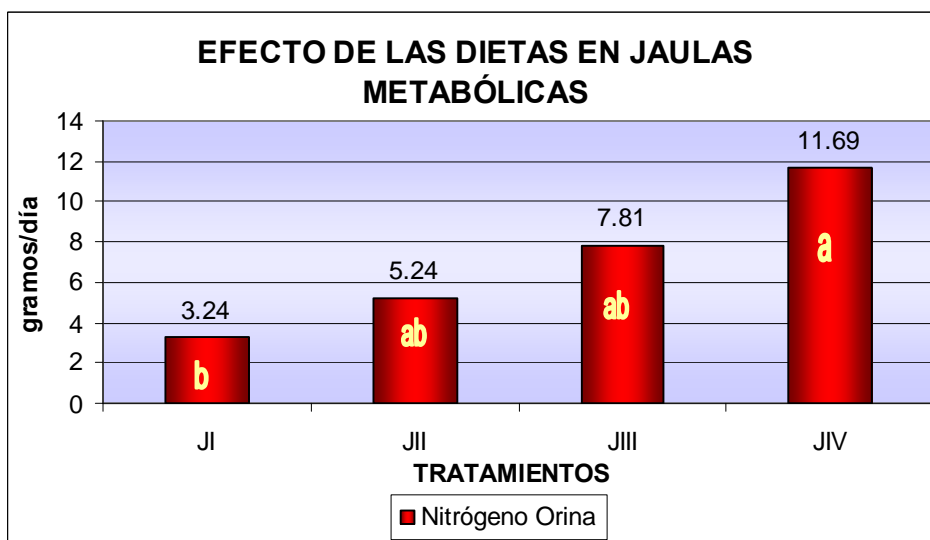
El comportamiento del Nitrógeno en heces en los tratamientos, se debe al incremento de la digestibilidad del nitrógeno en las dietas influenciada por la inclusión de heno alfalfa en los mismos, lo que coincide plenamente con lo descrito por López (2000) en la evaluación de la digestibilidad aparente en llamas alimentadas con paja de trigo y heno de alfalfa en diferentes proporciones. La presencia de cantidades altas de nitrógeno en los alimentos con 50% de forraje nativo henificado y 50% de heno de alfalfa (CIII y JIII), y 25% de de forraje nativo henificado y 75% de heno de alfalfa (CIV y JIV) permitió el mejor aprovechamiento del alimento y como consecuencia la mayor absorción del nitrógeno en estos tratamientos, lo que explica la falta de significancia entre los tratamientos tanto en corrales como en jaulas metabólicas.

- Para el contenido de Nitrógeno en orina recolectada en llamas en corrales y en jaulas metabólicas existieron diferencias significativas entre tratamientos ( $P < 0.05$ ) para ambos casos, como lo demuestran sus ANVAS, donde sus coeficientes de variación (CV) fueron 23.01 y 16.63 respectivamente. La prueba de comparación medias de Tukey indica que las dietas con mayor contenido de nitrógeno en la orina corresponden a los tratamientos con 50% de forraje nativo henificado y 50 % de heno de alfalfa (CIII) en corrales, y a los tratamientos con 50% de forraje nativo henificado y 50 % de heno de alfalfa (JIII) y a 25% de forraje nativo henificado y 75% de heno de alfalfa (JIV) en jaulas metabólicas respectivamente, como lo demuestran las Figuras 12 y 13.



CI = 100% H. Pasto Nativo 0% H. Alfalfa; CII = 75% H. Pasto Nativo 25% H. Alfalfa; CIII = 50% H. Pasto Nativo 50% H. Alfalfa; CIV = 25% H. Pasto Nativo 75% H. Alfalfa; abcd, letras diferentes = diferencias entre tratamientos

**Figura 12. Comparación de medias para el contenido de N en orina en corrales.**



CI = 100% H. Pasto Nativo 0% H. Alfalfa; CII = 75% H. Pasto Nativo 25% H. Alfalfa; CIII = 50% H. Pasto Nativo 50% H. Alfalfa; CIV = 25% H. Pasto Nativo 75% H. Alfalfa; abcd, letras diferentes = diferencias entre tratamientos

**Figura 13. Comparación de medias para el contenido de N en orina en jaulas metabólicas.**



El comportamiento del Nitrógeno en los tratamientos estuvo relacionado al contenido de alfalfa en los alimentos, por lo que los tratamientos 50% de forraje nativo henificado y 50% de heno de alfalfa (CIII y JIII) y 25% de forraje nativo henificado y 75% de heno de alfalfa en jaulas metabólicas (JIV) presentaron mayor cantidad de nitrógeno. Sin embargo, el tratamiento 25% de forraje nativo henificado y 75% de heno de alfalfa en corrales (CIV) no mostró esta misma tendencia, debido probablemente a una falla en la recolección de muestras, propias del manejo en corrales.

- Para evaluar el efecto de los métodos de recolección de muestras de heces y orina, en corrales y jaulas metabólicas se realizó una prueba de T student; para tal efecto, se planteo una hipótesis nula  $H_0$ : Corrales = Jaulas metabólicas, y una hipótesis alterna  $H_a$ : Corrales  $\neq$  Jaulas metabólicas; el resumen de esta prueba se muestra a continuación en el cuadro 9.

**CUADRO 9. Prueba de T para N Heces y N Orina de corrales y jaulas metabólicas**

Método de colección	Estadístico	N Heces	N Orina
Corrales	$\sum X$	494.52	64.63
	$\bar{X}$	41.21	5.39
	$\sum X^2$	21,363.05	448.32
	$(\sum X)^2/N$	20,379.44	348.10
	$S^2$	89.42	9.11
Jaulas Metabólicas	$\sum X$	397.36	83.97
	$\bar{X}$	33.11	7.00
	$\sum X^2$	14,521.00	771.21
	$(\sum X)^2/N$	13,157.74	587.59
	$S^2$	123.93	16.69
Prueba de T	$H_0$	Corrales = Jaulas metabólicas	
	$H_a$	Corrales $\neq$ Jaulas metabólicas	
	$S^2_c$	106.68	12.90
	$t_c$	1.92	-1.10
	$t_t$	2.07	2.07

$X$ = Observaciones de los tratamientos;  $\bar{X}$ =Media;  $S^2$ =Variancia;  $N$ = Número de observaciones;  $H_0$ =Hipótesis Nula;  $H_a$ = Hipótesis Alterna;  $S^2_c$  = Variancia ponderada;  $t_c$ = t calculado;  $t_t$ = t tabulado

El cuadro 9 muestra la prueba de T para Nitrógeno en las Heces y en Orina comparando los métodos de colección de muestras de corrales con jaulas metabólicas de todos los tratamientos. Este cuadro muestra que  $t_c < t_t$  en ambos casos, por lo que se acepta la hipótesis nula, y se rechaza la hipótesis alterna, lo cual significa que no existe diferencias entre métodos de recolección de muestras en heces y en orina.

Para evaluar la absorción y retención de energía en llamas, se tomaron como variables de respuesta el contenido de Energía en alimento y en heces. Para lo cual, se realizó un análisis de varianza para cada variable y una prueba de comparación de medias por el método de Tukey para encontrar relación entre tratamientos en caso de significancia.

Los cuadros 10 y 11, muestran el análisis estadístico de las variables mencionadas y el comportamiento de la energía en llamas.

**CUADRO 10. Efecto de las dietas en el contenido de Energía en Alimento y en Heces en corrales.**

Variables	CI	CII	CIII	CIV	Efecto dietas	C.V. %	Media
Energía Alimento Kcal/Kg	4,000 d	4,049 c	4,099 b	4,148 a	*	0.00	4,074
Energía Heces Kcal/Kg	1,958 a	1,632 ab	1,835 b	1,656 ab	*	10.45	1,658

\*=  $P < 0.05$  diferencias significativas; NS = diferencias no significativas; C.V. = Coeficiente de Variación; CI = 100% H. Pasto Nativo 0% H. Alfalfa; CII = 75% H. Pasto Nativo 25% H. Alfalfa; CIII = 50% H. Pasto Nativo 50% H. Alfalfa; CIV = 25% H. Pasto Nativo 75% H. Alfalfa; abcd, letras diferentes = diferencias entre tratamientos

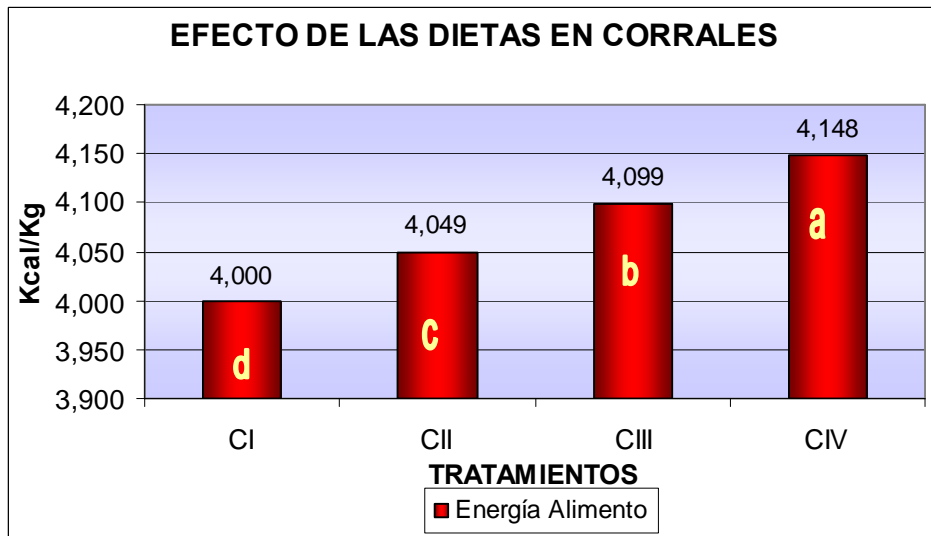
**CUADRO 11. Efecto de las dietas en el contenido de Energía en el Alimento y en Heces en jaulas metabólicas.**

Variable	J I	J II	J III	J IV	Efecto dietas	C.V. %	Media
<b>Energía Alimento Kcal/Kg</b>	4,000 d	4,049 c	4,099 b	4,148 a	*	0.00	4,074
<b>Energía Heces Kcal/Kg</b>	1,432	1,223	1,207	1,677	NS	13.47	1,385

\*= P<0.05 diferencias significativas; NS = diferencias no significativas; C.V. = Coeficiente de Variación; J I = 100% H. Pasto Nativo 0% H. Alfalfa; J II = 75% H. Pasto Nativo 25% H. Alfalfa; J III = 50% H. Pasto Nativo 50% H. Alfalfa; J IV = 25% H. Pasto Nativo 75% H. Alfalfa; abcd, letras diferentes = diferencias entre tratamientos

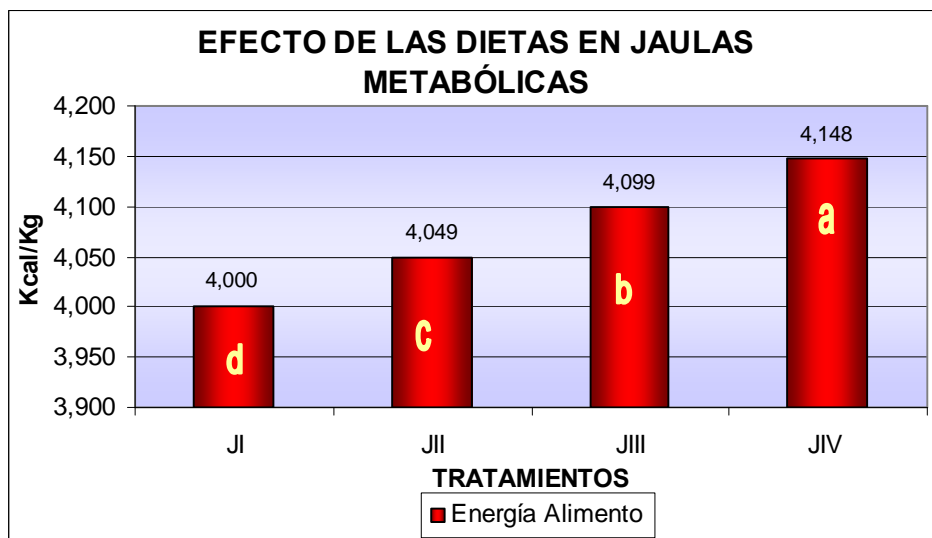
Estos cuadros resumen el análisis de varianza de las variables de análisis en corrales y jaulas metabólicas. Estos resultados señalan que:

- Para el contenido de Energía en alimento suministrado a llamas en corrales y en jaulas metabólicas, existen diferencias significativas entre los tratamientos (P<0.05), como lo demuestran sus ANVAS, donde sus coeficientes de variación (CV) fueron 0% para ambos casos, teniendo en cuenta que se hizo un solo análisis de laboratorio por tratamiento tanto en corrales y en jaulas metabólicas. La prueba de comparación de medias de Tukey indica que el tratamiento con menor contenido de energía en las dietas corresponde a los tratamientos con 100% de forraje nativo henificado (CI y JI), y con mayor contenido de energía a los tratamientos con 25% de forraje nativo henificado y 75% de heno de alfalfa (CIV y JIV), como lo demuestran las Figuras 14 y 15.



CI = 100% H. Pasto Nativo 0% H. Alfalfa; CII = 75% H. Pasto Nativo 25% H. Alfalfa; CIII = 50% H. Pasto Nativo 50% H. Alfalfa; CIV = 25% H. Pasto Nativo 75% H. Alfalfa; abcd, letras diferentes = diferencias entre tratamientos

**Figura 14. Comparación de medias para el contenido de Energía en alimento suministrado a llamas en corrales.**

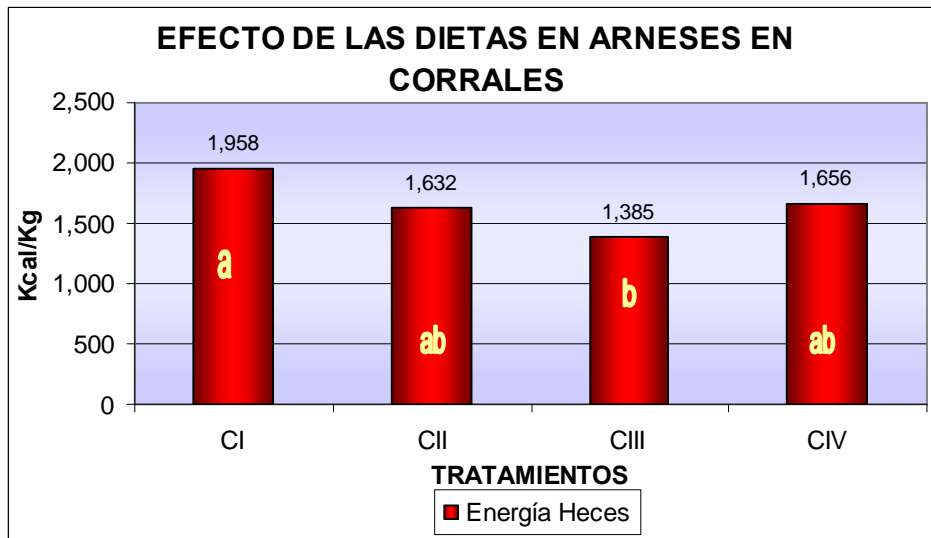


JI = 100% H. Pasto Nativo 0% H. Alfalfa; JII = 75% H. Pasto Nativo 25% H. Alfalfa; JIII = 50% H. Pasto Nativo 50% H. Alfalfa; JIV = 25% H. Pasto Nativo 75% H. Alfalfa; abcd, letras diferentes = diferencias entre tratamientos

**Figura 15. Comparación de medias para el contenido de Energía en alimento suministrado a llamas en jaulas metabólicas.**

Como se aprecia en las figura 14 y 15, los forrajes elegidos para realizar las combinaciones a estudiar, cumplen con la condición de representar extremos nutricionales, lo que coincide con lo descrito por López (2000). La Energía suministrada en los tratamientos incrementa con la inclusión de heno de alfalfa en la dieta, por lo que los tratamientos con 100% de forraje nativo henificado y 0% de heno de alfalfa (CI y JI) presentaron menor cantidad de energía (4,000 Kcal/Kg de Alimento) y los alimentos con 25% de forraje nativo henificado y 75% de heno de Alfalfa (CIV y JIV) presentaron la más alta cantidad de de energía (4,148 Kcal/Kg de Alimento).

- Para el contenido de Energía en Heces recolectadas en llamas existieron diferencias significativas entre tratamientos ( $P < 0.05$ ) en corrales, mientras que en jaulas metabólicas no existieron diferencias significativas entre tratamientos ( $P > 0.05$ ), como lo demuestran sus ANVAS, donde sus coeficientes de variación (CV) fueron 10.45 para corrales y 13.47 para jaulas metabólicas. La prueba de comparación de medias de Tukey en corrales indica que el tratamiento con menor contenido de energía en las heces corresponde al tratamiento con 50% de forraje nativo henificado y 50% de heno de alfalfa (CIII) (1,384 Kcal/Kg Alimento) y con mayor contenido de energía al tratamiento con 100% de forraje nativo henificado (CI) (1,957 Kcal/Kg Alimento) en corrales, como lo demuestra la Figura 16.



CI = 100% H. Pasto Nativo 0% H. Alfalfa; CII = 75% H. Pasto Nativo 25% H. Alfalfa; CIII = 50% H. Pasto Nativo 50% H. Alfalfa; CIV = 25% H. Pasto Nativo 75% H. Alfalfa; abcd, letras diferentes = diferencias entre tratamientos

**Figura 16. Comparación de medias para el contenido de Energía en heces en corrales.**

El comportamiento de la Energía en los tratamientos en corrales encuentra diferencias entre los tratamientos CI y CIII, siendo los tratamientos CII y CIV intermedios a CI y CIII, por lo que las diferencias entre tratamientos son mínimas. El comportamiento de la Energía en los tratamientos en jaulas metabólicas no presentó diferencias a la prueba de medias, por lo que las diferencias entre tratamientos son mínimas. El comportamiento de la energía en heces en los tratamientos en corrales y jaulas metabólicas se debe al incremento de la digestibilidad de los alimentos en las dietas influenciada por la inclusión de heno alfalfa en los mismos, lo que coincide con lo encontrado por López (2000).

- Para evaluar el efecto de los métodos de recolección de muestras de heces en corrales y jaulas metabólicas, se realizó una prueba de T student, para tal efecto se planteo una hipótesis nula  $H_0$ : Corrales = Jaulas metabólicas y una hipótesis alterna  $H_a$ : Corrales  $\neq$  Jaulas metabólicas; el resumen de esta prueba se muestra a continuación en el cuadro 12.

**CUADRO 12. Prueba de T para E Heces de corrales y jaulas metabólicas**

Método de colección	Estadístico	E Heces
Corrales	$\sum X$	19,890.87
	$\bar{X}$	1,657.57
	$\sum X^2$	33,706,491.47
	$(\sum X)^2/N$	32,970,546.92
	$S^2$	66,904.05
Jaulas Metabólicas	$\sum X$	16,615.38
	$\bar{X}$	1,384.62
	$\sum X^2$	23,720,009.70
	$(\sum X)^2/N$	23,005,915.69
	$S^2$	64,917.64
Prueba de T	$H_0$	Corrales = Jaulas metabólicas
	$H_a$	Corrales $\neq$ Jaulas metabólicas
	$S^2_c$	65,910.84
	$t_c$	2.60
	$t_t$	2.07

X= Observaciones de los tratamientos;  $\bar{X}$ =Media;  $S^2$ =Variancia; N= Número de observaciones;  $H_0$ =Hipótesis Nula;  $H_a$ = Hipótesis Alternativa;  $S^2_c$  = Variancia ponderada;  $t_c$ = t calculado;  $t_t$ = t tabulado

El cuadro 12 muestra la prueba de T para Energía en las Heces comparando los métodos de colección de muestras de corrales con jaulas metabólicas de todos los tratamientos. Este cuadro muestra que  $t_c > t_t$ , por lo que se acepta la hipótesis alterna, y se rechaza la hipótesis nula, lo cual explica que existe diferencias entre métodos de recolección de muestras en heces.

## 5.2. BALANCE DE NITRÓGENO Y ENERGÍA

Para determinar el balance de Nitrógeno se estableció una relación entre el nitrógeno ingerido o contenido en alimento, el nitrógeno excretado en heces y orina, a partir de los cuales se obtuvieron las variables: nitrógeno absorbido (NA g/d), retención aparente de nitrógeno (RAN g/d), retención de nitrógeno consumido (RNC%) y retención de nitrógeno absorbido (RNA%). Los cuadros 13 y 14 muestran el análisis de varianza y la prueba de medias de Tukey de las variables usadas para el balance de nitrógeno.

**CUADRO 13. Efecto de las dietas en el Balance de Nitrógeno en llamas en corrales.**

VARIABLES	CI	CII	CIII	CIV	Efecto dietas	C.V. %	Media
Nitrógeno Absorbido g/día	13.52 d	57.4 c	97.26 b	124.3 a	*	9.81	73.11
Retención Aparente de Nitrógeno g/día	10.78 d	52.8 c	87.35 b	120 a	*	11.15	67.72
Retención de Nitrógeno Consumido g/día	21.02 b	56.6 a	64.55 a	67.64 a	*	17.31	52.45
Retención de Nitrógeno absorbido g/día	68.81	89.8	91.83	96.51	NS	20.27	86.75

\*= P<0.05 diferencias significativas; NS = diferencias no significativas; C.V. = Coeficiente de Variación; CI = 100% H. Pasto Nativo 0% H. Alfalfa; CII = 75% H. Pasto Nativo 25% H. Alfalfa; CIII = 50% H. Pasto Nativo 50% H. Alfalfa; CIV = 25% H. Pasto Nativo 75% H. Alfalfa; abcd, letras diferentes = diferencias entre tratamientos

**CUADRO 14. Efecto de las dietas en el Balance de Nitrógeno en llamas en jaulas metabólicas.**

VARIABLES	JI	JII	JIII	JIV	Efecto dietas	C.V. %	Media
Nitrógeno Absorbido g/día	13.52 d	57.4 c	97.26 b	124.3 a	*	9.81	73.11
Retención Aparente de Nitrógeno g/día	10.78 d	52.8 c	87.35 b	120 a	*	11.15	67.72
Retención de Nitrógeno Consumido g/día	21.02 b	56.6 a	64.55 a	67.64 a	*	17.31	52.45
Retención de Nitrógeno absorbido g/día	68.81	89.8	91.83	96.51	NS	20.27	86.75

\*= P<0.05 diferencias significativas; NS = diferencias no significativas; C.V. = Coeficiente de Variación; JI = 100% H. Pasto Nativo 0% H. Alfalfa; JII = 75% H. Pasto Nativo 25% H. Alfalfa; JIII = 50% H. Pasto Nativo 50% H. Alfalfa; JIV = 25% H. Pasto Nativo 75% H. Alfalfa; abcd, letras diferentes = diferencias entre tratamientos

Estos resultados permiten indicar que:

- Los alimentos consumidos en los tratamientos en corrales y jaulas metabólicas presentaron diferencias significativas en el contenido de nitrógeno.



- El nitrógeno absorbido y la retención aparente de nitrógeno en corrales y jaulas metabólicas fueron positivos para ambos casos. Por tanto, existe un balance de nitrógeno positivo en todos los tratamientos, por lo que las dietas suministradas proporcionan a las llamas nitrógeno suficiente para sus necesidades y permite el almacenamiento de nitrógeno en su cuerpo de acuerdo por lo descrito por Maynard (1975).
- El nitrógeno absorbido en corrales y jaulas metabólicas presenta diferencias altamente significativas ( $P < 0.01$ ). La inclusión de alfalfa en los tratamientos mejora la absorción de nitrógeno en las llamas, siendo los tratamientos CIII, CIV, JIII y JIV los tratamientos con mayor absorción y CI, CII, JI y JII los que presentan menor absorción. Los resultados en los tratamientos CI, CII, JI y JII, que alcanzaron una absorción de 13.53, 57.84, 27.08 y 65.40 g/día respectivamente, son menores al requerimiento de nitrógeno presentado por San Martín (1996), en el que menciona que los requerimientos proteicos de mantenimiento reportados en un trabajo de balance nitrógeno alcanzan a 117.2 g/d.
- La retención aparente de nitrógeno y la retención del nitrógeno consumido en corrales y jaulas metabólicas presentan diferencias significativas. La inclusión de alfalfa en los tratamientos mejora la retención de nitrógeno en las llamas, siendo los tratamientos CIII, CIV, JIII y JIV los tratamientos con mayor retención y CI, CII, JI y JII los que presentaron menor retención.
- La retención del nitrógeno absorbido en corrales y jaulas metabólicas no presentó diferencias significativas en ambos casos, por lo que todos los tratamientos retuvieron por encima del 68% de nitrógeno en relación a lo absorbido, muy superior a lo encontrado por Clavero et al (1997) en ovinos mestizos africanos que alcanzo a 61.8%.

- Para evaluar el efecto de los métodos de recolección de muestras de heces y orina en el balance de nitrógeno, en corrales y jaulas metabólicas se realizó una prueba de T student; para tal efecto, se planteo una hipótesis nula  $H_0$ : Corrales = Jaulas metabólicas, y una hipótesis alterna  $H_a$ : Corrales  $\neq$  Jaulas metabólicas; el resumen de esta prueba se muestra a continuación en el cuadro 15.

**CUADRO 15. Prueba de T para NA y RAN de corrales y jaulas metabólicas**

Método de colección	Estadístico	NA	RAN
Corrales	$\sum X$	877.30	812.67
	$\bar{X}$	73.11	67.72
	$\sum X^2$	85,541.30	75,224.05
	$(\sum X)^2/N$	64,138.18	55,036.12
	$S^2$	1,945.74	1,835.27
Jaulas Metabólicas	$\sum X$	974.47	890.50
	$\bar{X}$	81.21	74.21
	$\sum X^2$	98,332.47	82,635.27
	$(\sum X)^2/N$	79,132.27	66,082.12
	$S^2$	1,745.47	1,504.83
Prueba de T	$H_0$	Corrales = Jaulas metabólicas	
	$H_a$	Corrales $\neq$ Jaulas metabólicas	
	$S^2_c$	1,845.61	1,670.05
	$t_c$	-0.46	-0.39
	$t_t$	2.07	2.07

$X$ = Observaciones de los tratamientos;  $\bar{X}$ =Media;  $S^2$ =Variancia;  $N$ = Número de observaciones;  $H_0$ =Hipótesis Nula;  $H_a$ = Hipótesis Alterna;  $S^2_c$  = Variancia ponderada;  $t_c$ = t calculado;  $t_t$ = t tabulado

El cuadro 15 muestra la prueba de T para Nitrógeno Absorbido (NA) y Retención Aparente de Nitrógeno (RAN) comparando los métodos de colección de muestras de corrales con jaulas metabólicas de todos los tratamientos. Este cuadro muestra que  $t_c < t_t$  en ambos casos, por lo que se acepta la hipótesis nula, y se rechaza la hipótesis alterna, lo cual significa que no existe diferencias entre métodos de recolección de muestras en heces y en orina.

Para determinar el balance de Energía se estableció una relación entre la energía ingerida o contenida en alimento, la energía excretada en heces y orina, a partir de los cuales se obtuvieron las variables: energía bruta (EB), energía digestible (ED) y energía metabolizable (EM). Los cuadros 16 y 17 muestran el análisis de varianza y las pruebas de medias de tukey de las variables usadas para el balance de energía.

**CUADRO 16. Efecto de las dietas en el Balance de Energía en llamas en corrales.**

Variables	CI	CII	CIII	CIV	Efecto dietas	C.V. %	Media
Energía Bruta Kcal/Kg	4,000 d	4,049 c	4,099 b	4,148 a	*	0	4,073
Energía Digestible Kcal/Kg	2,042 b	2,417 ab	2,714 a	2,491 ab	*	7.17	2,416
Energía Metabolizable Kcal/Kg	1,674 b	1,982 ab	2,225 a	2,043 ab	*	7.17	1,981

\*= P<0.05 diferencias significativas; NS = diferencias no significativas; C.V. = Coeficiente de Variación; CI = 100% H. Pasto Nativo 0% H. Alfalfa; CII = 75% H. Pasto Nativo 25% H. Alfalfa; CIII = 50% H. Pasto Nativo 50% H. Alfalfa; CIV = 25% H. Pasto Nativo 75% H. Alfalfa; abcd, letras diferentes = diferencias entre tratamientos

**CUADRO 17. Efecto de las dietas en el Balance de Energía en llamas en jaulas metabólicas.**

Variables	JI	JII	JIII	JIV	Efecto dietas	C.V. %	Media
Energía Bruta Kcal/Kg	4,000 d	4,049 c	4,099 b	4,148 a	*	0	4,073
Energía Digestible Kcal/Kg	2,567	2,826	2,891	2,471	NS	6.93	2,689
Energía Metabolizable Kcal/Kg	2,105	2,317	2,370	2,026	NS	6.93	2,205

\*= P<0.05 diferencias significativas; NS = diferencias no significativas; C.V. = Coeficiente de Variación; JI = 100% H. Pasto Nativo 0% H. Alfalfa; JII = 75% H. Pasto Nativo 25% H. Alfalfa; JIII = 50% H. Pasto Nativo 50% H. Alfalfa; JIV = 25% H. Pasto Nativo 75% H. Alfalfa; abcd, letras diferentes = diferencias entre tratamientos

Estos resultados permiten indicar que:

- Los alimentos consumidos en los tratamientos en corrales y jaulas metabólicas presentaron diferencias significativas en el contenido de energía.
- La energía digestible y la energía metabolizable fueron positivos para ambos casos. Por tanto, existe un balance de energía positivo en todos los tratamientos, por lo que las dietas suministradas proporcionan a las llamas de energía suficiente para sus necesidades y permite el almacenamiento de energía en su cuerpo, de acuerdo a lo descrito por Maynard (1975).
- La energía digestible en corrales presentó diferencias significativas ( $P < 0.05$ ), siendo el tratamiento con 50% de forraje nativo henificado y 50% de heno de alfalfa (CIII) el mayor con 2,714 kcal/kg de alimento y el menor el tratamiento con 100% de forraje nativo henificado (CI) con 2,042 Kcal/Kg de alimento. La energía digestible en jaulas presentó la misma tendencia de corrales, sin embargo, no presenta diferencias significativas entre tratamientos ( $P > 0.05$ ), esta variación se atribuye a la diferencia de recolección de muestras entre corrales y jaulas metabólicas. Los valores encontrados en todos los tratamientos en corrales y jaulas metabólicas son superiores al reportado por San Martín (1996) que indica que el requerimiento energético de mantenimiento de llamas es de 1,700 kcal/Kg de MS.
- La energía metabolizable en corrales presentó diferencias significativas, siendo el tratamiento con 50% de forraje nativo henificado y 50% de heno de alfalfa (CIII) el mayor con 2,225 kcal/kg de alimento y el menor el tratamiento con 100% de forraje nativo henificado (CI) con 1,674 Kcal/Kg de alimento. La energía digestible en jaulas presenta la misma tendencia de corrales, sin embargo, no presenta diferencias significativas entre tratamientos ( $P > 0.05$ ), esta variación se atribuye a la diferencia de recolección de muestras entre corrales y jaulas metabólicas. Los valores encontrados en todos los tratamientos en corrales y jaulas metabólicas son superiores al reportado por San Martín (1996) que indica que el requerimiento energético de mantenimiento de llamas es de 1,450 kcal/Kg de MS.

- Para evaluar el efecto de los métodos de recolección de muestras de heces en el balance de energía, en corrales y jaulas metabólicas se realizó una prueba de T student; para tal efecto, se planteo una hipótesis nula  $H_0$ : Corrales = Jaulas metabólicas, y una hipótesis alterna  $H_a$ : Corrales  $\neq$  Jaulas metabólicas; el resumen de esta prueba se muestra a continuación en el cuadro 18.

**CUADRO 18. Prueba de T para ED y EM de corrales y jaulas metabólicas**

Método de colección	Estadístico	ED	EM
Corrales	$\sum X$	28,996.61	23,777.22
	$\bar{X}$	2,416.38	1,981.44
	$\sum X^2$	71,010,327.41	47,747,344.15
	$(\sum X)^2/N$	70,066,961.03	47,113,024.60
	$S^2$	85,760.58	57,665.41
Jaulas Metabólicas	$\sum X$	32,272.09	26,463.12
	$\bar{X}$	2,689.34	2,205.26
	$\sum X^2$	87,434,729.81	58,791,112.32
	$(\sum X)^2/N$	86,790,674.50	58,358,049.54
	$S^2$	58,550.48	39,369.34
Prueba de T	$H_0$	Corrales = Jaulas metabólicas	
	$H_a$	Corrales $\neq$ Jaulas metabólicas	
	$S^2_c$	72,155.53	48,517.38
	$t_c$	-2.49	-2.49
	$t_t$	2.07	2.07

$X$ = Observaciones de los tratamientos;  $\bar{X}$ =Media;  $S^2$ =Variancia;  $N$ = Número de observaciones;  $H_0$ =Hipótesis Nula;  $H_a$ = Hipótesis Alterna;  $S^2_c$  = Variancia ponderada;  $t_c$ = t calculado;  $t_t$ = t tabulado

El cuadro 18 muestra la prueba de T para la Energía Digestible (ED) y Energía Metabolizable (EM) comparando los métodos de colección de muestras de corrales con jaulas metabólicas de todos los tratamientos. Este cuadro muestra que  $t_c > t_t$  en ambos casos, por lo que se acepta la hipótesis alterna, y se rechaza la hipótesis nula, lo cual significa que no existe diferencias entre métodos de recolección de muestras en heces.

## **6. CONCLUSIONES**

- **Evaluación del nitrógeno del alimento**

Los alimentos suministrados a llamas que presentaron mayor contenido de nitrógeno corresponden a los tratamientos con 25% de forraje nativo henificado y 75% de heno de alfalfa (CIV y JIV). Los tratamientos que presentaron menor contenido corresponden a 100% de forraje nativo henificado (CI y JI); por lo tanto, se concluye que el contenido de nitrógeno en los alimentos está directamente influenciado por la presencia de heno de alfalfa en los mismos.

- **Evaluación del nitrógeno en heces**

El contenido de nitrógeno en las heces recolectadas a llamas en corrales y jaulas metabólicas presentó un comportamiento similar, por lo que estadísticamente no tienen diferencias significativas entre tratamientos. Esto implica que los tratamientos con 50% de forraje nativo henificado y 50% de heno de alfalfa, y 25% de forraje nativo henificado y 75% de heno de alfalfa (CIII, JIII, CIV y JIV) que consumieron mayor cantidad de heno de alfalfa, absorbieron mayor cantidad de nitrógeno; por lo tanto, se concluye que la inclusión de heno de alfalfa en la alimentación de llamas influye directamente en el incremento de absorción de nitrógeno de los alimentos.

- **Evaluación del nitrógeno en orina**

Los tratamientos que presentaron mayor nivel de excreción de nitrógeno en la orina corresponden a CIII, JIII y JIV, los mismos absorbieron mayor cuantía de nitrógeno por la mayor cantidad de heno alfalfa en la alimentación; por lo tanto, se concluye que los niveles de heno alfalfa en el alimento inciden directamente en la excreción de nitrógeno en la orina.

- **Evaluación de la Energía del alimento**

Todos los tratamientos presentaron diferencias significativas estadísticamente. El incremento de heno de alfalfa en el alimento suministrado a llamas, aumentó la cantidad de energía en los tratamientos; por lo tanto, se concluye que el contenido de energía en los alimentos esta influenciado por la presencia de heno de alfalfa en los mismos.

- **Evaluación de Energía en heces**

Todos los tratamientos no presentaron diferencias significativas estadísticamente. El incremento de heno de alfalfa en el alimento suministrado a llamas, no incremento la absorción de energía en los tratamientos; por lo tanto, se concluye que el contenido de energía en las heces no esta influenciado por la presencia de heno de alfalfa en los alimentos suministrado a llamas.

- **Balance de nitrógeno en llamas**

El balance de nitrógeno para todos los tratamientos fue positivo.

El nitrógeno absorbido y el nitrógeno retenido están directamente relacionados con el consumo de alfalfa, por lo que los tratamientos CIII, CIV, JIII y JIV presentan una mayor absorción y retención de nitrógeno en comparación con los tratamientos CI, CII, JI y JII; por lo tanto, se concluye que a mayor consumo de heno de alfalfa existe mayor absorción y retención de nitrógeno.

- **Balance de Energía en Llamas**

El balance de energía para todos los tratamientos fue positivo.

En corrales se encontró relación entre el heno de alfalfa consumido y la energía asimilada por la llama, sin embargo, en jaulas metabólicas no se encontró relación entre el heno de alfalfa consumido y la energía asimilada por la llama; por lo tanto, se concluye que a inclusión de heno de alfalfa en la alimentación de llamas existe mayor aprovechamiento de la energía del alimento y la misma, esta influenciada por la recolección de muestras propia de los métodos de corrales y jaulas metabólicas.



## **7. RECOMENDACIONES**

- De acuerdo a los resultados obtenidos en el balance de nitrógeno y energía descrito en este trabajo, se recomienda la inclusión de heno alfalfa en la alimentación de llamas con fines de mejorar la dieta de estos animales a nivel de productor.
- Con fines de mejorar y complementar los resultados obtenidos en el trabajo de investigación, se recomienda repetir el mismo en otros estudios de investigación, considerando las pérdidas de energía en orina y gases a través de análisis específicos en bombas calorimétricas y cámaras de intercambio gaseoso.
- Para mejorar objetivamente este trabajo se recomienda repetir el mismo, tomando en consideración un solo pasto nativo frente a los niveles de heno de alfalfa propuestos.
- Para determinar el efecto de los pastos nativos en la alimentación de llamas, se recomienda realizar trabajos de investigación específicos de los pastos nativos descritos.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

- ALFARO, Gonzalo 2004. Proyecto integral de camélidos de Anúlalas. Asociación para el Desarrollo Andino Amazónico. Cochabamba, Bolivia.
- ALZÉRRECA A. Humberto, PRIETO C. Guillermo 2006. “Efecto de la frecuencia y altura de corte en el rendimiento del ichu (*Stipa ichu*)”. CANAPAS Y PASTURAS DE LOS ANDES DE BOLIVIA: INVESTIGACIONES REALIZADAS POR REEPAN, IBTA Y CIF (UMSS).
- ALZÉRRECA Humberto 2006. “Plantas forrajeras nativas y su potencial para producción de semillas”. CANAPAS Y PASTURAS DE LOS ANDES DE BOLIVIA: INVESTIGACIONES REALIZADAS POR REEPAN, IBTA Y CIF (UMSS).
- ALZERRECA H., CARDOZO A. 1991. “Valores Nutritivos de Especies Forrajeras Nativas del Altiplano Boliviano”.
- ARGUEDAS, Richard 2006. “Estudio de la suplementación de llamas lactantes y gestantes en condiciones de pastoreo en pradera nativa”. Tesis de Grado. Universidad Mayor de San Andrés.
- BENSON AGRICULTURE AND FOOD INSTITUTE 2000. “Comportamiento agronómico de dos variedades de acelga bajo dosis de abonamiento con humus de lombriz”. Revista Latinoamericana de Agricultura y Nutrición.
- CAÑAS R. 1995. “Alimentación y Nutrición Animal”. Colección en Agricultura. Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago, Chile.

- CLAVERO T., RAZZ R., ARAUJO-FEBRES, MORALES J., RODRIGUEZ-PETIT A. 1997. "Metabolismo del nitrógeno en ovinos suplementados con *Leucaena leucocephala*". Centro de Transferencia de Tecnología en Pastos y Forrajes. Universidad del Zulia. Maracaibo, Venezuela.
- FIDA. 1991. "Proyecto de Desarrollo de camélidos Sudamericanos". Fondo de desarrollo agrícola. La Paz, Bolivia.
- GARCÍA M., AGUILAR O. y MATERÁN J.M. 1986. "Requerimiento de Proteína para Mantenimiento en Caprinos". Nota técnica: Escuela de Ciencias Veterinarias UCLA. Barquisimeto, Venezuela.
- GENIN Didier. 1999. "Sistema de crianza extensiva en el Altiplano Boliviano". Revista de Agricultura. Convenio Sistemas de Cultivo en la región de Cochabamba. ORSTOM-UMSS. Cochabamba, Bolivia.
- GONZALES, Jonny 2002. "Degradabilidad ruminal de cereales menores con leguminosas para la elaboración de ensilajes en el CEAC". Tesis de grado. Universidad Técnica de Oruro.
- JIMÉNEZ, Mariano. 2003. "Taxonomía del Reino Animal". Distrito Federal, México.
- LAURA, J.; ALZÉRRECA, H.; PRIETO, G.; ALCÓCER, B. 2006. "Recolección, conservación, caracterización preliminar y multiplicación de alfalfa y otras leguminosas recolectadas en zonas altas de Bolivia". CANAPAS Y PASTURAS DE LOS ANDES DE BOLIVIA: INVESTIGACIONES REALIZADAS POR REEPAN, IBTA Y CIF (UMSS). Cochabamba, Bolivia.

- LLOYD L.E., MCDONALD B.E., CRAMPTON E.W. 1982. "Fundamentos de Nutrición Animal". ACRIBIA. Zaragoza, España.
- LOPEZ A., MORALES S., CABRERA C., URRRA C. 2000. "Ingestión y Digestibilidad aparente por la llama (lama glama). I.- Heno de Alfalfa (medicago sativa) y paja de trigo (triticum aestivum) en diferentes proporciones.
- MARTÍNEZ, Z.; ALZÉRRECA, H. y HUANCA, P. 2006. "Estudio de la frecuencia y altura de corte en *Festuca dolichophylla* (chillihua)". CANAPAS Y PASTURAS DE LOS ANDES DE BOLIVIA: INVESTIGACIONES REALIZADAS POR REEPAN, IBTA Y CIF (UMSS). Cochabamba, Bolivia.
- MAYNARD Leonard, LOOSLI John. 1975. "Nutrición Animal". UTEHA. Distrito Federal, México.
- PADRON Emilio. 1996. "Diseños experimentales con aplicación a la agricultura y la ganadería". Editorial Trillas. México.
- PINTO GALLO, Raúl. 2003. "Proyecto Sistematización de la experiencia COPROCA". PROINEXA. La Paz, Bolivia.
- RÍOS CORREA, Jaime. 1991. "Requerimiento de manutención digestibilidad y consumo de agua en Alpacas". Tesis de licenciatura, Facultad de Agronomía. Santiago de Chile, Chile.
- ROSSANIGO Carlos, GIULIETTI José, SILVA COLOMER Jorge y FRIGERIO Karina. 1997. "La Llama". Información Técnica N° 142. INTA, Centro Regional La Pampa-San Luís, EEA San Luís.

- RUIZ M. y RUIZ S. 1992. "Ruminat Nutrition Research: Methodological Guidelines". RISPAL. IICA. San José, Costa Rica.
- SALCEDO Gregorio. 2000. "Estimación de las pérdidas de Nitrógeno en Vacas lecheras alimentadas con pasto o ensilados de hierba con mínimo aporte de concentrados". PRODIVESA. Cantabria.
- SAN MARTÍN H. F. 1996. "Nutrición de Camélidos Sudamericanos y su relación con la reproducción". Revista Argentina de Producción Animal. Documento preparado para el taller "Aspectos reproductivos en Camélidos Sudamericanos". Balcarce, Argentina. 1995.  
Fuente: [www.producción-animal.com.ar](http://www.producción-animal.com.ar)
- SAN MARTÍN Felipe y BRYANT Fred C. 1987. "Nutrición de los Camélidos Sudamericanos: Estado de nuestro conocimiento". IVITA y DRWM. Lima, Perú.
- SEQUEIROS Mónica. 1999. "Connotaciones de la nutrición animal comparada de los Camélidos Sudamericanos". Seminario de Reproducción y Nutrición de Camélidos Sudamericanos. La Paz, Bolivia.
- SOLIS, Ramón 2006. "Producción de Camélidos Sudamericanos". Imprenta Ríos SAC. Cerro de Pasco, Perú.
- UNEPCA, FIDA, FDC, CAF. 1999. "Censo Nacional: Alpacas y Llamas de Bolivia". Centro de Información para el Desarrollo (CID). La Paz, Bolivia.
- VÉLEZ William. 2006. "Digestibilidad aparente en llamas (lama glama), alimentadas con Pasto brasilero (phalaris Tuberoarundinaceae) y avena (avena sativa) en el CEAC. Tesis de Grado. Universidad Técnica de Oruro.

**ANEXOS**

## ANEXO 1 – CUADROS ANVAS Y PRUEBAS DE MEDIAS

**CUADRO 19. Análisis de Varianza para el contenido de Nitrógeno en Alimento en Corrales**

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>Pr &gt; F</b>
Alimentos	3	26,477.64	8,825.88	99,999.99	0.0001
Error	8	0.00	0.00		
Total	11	26,477.64			
C.V. %	0		Media g/día	114.332	

**CUADRO 20. Prueba de Tukey para el contenido Nitrógeno en Alimento en Corrales**

Alimento	Media g/día	Tukey
CIV	177.3	A
CIII	135.3	B
CII	93.3	C
CI	51.3	D

**CUADRO 21. Análisis de Varianza del contenido de Nitrógeno en Alimento en Jaulas Metabólicas**

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>Pr &gt; F</b>
Alimentos	3	26,477.64	8,825.88	99,999.99	0.0001
Error	8	0.00	0.00		
Total	11	26,477.64			
C.V. %	0		Media g/día	114.32	

**CUADRO 22. Prueba de Tukey para el contenido Nitrógeno en Alimento en Jaulas Metabólicas**

Alimento	Media g/día	Tukey
JIV	177.3	A
JIII	135.3	B
JII	93.3	C
JI	51.3	D

**CUADRO 23. Análisis de Varianza para el contenido de Nitrógeno en Heces en Corrales**

FV	GL	SC	CM	F	Pr > F
Alimentos	3	572.51	190.83	3.71	0.0613
Error	8	411.40	51.42		
Total	11	983.91			
C.V. %	17.40		Media g/día	41.21	

**CUADRO 24. Análisis de Varianza para el contenido de Nitrógeno en Heces en Jaulas Metabólicas**

FV	GL	SC	CM	F	Pr > F
Alimentos	3.00	742.38	247.46	3.19	0.0843
Error	8.00	621.01	77.62		
Total	11.00	1363.40			
C.V. %	26.60		Media g/día	33.11	



**CUADRO 25. Análisis de Varianza para el contenido de Nitrógeno en Orina en Corrales**

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>Pr &gt; F</b>
Alimentos	3	87.95	29.32	19.09	0.0005
Error	8	12.29	1.54		
Total	11	100.24			
C.V. %	23.01		Media g/día	5.38	

**CUADRO 26. Prueba de Tukey para el contenido Nitrógeno en Orina en Corrales**

Alimento	Media g/día	Tukey
CIII	9.91	A
CII	4.60	B
CIV	4.30	B
CI	2.73	B

**CUADRO 27. Análisis de Varianza del contenido de Nitrógeno en Orina en Jaulas Metabólicas**

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>Pr &gt; F</b>
Alimentos	3	4.10	1.37	7.55	0.0102
Error	8	1.45	0.18		
Total	11	5.55			
C.V. %	16.63		Media g/día	6.99	

**CUADRO 28. Prueba de Tukey para el contenido Nitrógeno en Orina en Jaulas Metabólicas**

Alimento	Media g/día	Tukey
JIV	11.69	A
JIII	7.81	AB
JII	5.24	AB
JI	3.24	B

**CUADRO 29. Análisis de Varianza para el contenido de Energía en Alimento en Corrales**

FV	GL	SC	CM	F	Pr > F
Alimentos	3	36683.99	12227.99	99999.99	0.0001
Error	8	0.00	0.00		
Total	11	36683.98			

C.V. %            0                                    Media Kcal/Kg            4,073

**CUADRO 30. Prueba de Tukey para el contenido de Energía en Alimento en Corrales**

Alimento	Media Kcal/Kg	Tukey
CIV	4,148	A
CIII	4,099	B
CII	4,049	C
CI	4,000	D

**CUADRO 31. Análisis de Varianza para el contenido de Energía en Alimento en Jaulas Metabólicas**

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>Pr &gt; F</b>
Alimentos	3	36683.99	12227.99	99999.99	0.0001
Error	8	0.00	0.00		
Total	11	36683.98			
C.V. %	0		Media Kcal/kg	4,073	

**CUADRO 32. Prueba de Tukey para el contenido de Energía en Alimento en Jaulas Metabólicas**

Alimento	Media Kcal/kg	Tukey
JIV	4,148	A
JIII	4,099	B
JII	4,049	C
JI	4,000	D

**CUADRO 33. Análisis de Varianza para el contenido de Energía en Heces en Corrales**

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>Pr &gt; F</b>
Alimentos	3	495753.46	165251.15	5.50	0.0240
Error	8	240186.99	30023.37		
Total	11	735940.45			
C.V. %	10.45		Media Kcal/Kg	1,657	

**CUADRO 34. Prueba de Tukey para el contenido de Energía en Heces en Corrales**

Alimento	Media Kcal/kg	Tukey
CI	1,957	A
CIV	1,656	AB
CII	1,631	AB
CIII	1,384	B

**CUADRO 35. Análisis de Varianza para el contenido de Energía en Heces en Jaulas Metabólicas**

FV	GL	SC	CM	F	Pr > F
Alimentos	3	435783.28	145261.09	4.18	0.0471
Error	8	278308.46	34788.56		
Total	11	714091.73			
C.V. %	13.47		Media Kcal/Kg	1,384.61	

**CUADRO 36. Prueba de Tukey para el contenido de Energía en Heces en Jaulas Metabólicas**

Alimento	Media Kcal/Kg	Tukey
JIV	1,676	A
JI	1,431	A
JII	1,222	A
JIII	1,207	A



**CUADRO 40. Prueba de Tukey para el Nitrógeno Absorbido en Jaulas Metabólicas**

Alimento	Media g/día	Tukey
JIV	132.10	A
JIII	100.80	B
JII	65.14	C
JI	26.79	D

**CUADRO 41. Análisis de Varianza para la Retención Aparente de Nitrógeno en Corrales**

FV	GL	SC	CM	F	Pr > F
Alimentos	3	19731.81	6577.27	115.34	0.0001
Error	8	456.19	57.02		
Total	11	20188.01			

C.V. %                      11.15    Media g/día                      67.72

**CUADRO 42. Prueba de Tukey para la Retención Aparente de Nitrógeno en Corrales**

Alimento	Media g/día	Tukey
CIV	119.95	A
CIII	87.35	B
CII	52.81	C
CI	10.78	D

**CUADRO 43. Análisis de Varianza para la Retención Aparente de Nitrógeno en Jaulas Metabólicas**

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>Pr &gt; F</b>
Alimentos	3	15774.38	5258.13	54.13	0.0001
Error	8	777.06	97.13		
Total	11	16551.44			
C.V. %	13.28		Media g/día	74.21	

**CUADRO 44. Prueba de Tukey para la Retención Aparente de Nitrógeno en Jaulas Metabólicas**

Alimento	Media g/día	Tukey
JIV	120.40	A
JIII	92.99	B
JII	59.89	C
JI	23.55	D

**CUADRO 45. Análisis de Varianza para la Retención de Nitrógeno Consumido en Corrales**

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>Pr &gt; F</b>
Alimentos	3	4146.23	1382.08	16.76	0.0008
Error	8	659.52	82.44		
Total	11	4805.75			
C.V. %	17.31		Media g/día	52.45	

**CUADRO 46. Prueba de Tukey para la Retención de Nitrógeno Consumido en Corrales**

Alimento	Media g/día	Tukey
CIV	67.64	A
CIII	64.55	A
CII	56.59	A
CI	21.02	B

**CUADRO 47. Análisis de Varianza para la Retención de Nitrógeno Consumido en Jaulas Metabólicas**

FV	GL	SC	CM	F	Pr > F
Alimentos	3	1030.61	343.54	5.12	0.0288
Error	8	536.61	67.08		
Total	11	1567.22			

C.V. %                      13.28    Media g/día                      61.67

**CUADRO 48. Prueba de Tukey para la Retención de Nitrógeno Consumido en Jaulas Metabólicas**

Alimento	Media g/día	Tukey
JIII	68.71	A
JIV	67.90	A
JII	64.18	AB
JI	45.90	B









## ANEXO 2 – REGISTROS DE LA INVESTIGACIÓN

### CUADRO 57. Registro de la investigación en corrales

TRATAMIENTO	REPETICION	MUESTRA	M1	M2	M3	M4	M5	PROMEDIO
CI	1	ORINA	150	180	450	100	220	220.00
		HECES	740	691	738	724	798	738.20
		AGUA	700	500	1800	200	800	800.00
	2	ORINA	255	320	300	400	319	318.80
		HECES	731	966	520	956	793	793.20
		AGUA	600	1500	1000	800	975	975.00
	3	ORINA	500	400	410	320	408	407.60
		HECES	938	921	572	633	766	766.00
		AGUA	3700	3650	3500	2750	3400	3,400.00
CII	1	ORINA	242	250	244	150	330	243.20
		HECES	852	628	882	786	1113	852.20
		AGUA	810	800	1400	200	790	800.00
	2	ORINA	172	170	150	160	210	172.40
		HECES	710	635	711	791	714	712.20
		AGUA	670	685	634	585	600	634.80
	3	ORINA	236	285	170	290	200	236.20
		HECES	716	445	712	895	813	716.20
		AGUA	450	450	850	110	490	470.00
CIII	1	ORINA	439.8	470	408	420	461	439.76
		HECES	432	532	389	497	561	482.20
		AGUA	1500	1646	1690	1180	1850	1,573.20
	2	ORINA	433	353	360	400	420	393.20
		HECES	657	537	543	310	939	597.20
		AGUA	1246	1446	1710	2000	330	1,346.40
	3	ORINA	490	482	280	580	600	486.40
		HECES	550	608	481	692	566	579.40
		AGUA	1200	1700	1500	1400	1600	1,480.00
CIV	1	ORINA	306	200	250	350	226	266.40
		HECES	800	750	708	851	777	777.20
		AGUA	1666	1700	1800	900	1266	1,466.40
	2	ORINA	270	300	280	150	200	240.00
		HECES	731	543	810	488	643	643.00
		AGUA	2750	2300	1900	200	1787	1,787.40
	3	ORINA	300	200	180	286	300	253.20
		HECES	496	486	697	664	585	585.60
		AGUA	1590	2600	900	500	1397	1,397.40

**CUADRO 58. Registro de la investigación en Jaulas Metabólicas**

TRATAMIENTO	REPETICION	MUESTRA	M1	M2	M3	M4	M5	PROMEDIO
JI	1	ORINA	100	80	110	100	120	102.00
		HECES	672	477	659	600	599	601.40
		AGUA	700	1600	1450	1550	1300	1,320.00
	2	ORINA	200	180	250	150	190	194.00
		HECES	542	803	625	756	680	681.20
		AGUA	1900	1230	600	1600	1300	1,326.00
	3	ORINA	650	980	1000	550	790	794.00
		HECES	348	481	750	570	715	572.80
		AGUA	2500	2900	3300	2400	2700	2,760.00
JII	1	ORINA	120	150	990	1010	900	634.00
		HECES	521	272	838	547	581	551.80
		AGUA	140	2740	2950	3835	2400	2,413.00
	2	ORINA	300	220	260	140	180	220.00
		HECES	652	360	367	360	670	481.80
		AGUA	800	1350	620	800	890	892.00
	3	ORINA	149	170	150	260	220	189.80
		HECES	461	421	384	432	469	433.40
		AGUA	140	600	400	2200	830	834.00
JIII	1	ORINA	560	300	610	700	650	564.00
		HECES	685	748	649	768	585	687.00
		AGUA	1790	190	1770	2400	2750	1,780.00
	2	ORINA	470	260	640	440	550	472.00
		HECES	750	720	837	634	844	757.00
		AGUA	1650	250	2750	1700	1900	1,650.00
	3	ORINA	450	300	500	610	400	452.00
		HECES	630	603	725	575	614	629.40
		AGUA	1390	300	2700	850	1700	1,388.00
JIV	1	ORINA	450	570	700	800	600	624.00
		HECES	703	585	802	674	690	690.80
		AGUA	2550	2000	2900	2450	2400	2,460.00
	2	ORINA	350	150	400	200	270	274.00
		HECES	553	845	814	552	690	690.80
		AGUA	1850	1700	1850	1500	1700	1,720.00
	3	ORINA	400	960	300	750	600	602.00
		HECES	660	721	597	625	650	650.60
		AGUA	2250	2000	2000	2000	2100	2,070.00

**CUADRO 59. Registro de datos empleados para el análisis de Nitrógeno en llamas en corrales**

TRATAMIENTO	REPETICIÓN	N CONS g/Kg	N Heces g/Kg	N Orina g/Kg	NA g/Kg	RAN g/Kg	RNC %	RNA %
CI	1	51.30	45.46	4.15	5.84	1.68	3.28	28.84
	2	51.30	32.59	3.13	18.71	15.58	30.36	83.26
	3	51.30	35.30	0.91	16.00	15.09	29.42	94.33
CII	1	93.31	37.27	5.21	56.05	50.84	54.48	90.70
	2	93.31	29.82	3.34	63.49	60.14	64.45	94.73
	3	93.31	40.62	5.24	52.69	47.45	50.85	90.06
CIII	1	135.33	33.11	11.61	102.22	90.61	66.96	88.64
	2	135.33	44.09	9.20	91.23	82.03	60.62	89.92
	3	135.33	37.00	8.92	98.32	89.40	66.06	90.92
CIV	1	177.34	64.34	4.49	113.00	108.51	61.19	96.03
	2	177.34	45.69	4.25	131.65	127.40	71.84	96.77
	3	177.34	49.23	4.17	128.11	123.94	69.89	96.74

**CUADRO 60. Registro de datos empleados para el análisis de Nitrógeno en llamas en Jaulas Metabólicas**

TRATAMIENTO	REPETICIÓN	N CONS g/Kg	N Heces g/Kg	N Orina g/Kg	NA g/Kg	RAN g/Kg	RNC %	RNA %
JI	1	51.30	26.73	3.02	24.57	21.55	42.01	87.72
	2	51.30	18.97	2.43	32.33	29.90	58.28	92.49
	3	51.30	27.82	4.29	23.48	19.19	37.40	81.73
JII	1	93.31	30.09	4.65	63.22	58.57	62.77	92.65
	2	93.31	28.06	5.22	65.25	60.03	64.33	92.00
	3	93.31	26.37	5.86	66.94	61.08	65.45	91.24
JIII	1	135.33	34.02	6.11	101.31	95.20	70.35	93.97
	2	135.33	46.04	9.31	89.29	79.98	59.10	89.57
	3	135.33	23.53	8.01	111.80	103.78	76.69	92.83
JIV	1	177.34	31.16	9.19	146.17	136.98	77.25	93.71
	2	177.34	55.15	8.10	122.19	114.09	64.34	93.37
	3	177.34	49.40	17.79	127.93	110.14	62.11	86.10

**CUADRO 61. Registro de datos empleados para el análisis de Energía en llamas en corrales**

TRATAMIENTO	REPETICIÓN	EAlm Kcal/kg alm	EHece Kca/kg alm	E D Kca/kgAlm	EM Kca/kgAlm
CI	1	3,999.78	2,107.25	1,892.52	1,551.87
	2	3,999.78	1,840.72	2,159.05	1,770.42
	3	3,999.78	1,924.87	2,074.90	1,701.42
CII	1	4,049.23	1,684.20	2,365.03	1,939.32
	2	4,049.23	1,466.53	2,582.70	2,117.81
	3	4,049.23	1,744.47	2,304.76	1,889.90
CIII	1	4,098.68	1,284.94	2,813.74	2,307.27
	2	4,098.68	1,463.62	2,635.07	2,160.76
	3	4,098.68	1,405.00	2,693.69	2,208.82
CIV	1	4,148.14	1,964.15	2,183.99	1,790.87
	2	4,148.14	1,473.67	2,674.47	2,193.06
	3	4,148.14	1,531.45	2,616.69	2,145.69

**CUADRO 62. Registro de datos empleados para el análisis de Energía en llamas en Jaulas Metabólicas**

TRATAMIENTO	REPETICIÓN	EAlm Kcal/kg alm	EHece Kca/kg alm	E D Kca/kgAlm	EM Kca/kgAlm
JI	1	3,999.78	1,489.31	2,510.46	2,058.58
	2	3,999.78	1,472.85	2,526.92	2,072.08
	3	3,999.78	1,333.52	2,666.26	2,186.33
JII	1	4,049.23	1,273.21	2,776.02	2,276.34
	2	4,049.23	1,169.85	2,879.38	2,361.09
	3	4,049.23	1,224.39	2,824.84	2,316.37
JIII	1	4,098.68	1,229.31	2,869.37	2,352.89
	2	4,098.68	1,542.84	2,555.84	2,095.79
	3	4,098.68	849.96	3,248.73	2,663.96
JIV	1	4,148.14	1,774.65	2,373.49	1,946.26
	2	4,148.14	1,667.50	2,480.64	2,034.13
	3	4,148.14	1,588.00	2,560.14	2,099.31