

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



TESIS

“EFECTO DEL NIVEL DE CONSUMO SOBRE LA DIGESTIBILIDAD Y VALOR ENERGÉTICO DE CONCENTRADO FIBROSO EN LLAMAS Y ALPACAS”

PRESENTADA POR:

Bach. JUAN CARLOS HUARECCALLO MAQUERA

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

“Efecto del nivel de consumo sobre la digestibilidad y valor energético de
concentrado fibroso en llamas y alpacas”

PRESENTADA POR EL BACHILLER:
JUAN CARLOS HUARECCALLO MAQUERA



PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

MÉDICO VETERINARIO Y ZOOTECNISTA

APROBADA POR:

PRESIDENTE

:


MVZ. Juan Guido Medina Suca


PRIMER MIEMBRO

:


MVZ. Marino Francisco Ávila Felipe

SEGUNDO MIEMBRO

:


Mg. Sc. Luis Roque Almanza


DIRECTOR

:


Ph. D. Bernardo Roque Huanca

ASESOR

:


Mg. Sc. Uriel Santiago Marca Choque

Área : Nutrición animal

Tema : Digestibilidad y/o metabolismo

DEDICATORIA

Dedico con todo mi amor a mis queridos padres Máximo Huareccallo Huanacuni y Felicitas Maquera Nina, por su incontable esfuerzo y comprensión, por su firmeza para nunca perder la esperanza, y gracias a la educación inculcada de superación y esfuerzo. Y porque son las personas que más quiero en la vida. Este trabajo y este esfuerzo es de ustedes, gracias.

A mis queridos hermanos Oscar, Elsa, Edgar, Rogelio, Cesar, José Luis. Que son para mi ejemplo de superación, de quienes aprendí aciertos y fueron el apoyo incondicional en el duro trajín de la vida. Gracias por su cariño y apoyo para poderme realizar como profesional.

Juan Carlos HUARECCALLO MAQUERA

AGRADECIMIENTO

En primer lugar quiero agradecer 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.

A nuestra alma mater, la Universidad Nacional del Altiplano y a la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, por haberme formado profesional, de la cual orgullosamente llevaré en alto su nombre.

Al Laboratorio de Nutrición Animal de la facultad de medicina veterinaria y zootecnia - UNA –Puno, por el apoyo en uso del equipo, reactivos, para el presente trabajo de investigación.

Reconocimiento singular al Ph. D. Bernardo Roque Huanca, por facilitarme las herramientas, sabiduría, soporte, su paciencia, sugerencia, quien ha corregido minuciosamente el presente trabajo y me ha dado la posibilidad de mejorarlo.

Al Centro de Investigación y Producción La Raya por el apoyo logístico, con materiales, animales y asesoramiento.

A los docentes miembros del jurado: MVZ. Juan Guido Medina Suca, MVZ. Marino Francisco Ávila Felipe, Mg. Sc. Luis Roque Almanza, agradecerles por su paciencia y sugerencias en el desarrollo de la tesis.

El presente trabajo de investigación es un esfuerzo en el cual directa o indirectamente participaron personajes contribuyendo en diferentes aspectos, con el único fin de concretarlo en forma satisfactoria; a todos ellos quedo infinitamente agradecido.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE FIGURAS	7
ÍNDICE DE TABLAS	8
ÍNDICE DE ACRÓNIMOS.....	12
RESUMEN.....	14
ABSTRACT	15
I.- INTRODUCCIÓN.....	16
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	19
2.1. Anatomía y fisiología digestiva de los Camélidos Sudamericanos.....	19
2.2. Composición Química de las Especies Forrajeras.....	20
2.3. Digestibilidad de los alimentos.....	21
2.3.1. Consumo de materia seca (CMS).....	22
2.3.2. Digestibilidad de la materia seca	24
2.4. Métodos para determinar la digestibilidad.....	25
2.4.1 Digestibilidad <i>in vivo</i> (DIV)	25
2.4.2. Digestibilidad por diferencia.....	27
2.4.3. Método del indicador.....	28
2.4.4. Método de digestibilidad verdadera y digestibilidad aparente.....	29
2.5. Valor energético del alimento.....	31
2.5.1. Energía bruta (EB).....	32
2.5.2. Energía digestible (ED).....	33
2.5.3. Nutrientes digestibles totales (NDT)	34
2.5.4. Energía metabolizable (EM)	34
2.6. La avena (<i>Avena sativa</i>)	37
2.7. La alfalfa (<i>Medicago Sativa</i>).....	38
2.8. El heno.....	39
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	41
3.1. Lugar de estudio	41
3.2. Material experimental.....	41
3.2.1. Instalaciones.....	41
3.2.2. Animales	42
3.2.3. Manejo experimental de los animales.....	42

3.2.4. Dieta experimental	43
3.3. Materiales de campo	44
3.4. Materiales de laboratorio	45
3.4.1. Reactivos	46
3.5. METODOLOGÍA	47
3.5.1. Determinación de la digestibilidad de la materia seca	47
3.5.2. Análisis químico	50
3.5.3. Determinación del valor energético.....	51
3.6. Análisis estadístico.....	54
IV.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN	55
4.1. Digestibilidad de materia seca.	55
4.2. Valor energético	60
V. CONCLUSIONES	67
VI. RECOMENDACIONES.....	68
VII. REFERENCIAS	69
VIII. ANEXO	78

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Partición de la energía bruta contenida en la materia seca de la mezcla de heno de avena (avena sativa) y heno de alfalfa (medicago sativa) en llamas. composición de la mezcla: PC 9.2%, FDN 54.5%.	65
Figura 2. Partición de la energía bruta contenida en la materia seca de la mezcla de heno de avena (avena sativa) y heno de alfalfa (medicago sativa) en alpacas. composición de la mezcla: PC 9.2%, FDN 54.5%.	66
Figura 3. Preparación de alimento	113
Figura 4. Paulas metabólicas para el experimento de metabolismo en llamas.	113
Figura 5. Paulas metabólicas para el experimento de metabolismo en alpacas.	114
Figura 6. Control de peso vivo de los animales.....	114
Figura 7. Medición de gases de fermentación (metano).	115
Figura 8. Análisis de muestras en el laboratorio.....	115

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Distribución muestral de llamas y alpacas: experimento de digestibilidad, en diseño cuadrado latino 4x4.	44
Tabla 2. Peso vivo (Kg) de llamas y alpacas por tratamientos: experimento de digestibilidad, en diseño cuadrado latino 4x4.	44
Tabla 3. Composición química y energía bruta (EB) de la mezcla de heno de avena y alfalfa, 100% MS	45
Tabla 4. Dieta experimental para la alimentación de llamas y alpacas.....	46
Tabla 5. Consumo de materia seca de mezcla de heno de avena y alfalfa en llamas. El consumo se expresa en cantidad por día (kg./d), proporción del peso vivo (%PV), y como cantidad por unidad de peso corporal metabólico (g/Wkg ^{0.75}).....	59
Tabla 7. Consumo y digestibilidad de la materia seca y valor energético de la mezcla de heno de avena (<i>Avena sativa</i>) y heno de alfalfa (<i>Medicago sativa</i>) en el experimento de metabolismo convencional <i>in vivo</i> en llamas.....	60
Tabla 8. Consumo y digestibilidad de la materia seca y valor energético de la mezcla de heno de avena (<i>Avena sativa</i>) y heno de alfalfa (<i>Medicago sativa</i>) en el experimento de metabolismo convencional <i>in vivo</i> en alpacas.....	61
Tabla A 1. Ingestión de materia seca (IMS) de la mezcla de heno de avena y alfalfa en llamas: experimento de digestibilidad, kg/d.....	81
Tabla A 2. Ingestión de materia seca (IMS) de la mezcla de heno de avena y alfalfa en alpacas: experimento de digestibilidad, kg/d.....	83
Tabla B 1. Materia seca fecal de llamas: experimento de digestibilidad.....	85
Tabla B 2. Materia seca fecal de alpacas: experimento de digestibilidad.....	86

Tabla C 1. Excreción de materia seca fecal de llamas: experimento de digestibilidad.....	87
Tabla C 2. Excreción de materia seca fecal de alpacas: experimento de digestibilidad.....	89
Tabla D 1. Cenizas totales de heces de llamas: experimento de digestibilidad	91
Tabla D 2. Cenizas totales de heces de alpacas: experimento de digestibilidad	92
Tabla D 3. Extracto etéreo de heces de llamas: experimento de digestibilidad	93
Tabla D 4. Extracto etéreo de heces de alpacas: experimento de digestibilidad	94
Tabla D 5. Proteína total de heces de llamas: experimento de digestibilidad (0.025N).....	95
Tabla D 6. Proteína total de heces de alpacas: experimento de digestibilidad (0.025N).....	96
Tabla D 7. Fibra detergente neutro de heces de llamas: experimento de digestibilidad	97
Tabla D 8. Fibra detergente neutro de heces de alpacas: experimento de digestibilidad	98
Tabla E 1. Composición química y energía fecal (EF) de heces de llamas: experimento de digestibilidad, 100% MS.	99
Tabla E 2. Composición química y energía fecal (EF) de heces de alpacas: experimento de digestibilidad, 100% MS.	100
Tabla F 1. Energía urinaria (EU) en llamas: experimento de digestibilidad. ...	101
Tabla F 2. Energía urinaria (EU) en alpacas: experimento de digestibilidad. ...	102

Tabla G 1. Energía de gases (metano) (EG) en llamas: experimento de digestibilidad	103
Tabla G 2. Energía de gases (metano) (EG) en alpacas: experimento de digestibilidad	104
Tabla H 1. Digestibilidad de la materia seca en llamas	105
Tabla H 2. Digestibilidad de la materia seca en alpacas	106
Tabla I 1. Energía digestible (ED) en llamas: experimento de digestibilidad .	107
Tabla I 2. Energía digestible (ED) en alpacas: experimento de digestibilidad	108
Tabla I 3. Energía metabolizable (EM) en llamas: experimento de digestibilidad	109
Tabla I 4. Energía metabolizable (EM) en alpacas: experimento de digestibilidad	110
Tabla J 1. Análisis de variancia para la digestibilidad de la materia seca en llamas, diseño cuadrado latino 4x4.....	111
Tabla J 2. Estadísticos para digestibilidad de materia seca en llamas.	111
Tabla J 3. Análisis de variancia para consumo de materia seca en llamas, diseño cuadrado latino 4x4.	111
Tabla J 4. Estadísticos para consumo de materia seca en llamas	111
Tabla J 5. Análisis de variancia para energía digestible en llamas, diseño cuadrado latino 4x4.....	112
Tabla J 6. Estadístico para energía digestible en llamas.....	112
Tabla J 7. Análisis de variancia para energía metabolizable en llamas, diseño cuadrado latino 4x4.....	112
Tabla J 8. Estadístico para energía metabolizable en llamas.....	112

Tabla J 9. Análisis de variancia para digestibilidad de materia seca en alpacas, diseño cuadrado latino 4x4.	113
Tabla J 10. Estadístico para digestibilidad de materia seca en alpacas.	113
Tabla J 11. Análisis de variancia para consumo de materia seca en alpacas, diseño cuadrado latino 4x4.	113
Tabla J 12. Estadístico para consumo de materia seca en alpacas.	113
Tabla J 13. Análisis de variancia para energía digestible en alpacas, diseño cuadrado latino 4x4.	114
Tabla J 14. Estadístico para energía digestible en alpacas.	114
Tabla J 15. Análisis de variancia para energía digestible en alpacas, diseño cuadrado latino 4x4.	114
Tabla J 16. Estadístico para energía metabolizable en alpacas.	114

ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

CIP : Centro de Investigación y Producción

CMS : Consumo de Materia Seca

CNF : Carbohidratos no Fibrosos

CSA : Camélidos Sudamericanos

CT : Cenizas totales

CNF : Carbohidratos no Fibrosos

DMS : Digestibilidad de Materia Seca

EB : Energía Bruta

ED : Energía Digestible

EE : Extracto Etéreo

EG : Energía de Gases

EM : Energía Metabolizable

EMS : Excreción de Materia Seca

EU : Energía urinaria

FDN : Fibra Detergente Neutro

IMS : Ingestión de Materia Seca

Kcal : Kilocalorías

MS : Materia Seca

MSO : Materia Seca Ofrecida

MSR : Materia Seca Rechazada

MSC : Materia Seca Consumida

N : Nitrógeno

NDT : Nutrientes Digestibles totales

NT : Nitrógeno Total

PC : Proteína Cruda

RESUMEN

El proyecto tuvo como objetivo determinar el efecto del nivel de consumo de alimento sobre la digestibilidad y valor energético de concentrado fibroso en camélidos (llamas y alpacas), mediante el ensayo de metabolismo convencional in vivo, donde los animales permanecieron en jaulas metabólicas, para lo cual se utilizaron 4 llamas y 4 alpacas machos de 2 años de edad, procedentes del Centro de Investigación y Producción (CIP) La Raya de la Universidad Nacional del Altiplano – Puno a 4200 metros de altitud, entre los meses de mayo a julio del año 2016. Los animales procedieron de un sistema pastoril de crianza, por lo que su acostumbramiento al manejo en confinamiento ha sido gradual y sistemático, fueron alimentados con un concentrado fibroso elaborado con heno de avena (*Avena sativa*) y heno de alfalfa (*Medicago sativa*) en mezcla (1:1), procesados mecánicamente a 12mm de diámetro y ofrecido para cuatro niveles de consumo: mantenimiento, intermedio bajo, intermedio alto y *ad libitum*, durante un periodo de 77 días. La digestibilidad y la energía digestible (ED) se determinó con un ensayo de digestibilidad convencional in vivo por el método de la colección fecal total de heces y orina, por la diferencia de energía consumida y energía excretada, la energía metabolizable (EM) se determinó por diferencia de energía digestible (ED) menos energía urinaria (EU) y energía de gases (metano) (EG). Las muestras fueron analizadas mediante los métodos oficiales de la AOAC, los datos fueron procesados en un diseño cuadrado latino 4x4. Los resultados indican que el nivel de consumo de alimento no tiene efecto sobre la digestibilidad y valor energético del concentrado fibroso en llamas y alpacas ($p>0.05$) con un valor medio para llamas fue de $60.5 \pm 2.3\%$, ED fue de 2.819 ± 0.1 kcal/g MS, EM fue de 2.470 ± 0.1 kcal/g MS y para alpacas su valor medio fue de $60.9 \pm 0.1\%$, ED fue de 2.838 ± 0.1 kcal/g MS, EM fue de 2.485 ± 0.1 Kcal/g MS con una relación ED/EM 0.876, 0.875 respectivamente.

Palabras clave: Llama, Alpaca, Valor energético, Digestibilidad y/o Metabolismo

ABSTRACT

The objective of the project was to determine the effect of the level of consumption on the digestibility and energetic value of the fibrous concentrate in camelids (llamas and alpacas), by means of the conventional metabolism test in vivo, in which the animals remained in metabolic cages, for which 4 llamas and 4 male alpacas of 2 years of age were used, from the Research and Production Center (CIP) La Raya of the national university of the Altiplano - Puno at 4200 meters altitude, between the months of May and July of the year 2016. The animals came from a pastoral system of breeding, so that their habituation to the management in confinement has been gradual and systematic, were fed with a fibrous concentrate elaborated with hay of oats (*Avena sativa*) and hay of alfalfa (*Medicago sativa*) in (1:1), mechanically processed at 12mmØ and offered for four levels of consumption: maintenance, low intermediate, high intermediate and ad libitum, during a period of 77 days. The digestibility and digestible energy (ED) was determined with a conventional in vivo digestibility assay by the total faecal collection method of faeces and urine, by the difference of energy consumed and energy excreted, metabolizable energy (ME) was determined by digestible energy difference (ED) minus urinary energy (EU) and gas (methane) (EG) energy. Samples were analyzed using the official AOAC methods, data were processed in a 4x4 Latin square design. The results indicate that the level of feed intake has no effect on the digestibility and energy value of the fibrous concentrate in llamas and alpacas ($p > 0.05$) with a mean value for llamas was $60.5 \pm 2.3\%$, ED was $2,819 \pm 0.1$ Kg / ha DM and for alpacas its mean value was $60.9 \pm 0.1\%$, ED was 2.838 ± 0.1 kcal / g MS, MS was $2,485 \pm 0.1$ Kcal / g MS with an ED / MS ratio of 0.876, 0.875 respectively.

Key words: LLama, Alpaca, Energy value, Digestibility and / or Metabolism

I.- INTRODUCCIÓN

La crianza de camélidos sudamericanos (CSA) constituye una de las actividades productivas y económicas más importantes en la zona alto andina. Su crianza se concentra mayormente en comunidades campesinas, realizándose de manera extensiva, donde la alimentación se basa casi exclusivamente en el pastoreo de la vegetación natural (San Martín, 1998).

El consumo de materia seca, es una de los aspectos de mayor importancia en la producción, puesto que define la cantidad disponible de nutrientes para el animal; su medición requiere un *exceso* de alimento y libre *acceso* al alimento por parte del animal; su importancia práctica radica en la prevención de la subalimentación o la sobrealimentación (NRC, 2001). El consumo de forraje de estos animales, según el NRC (2007), se encuentra entre 1.4 a 2.8% del peso vivo, en tanto que San Martín (1987) refiere rangos que van de 1.08 a 2.3% con un promedio de 1.8% del peso vivo. Estos consumos representan el 74% de nivel de consumo al pastoreo en comparación al del ovino (San Martín, 1987).

La digestibilidad del alimento es el segundo factor dietario de interés debido a que define el aporte de nutrientes para el animal (NRC, 2001). Para cubrir los requerimientos de un animal se debe conocer el valor nutritivo de los alimentos que se dispone para saber cuáles se van a proporcionar. Pero se debe tomar en cuenta que del valor energético de estos alimentos depende de su digestibilidad (Correa et al., 1994). Dado que la digestibilidad es el indicador más preciso del contenido de energía de los alimentos en los animales rumiantes (Mitchell, 1942; Moir, 1961), entonces se puede determinar el valor energético de los forrajes a partir de su digestibilidad y consecuentemente su balance de energía.

La energía, es el principal componente de los alimentos que posibilita la vida; sin energía, sería imposible la vida y menos sería la producción animal. Cada alimento tiene un valor energético definido para cada especie animal; ese valor, depende de sus características, la composición química, y su digestibilidad. Para la mayoría de las especies de granja, excepto para los camélidos, los valores están reportados en las ediciones del National Research Council (NRC) los mismos que sirven de referencia en los programas de alimentación animal.

La energía es el componente dietario más importante en la nutrición de los animales para sostener la vida y los procesos productivos, de manera que sin energía sería prácticamente imposible la vida y la producción animal (NRC, 1985).

El valor energético del alimento depende de su digestibilidad; y la digestibilidad, por su parte depende del nivel de consumo de alimento. El nivel de consumo de alimento tiene efecto sobre la digestibilidad de los forrajes en los rumiantes. Por ejemplo vacas alimentadas con dietas de 48 a 75% de concentrado en niveles de consumo de uno a cinco veces la cantidad de alimento requerido para mantenimiento, el NDT disminuye en promedio de 4% en un rango de 3.41 a 6.22% por incremento de consumo equivalente al requerimiento de mantenimiento (Moe et al., 1965); y en ovinos, en consumo *ad libitum*, la digestibilidad de la energía disminuye con relación al consumo en restricción (Hogan et al., 1967).

Con estas referencias, es razonable asumir que el nivel de consumo tendría efecto sobre la digestibilidad y el valor energético en camélidos sudamericanos;

sin embargo Cáceres (2003) y Mamani (2009), no encontraron efecto del nivel de consumo sobre la digestibilidad ni el valor energético del alimento.

El trabajo reporta los resultados de investigación de un experimento realizado en llamas y alpacas con el objetivo de determinar el efecto del nivel de consumo de alimento sobre la digestibilidad y valor energético de concentrado fibroso, determinar la digestibilidad de concentrado fibroso, mediante el ensayo de metabolismo convencional *in vivo*.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Anatomía y fisiología digestiva de los Camélidos Sudamericanos

El estómago de camello, llama y alpaca, a pesar de tener un omaso tubular casi indistinguible, está formado sólo por tres compartimentos (C1, C2, y C3), de los cuales, C1 y C2, están cubiertos por áreas de sacos glandulares (Vallenas et al., 1971; Bowen, 2003), con células epiteliales equipadas con microvilli (Lechner-Doll et al., 1995); mientras que el estómago de ovino, caprino y vacuno está formado por cuatro compartimentos (rumen, retículo, omaso y abomaso), los tres primeros están cubiertos por papilas con epitelio estratificado y queratinizado (Lechner-Doll et al., 1995); sin embargo, ambos tipos de estómagos sirven de cámaras de fermentación, y responden a los mismos mecanismos de rumia (Irlbeck, 2002).

Existe cierta confusión si la alpaca es rumiante o pseudo-rumiante; la confusión deriva de la insistencia en comparar las características anatómicas de su estómago con las de ovino o vacuno (Vallenas et al., 1971). Por lo general, consideran rumiante al vacuno, ovino, caprino (Ramírez, 2005; Burnham, 2006), y pseudo-rumiante al camello (Steven, 2003), llama y alpaca (Irlbeck, 2002), o rumiante modificado (Johnson, 2004), o quasi-rumiante (Cooper, 2006), debido a que carecen de rumen tradicional o tienen un omaso casi indistinguible (Hegazi, 1950).

Los camélidos, si fueran pseudo, quasi o rumiantes modificados, deberían tener limitaciones para la digestión de los forrajes y el uso de los productos de la digestión; sin embargo, las evidencias muestran que tienen mayor

capacidad que vacuno, ovino o caprino para digerir los forrajes fibrosos (Hintz et al., 1973; San Martín y Bryant, 1989; Warmington et al., 1989; López et al., 1998; Van Saun, 2006; Folkesson, 2007), debido a un mayor tiempo de retención del alimento en su tracto digestivo y una mayor exposición a la fermentación microbiana (López et al., 1998; Sponheimer et al., 2003); menor excreción renal de urea y mayor reciclaje de nitrógeno (Hinderer y Engelhardt, 1975), que les permite sobrevivir con forrajes de muy baja calidad (Engelhardt y Schneider, 1977).

2.2. Composición Química de las Especies Forrajeras

El contenido de proteína cruda de especies forrajeras del bofedal, demuestra que existe mayor calidad nutricional en los meses lluviosos, así en el mes de enero se encontró el mayor contenido de proteína (14.94%) y durante el mes de julio disminuyó significativamente este valor nutricional (8,61%) y los demás meses se encuentran dentro de los rangos de enero y julio. El contenido de proteína cruda mensual de las especies forrajeras del bofedal varía entre ellas en forma significativa. La tendencia a incrementar es notoria a partir del mes de octubre hasta el mes de febrero, posteriormente existe una ligera disminución y estabilización del valor proteico de las especies forrajeras desde el mes de marzo hasta el mes de mayo. A partir del mes de junio se produce una disminución notoria del valor proteico hasta el mes de setiembre, siendo el mes de julio el más crítico. Se concluye que en los meses lluviosos las especies forrajeras presentan mayor contenido de proteína cruda, mientras que los meses de sequía el valor proteico es bajo; esto permite planificar el manejo racional del pastizal, el factor climatológico es determinante en la variación del contenido de

proteína, por lo que debe considerarse en el manejo alpaquero (Argote y Zea, 2011).

2.3. Digestibilidad de los alimentos

La digestibilidad se define como la proporción de un alimento que no es excretado con las heces y que se supone por lo tanto que ha sido absorbida. Por lo general se representa por el llamado coeficiente de digestibilidad o coeficiente de utilización digestiva (CUD) que se expresa en porcentaje de materia seca.

La digestibilidad de un alimento no solo incluye la digestión sino también su absorción, la evaluación de la digestibilidad en los rumiantes supone la determinación de la cantidad de un determinado nutriente que desaparece en el tracto digestivo y que señala la única pérdida en el uso de los alimentos, son los residuos no digeridos de las excreciones fecales (Church, 1974).

La mayor digestibilidad de los CSA con bajo contenido nitrogenado también puede ser explicada por la habilidad de mantener una mayor concentración de NH_4 en el C1 y C2 comparado con los ovinos. Al comparar la digestibilidad *in vivo* entre llamas y ovinos usando dietas de diferente calidad nutritiva (proteína y energía) así como dietas no proteicas con diferentes niveles de fibra, encontró mayores coeficientes de digestibilidad *in vivo* en llamas que en ovinos para dietas de baja y mediana calidad, así como dietas de alto contenido de fibra (San Martín, 1987).

Los factores que afectan la digestibilidad, propios del alimento son: Composición química del alimento, nivel de consumo del alimento,

deficiencias de los nutrientes; y los factores dependientes del animal son: tiempo de la acción digestiva y trastornos digestivos. La digestibilidad de los forrajes es más variada siendo el estado de madurez el principal causante de dicha variabilidad. En general a medida que aumenta la madurez de la planta, disminuye su contenido en proteína, azúcares y se eleva el contenido de fibra. Esos cambios son el resultado de deposición de celulosa y hemicelulosa en las paredes celulares y tienen el efecto no sólo de disminuir el porcentaje de proteína sino también reducir su digestibilidad. Para cubrir los requerimientos de un animal se debe conocer el valor nutritivo de los alimentos que se dispone para saber cuáles se van a proporcionar. Pero se debe tomar en cuenta que del valor energético de estos alimentos depende de su digestibilidad (Correa et al., 1994).

Las diferencias de la capacidad digestiva de las diversas especies animales se observa en los coeficientes de digestión promedio siendo para el heno de alfalfa 86.1% de materia seca, 16.2% de proteína, 1.6 % de extracto etéreo y 26.9% de fibra cruda; esto muestra que los rumiantes digieren considerablemente más nutrientes que los monogástricos. Debido a la extensa fermentación bacteriana del rumen, los rumiantes son capaces de digerir celulosa y otros carbohidratos complejos, en forma más completa que los herbívoros no rumiantes (Maynard et al., 1992).

2.3.1. Consumo de materia seca (CMS)

El consumo promedio de materia seca para alpaca y llama es de 1.8% y 2.0% del peso vivo, respectivamente. Tanto en condiciones de estabulación y pastoreo, el consumo de MS para alpaca y llama es

aproximadamente 30% inferior al del ovino. Estudios sobre consumo, y tolerancia a la restricción de agua indican que el consumo de agua es menor en alpacas y llamas en comparación con el ovino. En alpacas en pastoreo se reportan valores de CMS entre 42 y 60 g MS/Kg PV para diferentes composiciones de pradera natural andina (San Martín, 1988).

Cuando se alimenta con avena heno consume 672.7g. de MS/día, representando el 1.8 % del peso corporal y $32.4g/W^{0.75}$ (Chayña, 1983). En praderas de festuca rígida de la estación lluviosa el consumo es de $41.2 g/W^{0.75}$ (San Martín y Bryant, 1987).

El consumo de materia seca, es uno de los aspectos de mayor importancia en la producción, puesto que define la cantidad disponible de nutrientes para el animal; su medición requiere un exceso de alimento y libre acceso al alimento por parte del animal; su importancia práctica radica en la prevención de la subalimentación o la sobrealimentación (NRC, 2001).

Las alpacas en confinamiento consumen variable cantidad de acuerdo a cada tipo de forraje ofrecido; son más eficientes en la ingestión y masticación de forrajes largos que los ovinos (Flores y Gutiérrez, 1995); consumen a voluntad una mayor cantidad de ryegrass y festuca que trébol y paja de trigo, variando de 39.9 a $63.1 g/W^{0.75}$ para la materia seca y 36.5 a $57.1 g/W^{0.75}$ para materia orgánica (López et al., 1998). El consumo de materia seca depende de la composición del alimento, la disponibilidad, y la digestibilidad del forraje (López et

al., 1998; Tralbalza et al., 2001); depende también del contenido de proteína (San Martín y Bryant, 1989), y fibra detergente neutro (López et al., 1998). En alpacas de crianza intensiva, el consumo de materia seca de heno de alfalfa fue 23 g/kg de peso en 24 h, equivalente a 3.196 Mcal de energía metabolizable (EM) y 262.2 g de proteína cruda (PC); las alpacas seleccionaron 77.3 % hojas y 22.7 % tallos, y se ha observado, una variación en consumo entre periodos diurno y nocturno (Raggi et al., 1994).

2.3.2. Digestibilidad de la materia seca

La digestibilidad de la materia seca de henos C3 fue similar entre camélidos y caprinos; en cambio, los camélidos tuvieron mayor eficiencia que las cabras en la digestión de materia seca de henos C4, debido posiblemente a un mayor tiempo de retención del alimento (71 v 54 h, respectivamente). Este resultado resta soporte a la hipótesis de que los camélidos tengan mayor eficiencia digestiva que los rumiantes pecoran. Cuando la digestibilidad se expresó en relación al peso metabólico, las cabras mostraron mayor eficiencia digestiva que las alpacas. En otro ensayo comparativo de patrones de alimentación con forrajes ha mostrado que las cabras consumen y retienen más MS y N que las llamas más grandes, lo cual demuestra que las cabras tienen mayor eficiencia digestiva que las llamas (Robinson et al., 2006).

En pruebas de digestión con ryegrass, festuca, trébol, y paja de trigo en alpacas, (López et al., 1998) encontraron, digestibilidad variable de

la materia seca (48.4 a 55.9%), a pesar de las diferencias en la composición de nutrientes, la digestibilidad de la proteína fue mayor para trébol (63.0%) y ryegrass (55.5%) que para festuca (34.6%), y la digestibilidad fue negativa (-42.0%) para paja de trigo; mayor digestibilidad de la fibra detergente neutro y hemicelulosa para la paja de trigo y festuca que para el trébol cuyo contenido de lignina fue el más alto; similar digestibilidad de la fibra detergente ácido (43.2 a 49.2%) y celulosa (57.9 a 64.8%) entre forrajes.

El tiempo de retención de la digesta es mayor en alpacas que en llamas, sin embargo, la digestibilidad de la materia seca por unidad de peso corporal metabólico es mayor en llamas que en alpacas, lo cual indica que las llamas pueden afrontar mejor las dietas de baja calidad que las alpacas (Sponheimer et al., 2003). La digestibilidad de la materia seca de una mezcla de heno de alfalfa, heno de gramínea, melaza y aceite vegetal, fue 74 % para alpacas lactantes y 69 % para las no lactantes (Folkesson, 2007).

2.4. Métodos para determinar la digestibilidad

2.4.1 Digestibilidad *in vivo* (DIV)

El ensayo de DIV por el método directo o convencional, se define, como el estimado de los nutrientes consumidos y los recobrados en las heces cuya diferencia constituye la porción nutritiva aprovechada por el animal, esto expresado en porcentaje representa el coeficiente digestibilidad. La aplicación del método se hace preferentemente en animales machos, pues en hembras existen dificultades en separar la

orina de la colección de heces. Este sistema necesita del acondicionamiento de los animales en jaulas metabólicas y el uso de arneses, para la sujeción de las bolsas, especiales para la colección de heces. El equipo diseñado por Tapia tiene buenos resultados, modificados para alpacas de acuerdo, a sus exigencias (Van Soest, 1982).

Consiste en una prueba con animales, en la que se suministra una cantidad conocida de alimento cuya digestibilidad se desea determinar. Esto se hace por un período de tiempo determinado previamente y una vez que el animal está acostumbrado a la dieta, se recogen las heces fecales. Además se debe proporcionar agua ad libitum durante todo el período de ensayo.

Para evitar errores experimentales, el alimento a estudiar se proporciona por un período de 7 a 15 días hasta que el animal normalice su consumo y se adapte al alimento. Con este lapso de tiempo se asegura que las heces fecales que se colectan corresponden al alimento en estudio. Luego se analizan las heces fecales y se mide el consumo por 5 a 6 días como mínimo para disminuir la variación diaria. El ensayo debe hacerse con al menos 3 repeticiones y se toma el promedio de todas las mediciones para contrarrestar la variación normal existente entre animales. Se lleva un registro diario de consumo y de las excreciones fecales, que deben ser recolectadas en un 100%. Para el ensayo se utilizan jaulas de digestibilidad que disminuyen la movilidad del animal, estas deben tener piso ranurado para evitar el exceso de humedad y recoger las

heces fecales. Esto es algo complicado cuando se trata de animales hembras.

En no rumiantes, las heces fecales resultantes de un consumo particular, se identifican agregando al alimento una sustancia coloreada que sea inerte e indigestible como óxido férrico o carmín. La recolección de heces se realiza cuando la sustancia coloreada aparece en las heces. En los rumiantes, debido a la mayor complejidad de su sistema digestivo, el tiempo de permanencia del alimento en el tracto digestivo es más largo lo que dificulta la recolección de heces fecales pertenecientes al alimento en estudio. Por esta razón a la metodología de la sustancia coloreada no resulta una buena práctica en este caso. Los resultados que se obtienen de una prueba experimental deben complementarse con el correspondiente análisis de laboratorio del alimento consumido y de las heces fecales excretadas (Cañas, 1995).

2.4.2. Digestibilidad por diferencia

La digestibilidad del alimento problema se calcula por diferencia entre la digestibilidad total de la ración y la digestibilidad del alimento conocido. En este método generalmente se utiliza la técnica de alimentar con un forraje como ración base y determinar su digestibilidad. Luego se agrega a la ración el alimento problema para una segunda prueba. Asumiendo que los nutrientes de la ración base muestran el mismo porcentaje de digestibilidad en la segunda prueba, que cuando la dieta base fue suministrada sola, se restan estos

nutrientes de las heces fecales y los restantes se consideran pertenecientes al alimento problema. La digestibilidad se obtiene entonces por diferencia, este por lo tanto es un método indirecto (Cañas, 1995).

Por otro lado Church et al. (2002), menciona que, en muchos casos es recomendable evaluar la digestibilidad de un alimento cuando se le administra mezclado con otro o más alimentos. Ejemplos de los mismos son los complementos proteínicos o los forrajes individuales que normalmente nunca se utilizan como una dieta completa en sí. En este caso es necesario determinar la digestibilidad por diferencia. Con este método se administra una dieta básica (la mezcla de alimentos mínima para mantener las actividades vitales básicas del organismo), y ésta más la dieta de prueba se administran a uno o más niveles. Si el tiempo y el número de animales lo permiten, se obtienen estimaciones más válidas si todos los animales se alimentan alternadamente con la dieta básica y la dieta básica más la dieta de prueba, aunque a menudo ésta no es la práctica.

2.4.3. Método del indicador

Cañas (1995) refiere, que el ensayo de digestibilidad es un método directo que requiere de una medida del consumo y de la recolección total de las heces fecales, lo que se traduce en mayor tiempo, de un trabajo laborioso, además de un costo relativamente importante. Por esta razón se ha desarrollado la técnica de los indicadores que no requieren de la recolección total de heces fecales sino que basta con

tomar una muestra y someterla a los análisis correspondientes. En este método se determina el contenido de unas sustancias que sea más indigestible en el alimento y en las heces fecales. Esta puede constituir parte del alimento como puede ser adicionada, o puede usarse ambas formas. Ejemplos de este tipo de sustancias son sílice, lignina, óxido férrico, fibra cruda, etc. La digestibilidad se calcula por la relación entre los nutrientes y la sustancia. El coeficiente de digestión se obtiene en función del cociente entre cada uno de los sub nutrientes con respecto a la sustancia indigestible, con el consumo y heces fecales. El método parte de la premisa que la cantidad de sustancia indicadora incorporada al consumo es igual a la cantidad eliminada en la heces fecales durante periodos de tiempo idénticos.

Por otro lado Church et al. (2002), cuando es posible o no resulta conveniente medir la ingestión total o recolectar la totalidad del excremento, con frecuencia, un segundo método en el que se emplean indicadores no absorbidos, es el indicado para medir la digestibilidad. En este método se hace uso de una sustancia de referencia que debe ser indigerible, no absorbible, no tóxica y fácilmente detectada en el forraje y el excremento.

2.4.4. Método de digestibilidad verdadera y digestibilidad aparente

La proteína de la dieta que no aparece en las heces es digerida. A esto se le llama digestibilidad aparente ya que se reconoce que una porción del nitrógeno fecal se ha derivado del animal y no es un residuo alimentario. Si se deduce el nitrógeno metabólico fecal (NMF)

del nitrógeno fecal, se obtiene la digestibilidad verdadera, que en forma más precisa refleja la absorción del nitrógeno del alimento. Por lo general, ha sido imposible separar por medios químicos el nitrógeno metabólico fecal (NMF) de los residuos nitrogenados del alimento. Por este problema el nitrógeno metabólico fecal (NMF) se ha determinado usando dietas libres de nitrógeno en las cuales todo el nitrógeno fecal proviene del animal. Debido a que una dieta como ésta es anormal, (Mitchel, 1942) sugirió que se incluyera en las dietas una pequeña cantidad de proteína de alta utilidad y bien balanceada, como 4% de proteínas de huevo degradadas para poder medir el nitrógeno fecal. El nitrógeno fecal fue el mismo para ambas dietas, lo que indicó que la proteína del huevo fue 100% absorbida. Es claro que una dieta a base de huevo provee un régimen experimental mucho mejor. Un resumen de numerosas investigaciones realizadas ha demostrado que el nitrógeno metabólico fecal (NMF) es proporcional a la ingesta de alimento, esto es, alrededor de 2 miligramos de nitrógeno por gramo de materia seca ingerida. Si se emplea esa cifra como constante, es posible convertir la digestibilidad aparente en digestibilidad verdadera (Maynard, 1981).

Con excepción de los carbohidratos fibrosos, las principales clases de nutrientes (proteínas, lípidos y carbohidratos) se excretan en las heces a partir de fuentes endógenas. Las células que se desprenden de la mucosa intestinal y las secreciones digestivas hacen una contribución considerable a estas fuentes endógenas. La digestibilidad aparente de un nutriente representa la diferencia entre

la cantidad ingerida y la cantidad que aparece en el excremento. La cantidad total en el excremento incluye no sólo los residuos del alimento sin digerir sino también las fuentes endógenas del mismo nutriente. Esta fracción endógena es indistinguible de la porción sin digerir de los nutrientes ingeridos. La digestibilidad real de un nutriente es la proporción del alimento ingerido que es absorbido en el conducto gastrointestinal, con exclusión de cualquier aportación hecha por fuentes corporales endógenas (Church et al., 2002).

2.5. Valor energético del alimento

La energía se define como la capacidad de realizar trabajo y se expresa en calorías. Una caloría (cal) se define como la cantidad necesaria para elevar la temperatura de un 1g de agua de 16.5 a 17.5 °C. Para el uso práctico, la caloría resulta tan pequeña que son de uso más común las kilocalorías (kcal), que equivale a 1000 cal, y la megacaloría (Mcal) equivalente a 1000 kcal ó 106 cal. La energía deriva de la mayoría de los compuestos orgánicos, ingeridos por el animal. El animal obtiene energía de la oxidación parcial o total de las moléculas ingeridas y absorbidas a partir de la dieta, o del metabolismo de la energía almacenada en forma de grasa, proteínas y carbohidratos. La transferencia de energía de una reacción química a otra ocurre de manera principal por medio de los enlaces ricos en energía que se encuentran en tales compuestos en forma de ATP (Trifosfato adenosina) y otros compuestos relacionados (Church et al., 2002).

El alimento es la fuente de energía. Los carbohidratos, grasas y proteínas que provee el alimento al organismo pueden ser usados como energía para

regular la temperatura corporal y mantener las funciones vitales del crecimiento, actividad, producción y reproducción. Según la edad y la especie animal que se trate, entre el 70 y 85% del total de la materia seca ingerida se usa para generar la energía necesaria para estas funciones. La fuente original de energía, el sol o energía solar, es almacenada en las plantas en forma de carbohidratos, lípidos y proteínas a través de la fotosíntesis. Esta energía química almacenada se torna utilizable por el hombre y los animales en la medida de su capacidad para ingerir y digerir los vegetales. Por lo tanto, esta forma de energía es la que tiene un mayor significado en la nutrición (Maynard et al., 1992).

2.5.1. Energía bruta (EB)

La energía bruta (EB) es la cantidad total de calor que libera un alimento cuando se oxida completamente a dióxido de carbono y agua. Se mide con una bomba calorimétrica o a través de la composición química asumiendo valores calóricos para proteína, para grasa, para fibra cruda y para extracto libre de nitrógeno (Nehring y Haenlein, 1973).

Como tal, la energía bruta no tiene un valor práctico puesto que no representa la energía realmente disponible para el animal (Cañas, 1999).

El valor energético real del alimento para el animal, solamente puede determinarse teniendo en cuenta las pérdidas inevitables que tienen lugar durante la digestión, absorción y metabolismo (McDonald et al., 1981).

El valor de la energía es un factor común para expresar el valor nutritivo y el hecho de que las proteínas tengan funciones únicas y específicas no altera su utilidad como fuente de energía. La energía o valor de combustión producida por 1 kg. de aserrín de madera o de glucosa son similares con valores de orden de 4 Mcal./kg. MS por esto el valor energético de los alimentos expresados en términos de energía bruta no representa realmente la energía disponible para la célula animal, que es el lugar donde se utiliza la energía. Más aún, si se considera que los alimentos no son absorbidos en un 100% en el cuerpo, entonces una parte de la energía del alimento no es utilizada porque no entra en el cuerpo y se pierde en las heces fecales (Cañas, 1995).

2.5.2. Energía digestible (ED)

La energía digestible (ED), es la diferencia entre la energía bruta (EB) del alimento y la energía fecal (EF). La energía digestible no es una medida muy fina de la utilización energética, porque la EF refleja alimentos no digeridos, residuos de células bacterianas y la energía metabólica procedente de fuentes endógenas, por lo que se denomina aparente (Church, 1974).

La determinación de la energía total de un alimento es un dato poco exacto para conocer cuál es en realidad la energía utilizable por el animal ya que no tiene en cuenta las pérdidas que se da durante la digestión y el metabolismo. La primera pérdida que hay que

mencionar es la ocasionada por la energía que contiene las heces (Mc Donald, 1979).

La energía digestible también puede estimarse a partir de NDT, utilizando el valor 4.4 kcal por gramo de NDT (Schneider y Flatt, 1975).

$$ED, \text{ kcal} = 4.4 \times \text{g NDT}$$

2.5.3. Nutrientes digestibles totales (NDT)

Los NDT es una medida de la energía aparente, pero se expresa en pesos o tanto por ciento. Los nutrientes digestibles totales (NDT), es la expresión más antigua de la energía disponible del alimento para un animal; se obtiene por deducción de las pérdidas fecales de la digestión (Brody, 1945); su equivalente, la energía digestible (ED), resulta de la diferencia entre la energía consumida en el alimento y la energía excretada en las heces (Lofgreen, 1951).

Los sistemas NDT y ED no son adecuados cuando los alimentos varían mucho en su composición; estos sistemas sobrevaloran el valor energético de los forrajes de mala calidad (Church, 1974).

2.5.4. Energía metabolizable (EM)

La energía metabolizable (EM), constituye la medida más aproximada de la energía disponible del alimento para el animal; fue definida por Armsby en 1903 (Brody, 1945), como la energía neta más el incremento de calor de la alimentación; equivale a la entalpía (H = contenido de calor del sistema) (Sundstol, 1993); y se puede medir con precisión a través de un experimento de metabolismo

convencional *in vivo*, restando la energía de las heces, orina y metano, de la energía del alimento consumido por el animal (Blaxter, 1989).

$$EM = EB - (EF + EU + EG)$$

En la ecuación, EB = energía bruta de la dieta, EF = energía fecal excretada, EU = energía urinaria excretada, y EG = energía de los gases de la digestión (metano). La energía metabolizable también puede estimarse a partir de NDT, utilizando el valor 3.6 kcal por gramo de NDT (Schneider y Flatt, 1975).

$$EM, \text{ kcal} = 3.6 \times \text{g NDT}$$

La energía urinaria es la fracción no metabolizable de la energía del alimento que el animal excreta a través de la orina (Mitchell, 1942); está formada por un conjunto de compuestos nitrogenados tales como urea, ácido hipúrico, ácido úrico, creatinina, alantoína, cuya proporción en rumiantes (vacuno y ovino), representa 4-5 % de la energía consumida (NRC, 2001).

La energía urinaria corresponde a la pérdida de energía principalmente en forma de urea; representa el 4% de la energía bruta del alimento en rumiantes (vacuno y ovino) y 2% de la energía bruta del alimento en camélidos (alpacas); puede determinarse a partir del nitrógeno total (urea) en la orina, asumiendo 2.528 kcal/g como el calor de combustión de la urea (Brody, 1945).

La energía de los gases, corresponde a la energía del metano que elimina el animal; representa una pérdida del 8 % de la energía bruta consumida en vacunos y ovinos (NRC, 1981), 7.1 % de la energía

bruta en llamas alimentadas con forrajes (Engelhardt and Schneider, 1977; Carmean et al., 1992), y un 7.25 % para alpacas alimentadas con forrajes de alfalfa, trébol y ryegrass, cuya medición fue realizada con F_6S (Pinares et al., 2003).

El metano suele constituir la mayor parte de los gases combustibles de los rumiantes constituyendo del 3 al 10% de la EB dependiendo de la naturaleza y del nivel de consumo de los alimentos, las dietas de escasa calidad producen proporciones mayores de metano y este aumenta cuando el consumo de alimento aumenta (Church et al., 1974).

La producción de metano está íntimamente relacionada con la ingestión de alimentos cuando el nivel nutritivo es el de mantenimiento, alrededor de 8% de la EB dl alimento (12% de la ED) se pierde en forma de metano. Cuando el nivel de alimentación sube, esta proporción disminuye hasta 7 o 6% de la EB, siendo la disminución mucho más marcada cuando más digestible son los alimentos. La energía metabolizable de un alimento se determina mediante ensayos similares a los de digestibilidad, pero en los que además de las heces se recogen la orina y el metano, cuando se quiere medir la producción de metano se utiliza la cámara de respiración, cuando no se dispone de estas cámaras de respiración se puede calcular que el metano corresponde al 8% de la EB del alimento consumido, además en los rumiantes es posible calcular los valores de la EM de los alimentos multiplicando por 0.8 los valores de ED. Esto quiere decir que aproximadamente un 20% de la energía

aparentemente digestible se excreta en la orina y como metano (Mc Donald et al., 1988).

2.6. La avena (*Avena sativa*)

La avena es una planta que pertenece a la familia de las gramíneas, se cree que su origen sea Asia, tiene un tipo de raíz fibrosa bastante numerosa, un tallo erecto cilíndrico, produce un gran número de macollos variando de 5 a 15 por planta según la variedad, las hojas son lineales con láminas que tiene longitud promedio de 25cm., y un ancho de 1 hasta 2 cm., carecen de aurícula. La inflorescencia es una panoja o panícula laxa y abierta ramificadas. El fruto es un cariósido o grano algo alargado y puntiagudo en ambos extremos y generalmente vestidas (Choque, 2003).

La avena es una planta anual que prospera bien en clima frío – templado, utilizándose tanto en la producción de grano, como en producción forrajera, la inflorescencia de la avena es una panícula cuya posición ha sido usada para separar especies o subespecies, o grupos varietales de avena. La avena requiere el clima y el suelo en condiciones de temperatura media para su buen desarrollo (Astete, 1980).

El valor nutritivo de la avena depende de la relación que existe entre el grano de descascarillado y la cubierta. El porcentaje de cubierta en promedio es de 27%. Las avenas ricas en cascarilla posee la más FB y menos energía metabolizable que las contienen una proporción más baja (Mendoza, 1990).

El contenido de proteína bruta varía entre 70 y 150 g/kg. y aumenta con la aplicación de fertilizantes nitrogenados. Las proteínas totales (PT) de la

avena son de baja calidad. El aminoácido (aa) más importante es el ácido glutámico. En comparación con otros cereales, el grano de avena contiene bastante aceite, el 60% del cual se encuentra en el endospermo, este aceite es rico en ácidos grasos no saturados y disminuye la consistencia de la grasa corporal (Mc Donald, 1979).

2.7. La alfalfa (*Medicago Sativa*)

La alfalfa es una leguminosa muy importante de cultivo muy extendido tanto en los climas tropicales como templados. La alfalfa no posee como las gramíneas grandes cantidades de polisacáridos de reserva en forma de pentosanas, pero contiene pequeñas cantidades de almidón y cantidades relativamente grandes de pectinas. El contenido en proteína es más bien alto y si la planta se corta al principio de la floración es muy posible que la proteína bruta exceda del 20% (Mc Donald, 1979).

Los resultados de la composición química reportados por (Astrulla, 2003), donde la materia seca reportada para heno de alfalfa de 91.8% se encuentra dentro de los granos establecidos para heno en sus diferentes formas reportado por (NRC; 1985), para vacunos de leche (90 – 93% de MS); de forma semejante también el contenido de materia seca de la muestra experimental de ensilado de avena, se encuentra dentro de los márgenes reportados por la (NRC,1985) que se considera 25 – 40% valores normales. Referente al porcentaje PC para el ensilado de avena es inferior (7.2%) reportado por la misma NRC (11.5%) probablemente por el estado fenológico en que se cosecho la avena (muy maduro) en el momento de la elaboración del ensilado, ya que se sabe cuánto más madura la planta baja

su contenido de proteína y se incrementa su nivel de fibra. En cambio la proteína del heno de alfalfa si se encuentra dentro de los rangos normales de 15 – 23% e incluso al extremo superior (20.9%); es probable a que la alfalfa fue cortada en el momento oportuno ya que contaba con un alto porcentaje de hojas, estas eran grandes y según la información tenía un 10% de floración (Astrulla, 2003).

2.8. El heno

La henificación es una forma de conservar el forraje que reduce la humedad de materia verde hasta un nivel bajo para inhibir la actividad de las enzimas vegetales y microbianas. Durante este proceso el forraje sufre cambios como la reducción en el contenido de agua a un grado no superior del 25 %. El contenido de carotenos decrece conforme la temperatura de almacenamiento aumenta, el contenido de tocoferol. La proporción de azúcares varía en forma inversa a la temperatura de almacenamiento, la materia seca disminuye según el tiempo de almacenamiento y elevación de temperatura y humedad ésta disminución de materia seca (MS) están asociadas a la pérdida de glucosa, sacarosa y fructuosa mientras que los compuestos menos solubles no son afectados (Morrison, 1994).

El método de Henificado por desecación natural consiste en extender el forraje verde cosechado en capas delgadas a un ambiente ventilado con una temperatura promedio de 22 °C. La reducción de la humedad mediante este método se alcanza aproximadamente a los 21 días (INIEA, 1988).

El heno debe tener características deseables, así es más nutritivo y apetecible para los camélidos. El heno de buena calidad debe reunir las siguientes características:

- Color verde del forraje, indica mayor calidad nutritiva y de vitaminas.
- Alto contenido de hojas, dado que en las hojas se encuentra la mayor proporción de proteínas.
- Tallos flexibles, relacionados al tipo de forraje.
- Pureza del heno no debe contener plantas tóxicas, estas alteran su sabor.

(Astete, 1980).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar de estudio

El experimento se realizó en el Centro de Investigación y Producción (CIP) La Raya de la Universidad Nacional del Altiplano, a una altitud de 4200 m, ubicada en las coordenada 14' 30'33" latitud sur y 70'57'12" longitud oeste, ubicado en el distrito de Santa Rosa, provincia de Melgar, departamento de Puno, entre los meses de abril - agosto del año 2016. A una temperatura promedio de 10.2°C, con una mínima promedio de 2.1°C y una máxima promedio de 18.4°C (rango de -10.7 a 17.8 °C) y una precipitación pluvial de 525.7mm., de clima frio y seco.

Los análisis químicos se realizaron en el Laboratorio de Nutrición y Alimentación Animal de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional del Altiplano de Puno, entre los meses de setiembre - noviembre del año 2016, a una altitud de 3825 m, con las coordenadas de 15°49'34" latitud Sur y 70°00'43.5" longitud Oeste del Meridiano de Greenwich.

3.2. Material experimental

3.2.1. Instalaciones

Las instalaciones estuvieron conformadas por 8 jaulas individuales de metabolismo (4 jaulas por especie) de 1.2 m x 2.5 m, para el confinamiento de los animales, construidas de troncos de eucalipto, fijados con pernos metálicos, divididas con troncos de madera, techo de calamina, piso con tablas de madera suspendido a 50 cm de altura

3.2.2. Animales

Se utilizaron 4 llamas y 4 alpacas machos de la raza ch'aku y Huacaya, de 2 años de edad, con un peso promedio de $102.6 \pm 2.3\text{Kg}$ y $61.4 \pm 1.4\text{ kg}$ respectivamente, del mismo Centro de Investigación y Producción La Raya, donde su alimentación fue de pastos naturales.

Tabla 1. Distribución muestral de llamas y alpacas: experimento de digestibilidad, en diseño cuadrado latino 4x4.

ETAPA	LLAMAS				ALPACAS			
	1	2	3	4	1	2	3	4
I	M	IB	IA	AL	M	IB	IA	AL
II	AL	M	IB	IA	AL	M	IB	IA
III	IA	AL	M	IB	IA	AL	M	IB
IV	IB	IA	AL	M	IB	IA	AL	M

Niveles de alimentación: M = Mantenimiento, IB = Intermedio Bajo, IA = Intermedio Alto, AL = *Ad libitum*.

Tabla 2. Peso vivo (Kg) de llamas y alpacas por tratamientos: experimento de digestibilidad, en diseño cuadrado latino 4x4.

ETAPA	LLAMAS				ALPACAS			
	M	IB	IA	AL	M	IB	IA	AL
I	91.2	117.8	94.8	104.6	57.4	58.2	62.6	68.0
II	117.0	89.6	102.6	93.6	57.8	61.4	68.2	59.6
III	88.2	103.2	96.0	123.0	58.6	66.2	58.4	60.3
IV	103.6	94.8	125.4	96.0	66.2	55.0	61.0	62.4
Promedio	100.0	101.4	104.7	104.3	60.0	60.2	62.6	62.6

3.2.3. Manejo experimental de los animales

Los animales para el experimento fueron seleccionados aleatoriamente y aparentemente sanos de una población de 500 animales que fueron alimentados por pastos naturales.

Los animales procedieron de un sistema pastoril de crianza, por lo que su acostumbramiento al manejo en confinamiento fue gradual y

sistemático, en dos etapas, con la finalidad de minimizar los efectos de la neofobia (Boogert et al., 2006) y para garantizar el bienestar del animal, el éxito experimental y la validez de los resultados a obtener. La primera semana permanecieron en un potrero de pastos naturales consumiendo la vegetación disponible; la segunda semana recibieron heno entero de gramínea y leguminosa a fin de que aprendan a consumir forrajes; y la tercera semana recibieron la dieta experimental para que aprendan a consumir en comedero la mezcla forrajera molida. A partir del día 21, los animales fueron ubicados en las jaulas individuales metabólicas para correr con la fase de alimentación, asumiendo que los camélidos (llamas y alpacas) colaboren de sobremanera en el trabajo experimental cuando son debidamente acostumbrados al manejo en confinamiento (Roque, 2009; Lund et al., 2012).

3.2.4. Dieta experimental

La dieta experimental estuvo conformada por un concentrado fibroso para llamas y/o alpacas, elaborado con heno de avena (*Avena sativa*) y heno de alfalfa (*Medicago sativa*), procesados mecánicamente con un molino/picador forrajero Trapp TRF-800, a 12mm Ø de tamaño de partícula, siguiendo las recomendaciones de Heinrichs et al. (1999), con adición de algunas fuentes de minerales, formulado según las recomendaciones nutricionales para camélidos, estimados factorialmente (Carmean et al., 1992; Van Saun, 2006; Flores y Guevara, 1994; Roque, 2009).

Tabla 3. Composición química y energía bruta (EB) de la mezcla de heno de avena y alfalfa, 100% MS

Forraje	H°	PT	EE	FDN	CT	CNF	EB
	%	%	%	%	%	%	Kcal/g
Avena	7.04	6.0	2.4	57.3	6.2	28.1	4.449
Alfalfa	3.38	12.4	9.2	51.7	10.2	16.5	4.725
Promedio	5.21	9.2	5.8	54.5	8.2	22.3	4.587

Fuente: Elaborado en base a la investigación.

Tabla 4. Dieta experimental para la alimentación de llamas y alpacas.

Alimento	Mezcla %	Valor Nutricional de la Mezcla (en 100% MS)	
Heno de avena	49.8	EM Kcal/g	2.478
Heno de alfalfa	49.8	PC % min.	9.2
Suplamin difos	0.2	FDN % min	54.5
Sal común	0.2		
Total	100		

Análisis químico del alimento laboratorio de nutrición animal; fuente propia.

El consumo de alimento (MS) fue de acuerdo al nivel de alimentación, entre 40 g/WKg^{0.75} en el nivel de mantenimiento, 50 g/WKg^{0.75} intermedio bajo, intermedio alto 60 g/WKg^{0.75} y 70g/Wkg^{0.75} en el nivel *ad libitum*, las mismas que se ajustaron en el período de acostumbamiento. Este patrón de alimentación fue para ambas especies (llamas y alpacas).

3.3. Materiales de campo

- Molino picador forrajero trapp TRF – 800.

- Balanza electrónica digital con capacidad de 50/0.001 Kg para pesar alimento.
- Balanza electrónica digital con plataforma con capacidad de 500/0.1 Kg, para pesar animales.
- Balanza digital con capacidad de 2000/0.01g para pesar heces.
- Equipo Gasmeter DX- 4030.
- Jaulas individuales para medición de digestibilidad
- Bebederos individuales.
- Comederos individuales.
- Arnéses de jebe.
- Bolsas Colectoras de heces (confeccionados de lona y forradas interiormente con tela impermeable)
- Hebillas tip tops.
- Fundas de jebe en forma de embudo.
- Manguera polietileno.
- Recipientes de plástico (botellas).
- Probeta de vidrio de 500ml.
- Bolsas de plástica.
- Bolsas de papel
- Sacos de rafia
- Mameluco
- Cámara fotográfica
- Libreta de campo

3.4. Materiales de laboratorio

- Morteros.

- Balanza analítica con capacidad de 200/0.0001 g.
- Bolsas de papel.
- Vasos de precipitación
- Embudo
- Papel filtro
- Horno secador mufla (estufa).
- Digestor de fibra
- Extractor soxhlet
- Equipo kjeldahl

3.4.1. Reactivos

- Ácido sulfúrico 1.25%
- Hidróxido de sodio 1.25%
- Lauril sulfato de sodio
- Etileno diamino tetracético (EDTA)
- Tetraborato sodio decahidratado
- Etilen glicol monoetil éter
- Fosfato ácido disódico anhidro
- Sulfito de sodio anhidro

3.5. METODOLOGÍA

3.5.1. Determinación de la digestibilidad de la materia seca

La digestibilidad de la materia seca del concentrado fibroso se determinó mediante el método convencional *in vivo*, por colección fecal total de heces, orina y colección parcial de gases de fermentación (metano) en 4 llamas y 4 alpacas machos (Cochran y Galyean, 1994), conducente a la medición de la energía digestible (ED) y la energía metabolizable (EM).

El ensayo se realizó en 8 jaulas metabólicas individuales de 2.4 m² con palos de eucalipto los cuales fueron fijados con pernos metálicos, techados con calamina a una elevación de 50cm del piso, se construyó una parrilla de madera; cada jaula conto con comederos y bebederos de plástico (lavadores y baldes), y se utilizó un almacén adecuado para la conservación de forraje.

Para la colección fecal se confeccionó 8 arneses de jebe para llamas y alpacas como dispositivos de sujeción de bolsas colectoras de heces las mismas que fueron hechas de lona de algodón y forradas interiormente con tela impermeable y sujetadas al arnés mediante correas con hebillas tip tops, así mismo se confeccionó fundas colectoras de jebe en forma de embudo para la colección de orina sujeto al arnés en el punto de emisión (prepucio) y conducida por gravedad a un recipiente a través de una manguera de polietileno, similar al equipo de colección de orina utilizado en caballos (Vander Noot et al., 1965).

El experimento se realizó en dos fases (acostumbramiento y colección) (Cochran y Galyean, 1994). La fase de acostumbramiento tuvo una duración de 7 días y la fase de colección otro período de 7 días por etapa, se ha medido el alimento ofrecido, los residuos de alimento, la excreción de heces y orina, lo más preciso posible como lo recomienda (Blaxter 1966). La fase de acostumbramiento estuvo orientada a establecer los niveles de consumo del alimento, asegurar la eliminación gastrointestinal de todo los residuos del alimento anterior y el ajuste de la población microbial al forraje en evaluación; sin embargo, la fase de colección se estableció para la medición de las cantidades del alimento ofrecido y rechazado así como la medición cuantitativa de heces y orina.

El concentrado fibroso se suministró a las 8 y 13 h, en cuatro niveles de consumo, con relación al peso metabólico: mantenimiento ($40 \text{ g/W}^{0.75}$), intermedio bajo ($50 \text{ g/W}^{0.75}$), intermedio alto ($60 \text{ g/W}^{0.75}$) y *ad libitum* ($70 \text{ g/W}^{0.75}$). Las dietas rotaron en cada etapa, procurando minimizar los cambios bruscos de nivel de consumo, de manera que todos los animales experimentaron los cuatro niveles de consumo. El agua se suministró a libre disponibilidad en recipientes (baldes) de 4 litros de capacidad.

En forma diaria se realizaron las mediciones de alimento rechazado, residuos de alimento a las 7 horas. Las heces se colectaron una vez por día, después del retiro de residuos y antes del suministro de alimento. La orina se colectó varias veces por día, según la frecuencia

de micción. Se tomaron muestras diarias de 50 g de heces y 50 ml de orina, para su análisis (Martin, 1966). Las muestras se tomaron con la finalidad de determinar su humedad y materia seca; al final de cada etapa, las muestras de las heces fue mezclada y molida individualmente luego su composición química fue analizada a través de los métodos oficiales de la AOAC (2005).

La ingestión de la materia seca (IMS) se determinó por diferencia entre la materia seca ofrecida (MSO) Y la materia seca rechazada (MSR) expresada en gramos por día, de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$IMS = MSO - MSR$$

La digestibilidad de la materia seca se determinó a través de la ecuación de digestibilidad por el método de la colección fecal total, expresada en porcentaje (Cochran y Galyean, 1994).

$$DMS, \% = \frac{MSC - MSE}{MSC} \times 100$$

Donde:

DMS : Digestibilidad de materia seca.

MSC : Materia seca consumida.

MSE : Materia seca excretada

3.5.2. Análisis químico

Los análisis químicos del alimento, excreta y orina se realizaron a través de los métodos oficiales de la AOAC (2005), determinándose extracto etéreo (EE), fibra detergente neutro (FDN), proteína cruda (PC) y cenizas totales (CT) de las muestras secadas en horno secador de aire caliente forzado a 60°C hasta peso constante. El contenido de grasa bruta se determinó por extracción a reflujo con hexano en soxhlet, la fibra detergente neutro por extracción a reflujo en analizador de fibra (Velp Científica), el nitrógeno total por análisis Kjeldahl (Velp Científica), las cenizas por incineración a 600°C durante 4 horas en mufla Thermoline 48000. El contenido de carbohidratos no fibrosos (CNF) se estimó por diferencia entre la materia seca y la suma de los cuatro componentes, sujeto a la ecuación de Mertens (1997).

$$\text{CNF} = 100 - (\text{EE} + \text{FDN} + \text{PC} + \text{CT})$$

El calor de combustión por el método indirecto a partir de la composición química del alimento y de las heces, con adecuación a la ecuación de Nehring y Haenlein (1973).

$$\text{EB, Kcal/100 g MS} = 9.50 \text{ EE} + 4.79 \text{ FDN} + 5.72 \text{ PC} + 4.03 \text{ CNF}$$

Todos los análisis se realizaron por duplicado, debiendo repetirse si los resultados varían en más Del 5% del promedio.

3.5.3. Determinación del valor energético

El valor energético del concentrado fibroso se determinó a partir de los datos que generó el experimento de digestibilidad y/o metabolismo, debiéndose cuantificar la energía bruta del forraje, la energía bruta consumida en el alimento y excretada en las heces, orina y gases de la fermentación.

El valor energético del alimento se determinó en términos de energía digestible (ED) y energía metabolizable (EM) expresado en kilocalorías por gramo de materia seca (Kcal/g MS), a través de un experimento de metabolismo convencional *in vivo*, por el método de colección total de heces y orina, en 4 llamas y en 4 alpacas machos (Schneider y Flatt, 1975; Cochran y Galyean, 1994; Davies et al. 2007, Cochran et al., 2007) equipadas con arneses, bolsas colectoras de heces y colectora de orina, con cuatro niveles de alimentación: mantenimiento, intermedio bajo, intermedio alto y *ad libitum*.

La energía bruta del concentrado fibroso (EB) y de las heces (EF) fue estimada por el método indirecto a partir de los datos de la composición química, determinada por los métodos oficiales de la AOAC (1995) y los valores calóricos de acuerdo a la ecuación de Nehring y haenlein (1973); La energía digestible se determinó por diferencia entre la energía consumida en el alimento y la energía excretada en heces, expresada en kilocalorías por día (kcal/d).

$$ED = EB - EF$$

La energía metabolizable (EM) del alimento se determinó mediante un experimento de metabolismo convencional *in vivo* por colección total de heces y orina (Cochran y Galyean, 1994), restando las pérdidas aparentes de energía en heces (EF), orina (EU) y gases de la fermentación (EG) de la energía consumida en el alimento (EB) (Garrett and Johnson, 1983; Roque, 2009).

$$EM = EB - (EF + EU + EG)$$

La energía urinaria (EU), se estimó a partir de la pérdida de nitrógeno total (NT) en la orina, por análisis Kjeldahl, asumiendo que NT en la orina está en forma de urea (Petri, 1927; Doak, 1952), con un calor de combustión de 2.528 kcal/g (Brody, 1945).

La energía excretada en la orina se determinó mediante la medición de la excreción de nitrógeno en la orina expresada en su equivalente en urea, en moles o gramos por día, para lo cual se cuantifico el volumen total de la excreción de la orina por día. El contenido de nitrógeno en la orina se determinó a una normalidad de 0.025 N de ácido sulfúrico, a través del método kjeldahl analizando 5ml de muestra de orina por cada determinación; los resultados fueron expresados en gramos de nitrógeno por día, por deducción de la siguiente ecuación.

$$N, \% = \frac{V \times N \times meq}{\text{Muestra, ml}} \times 100$$

Donde:

V : volumen de ácido sulfúrico, ml

N : normalidad de ácido sulfúrico

Meq : miliequivalente de ácido sulfúrico

La excreción de la urea se determinó a partir de los valores de excreción de nitrógeno urinario, asumiendo un 46% de nitrógeno para urea (CON_2H_4), multiplicando por el volumen de la orina excretada. El valor calórico de la urea se consideró como 2.528 kcal/g (Brody, 1945).

La energía de los gases (EG) de fermentación (metano), se determinó en una cámara de acumulación de gases mediante espectroscopia infrarroja transformada de Fourier (FTIR), utilizando el medidor de Gasmeter DX 4030.

A partir de los datos de energía digestible (ED) y la energía metabolizable (EM) se estimó el factor de eficiencia k , como el cociente de ambas formas de energía (EM/ED), a fin de realizar el contraste con el factor 0.81 de ovinos y 0.82 de vacunos.). El factor de interconversión de energía se calculó como el cociente entre la energía metabolizable y la energía digestible.

3.6. Análisis estadístico

Los datos se expresaron en medidas de tendencia central y dispersión (promedio y desviación estándar, respectivamente). Los datos de digestibilidad y valor energético de concentrado fibroso, se analizaron a través de un diseño Cuadrado Latino (4x4), con cuatro animales por especie (columnas), cuatro etapas (filas), y cuatro niveles de alimentación (tratamientos), sujeto al siguiente modelo aditivo lineal fijo (Kuehl, 2001); cuyos promedios se analizaron con la prueba de comparación múltiple de medias de Tukey, utilizando el programa SAS (SAS, 1990).

$$Y_{ij} = \mu + \rho_i + \gamma_j + \tau_k + \xi_{ijk}$$

Donde:

Y_{ij} : Variable de respuesta

μ : Media general

ρ_i : Variación entre etapas (filas)

γ_j : Variación entre animales (columnas)

τ_k : Variación entre niveles de alimentación (tratamientos)

ξ_{ijk} : Variación entre observaciones (error)

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Digestibilidad de materia seca.

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos, podemos mencionar que la digestibilidad de materia seca fue similar entre niveles de consumo ($p>0.05$); por lo tanto, el nivel de alimentación no influye en la digestibilidad de la materia seca del concentrado fibroso en llamas y alpacas.

La excreción de materia seca fecal fue variable entre llamas, con la misma tendencia al incremento del consumo del alimento, con promedios de 498 M, 584 IB, 717 IA, 717 *ad lib.* g/d (tabla 7), las mismas que significan pérdidas con tendencia decreciente, desde 41.6, 41.3, 40.5, 36.4% de materia seca consumida; respectivamente, y para las alpacas con promedios de excreción fecal de 302 M, 324 IB, 401 IA, 482 *ad lib.* g/d (tabla 8) las mismas que significan pérdidas de 38.1, 36.7, 40.7, 39.8% de materia seca consumida, respectivamente.

La digestibilidad de la materia seca de la mezcla de heno de avena y alfalfa en llamas, mostró ligero incremento entre niveles de consumo, con promedios de 59.0% M, 59.1% IB, 59.8% IA, 63.9% *ad lib.* (Tabla 7); estadísticamente sin diferencias significativas ($p>0.05$), con un promedio general de $60.5 \pm 2.3\%$. Estos resultados son superiores a un ensayo de digestibilidad en llamas alimentadas con heno de alfalfa, donde obtuvieron coeficientes de digestibilidad 56.3% para materia seca (Lopez et al., 2003).

La digestibilidad de la materia seca de la mezcla de heno de avena y alfalfa en alpacas, fue similar entre niveles de consumo, con promedios de 61.9% M, 63.0% IB, 58.5% IA, 60.1% *ad lib.* (Tabla 8); estadísticamente sin

diferencias significativas ($p>0.05$), con un promedio general de $60.9 \pm 2.0\%$.

Estos resultados son similares a los estudios de un experimento con heno de alfalfa que ha reportado (San Martín, 1998) con una digestibilidad de 62.9% y 57.7% (Durand, 1970).

Los ensayos con mezclas forrajeras han encontrado valores de digestibilidad similares al presente estudio. Así, la digestibilidad de la mezcla de heno de avena y alfalfa fue de 64.1% (Mamani, 2009). Por otro lado Gonzales (1992) en un ensayo con heno de la asociación de alfalfa y pasto ovillo (*Dactylis glomerata*) reportó una digestibilidad del 71% valor que es superior al obtenido en el presente estudio.

La digestibilidad de forrajes en rumiantes varía en relación inversa al nivel de consumo (Tyrrell and Moe, 1975); así, un incremento del consumo, aumenta la velocidad de pasaje o disminuye el tiempo de retención del alimento en el tracto digestivo, disminuye la exposición del alimento a la fermentación y digestión, y consecuentemente disminuye la digestibilidad.

El consumo promedio de materia seca establecido en cuatro niveles de consumo, obteniéndose para llamas un incremento entre niveles de alimentación, de 1197 M, 1414 IB, 1770 IA, 1968 *ad lib.* g/d; equivalentes a 1.2, 1.4, 1.7, 1.9% del peso ó 37.9, 44.3, 54.1 y 60.3 g/Wkg^{0.75}, respectivamente (tabla 5) y para alpacas fue de 792 M, 883 IB, 985 IA, 1211 *ad lib.* g/d; equivalentes a 1.3, 1.5, 1.6, 1.9% del peso ó 36.7, 40.9, 44.4 y 54.5 g/Wkg^{0.75}, respectivamente (tabla 6).

La magnitud del consumo de materia seca en alpacas es menor a la observada en otros rumiantes; el mismo que podría explicarse teniendo en cuenta una menor tasa de pasaje, o un mayor tiempo de retención del alimento en su tracto digestivo, que se expresa en menor consumo y mayor digestibilidad (San Martín y Bryant, 1989; Sponheimer et al., 2003).

Tabla 5. Consumo de materia seca de mezcla de heno de avena y alfalfa en llamas. El consumo se expresa en cantidad por día (kg./d), proporción del peso vivo (%PV), y como cantidad por unidad de peso corporal metabólico (g/Wkg^{0.75}).

Nivel de consumo	peso kg	kg/día	%PV	g/WKg ^{0.75}
Mantenimiento	100.0	1.197	1.2	37.9
Intermedio bajo	101.4	1.414	1.4	44.3
Intermedio alto	104.7	1.770	1.7	54.1
<i>Ad libitum</i>	104.3	1.968	1.9	60.3
Promedio	102.6	1.587	1.5	49.2
Desv.Est.	2.3	0.3	0.3	10.0
C.V.,%	2.2	21.8	19.9	20.3

Tabla 6. Consumo de materia seca de mezcla de heno de avena y alfalfa en alpacas. El consumo se expresa en cantidad por día (kg./d), proporción del peso vivo (%PV), y como cantidad por unidad de peso corporal metabólico (g/Wkg^{0.75}).

Nivel de consumo	peso kg	kg/día	%PV	g/WKg ^{0.75}
Mantenimiento	60.0	0.792	1.3	36.7
Intermedio bajo	60.2	0.883	1.5	40.9
Intermedio alto	62.6	1.211	1.9	54.5
<i>Ad libitum</i>	62.6	0.985	1.6	44.4
Promedio	61.4	0.968	1.6	44.1
Desv.Est.	1.4	0.2	0.3	7.6
C.V.,%	2.4	18.6	16.7	17.2

Tabla 7. Consumo y digestibilidad de la materia seca y valor energético de la mezcla de heno de avena (*Avena sativa*) y heno de alfalfa (*Medicago sativa*) en el experimento de metabolismo convencional *in vivo* en llamas.

ITEMS DE MEDICIÓN	MANTENIMIENTO	INTERMEDIO BAJO	INTERMEDIO ALTO	AD LIBITUM
Peso corporal promedio, kg	100.0	101.4	104.7	104.3
Peso metabólico, Wkg0.75	31.6	31.9	32.7	32.6
Energía ofrecida en alimento				
- Materia seca ofrecida, g/d	1210	1528	1879	2187
- Energía de alimento, kcal/g MS	4.587	4.587	4.587	4.587
- Energía ofrecida, kcal/d	5550.3	7008.9	8619.0	10031.8
Energía rechazada en residuos				
- Materia seca rechazada, g/d	13	114	109	219
- Energía de rechazo, kcal/g MS	4.613	4.592	4.596	4.593
- Energía rechazada, kcal/d	60.0	523.5	501.0	1005.9
Energía consumida en alimento				
- Materia seca consumida, g/d	1197 ^b	1414 ^b	1770 ^a	1968 ^a
- Energía consumida, kcal/d	5490.3	6485.4	8118.0	9025.9
Energía excretada en heces				
- Materia seca excretada, g/d	498	584	717	717
- Energía de heces, kcal/g MS	4.459	4.440	4.466	4.509
- Energía fecal, kcal/d	2220.6	2593.0	3202.1	3233.0
Energía excretada en orina				
- Orina excretada, ml/d	836	894	1124	1020
- Nitrógeno en orina, g/d	8.602	9.359	10.963	10.148
- Urea en orina, g/d	18.4	20.0	23.5	21.7
- Energía urinaria, kcal/d	46.5	50.6	59.3	54.9
Energía eructada en gases				
- Metano, kcal/d	398.7	456.5	514.3	597.8
Valor energético de concentrado fibroso				
- Digestibilidad de materia seca, %	59.0±7.7 ^a	59.1±5.2 ^a	59.8±3.6 ^a	63.9±4.2 ^a
- Nutrientes digestibles totales, %	58.4	58.5	59.3	63.3
- Energía digestible (ED), kcal/g MS	2.754±375.7 ^a	2.772±229.5 ^a	2.791±180.9 ^a	2.960±188.4 ^a
- Energía metabolizable (EM), kcal/g MS	2.379±343.7 ^a	2.410±241.9 ^a	2.460±107.9 ^a	2.631±165.8 ^a
- Factor de interconversión, k = EM/ED	0.864	0.869	0.881	0.889

Fuente: Elaborado en base a la investigación.

Tabla 8. Consumo y digestibilidad de la materia seca y valor energético de la mezcla de heno de avena (*Avena sativa*) y heno de alfalfa (*Medicago sativa*) en el experimento de metabolismo convencional *in vivo* en alpacas.

ITEMS DE MEDICIÓN	MANTENIMIENTO	INTERMEDIO BAJO	INTERMEDIO ALTO	AD LIBITUM
Peso corporal promedio, kg	60.0	60.2	62.6	62.6
Peso metabólico, Wkg0.75	21.6	21.6	22.2	22.2
Energía ofrecida en alimento				
- Materia seca ofrecida, g/d	826	1035	1278	1492
- Energía de alimento, kcal/g MS	4.587	4.587	4.587	4.587
- Energía ofrecida, kcal/d	3788.9	4747.5	5862.2	6843.8
Energía rechazada en residuos				
- Materia seca rechazada, g/d	34	152	507	67
- Energía de rechazo, kcal/g MS	4.636	4.594	4.586	4.566
- Energía rechazada, kcal/d	157.6	698.3	2325.3	305.9
Energía consumida en alimento				
- Materia seca consumida, g/d	792 ^b	883 ^{ab}	985 ^{ab}	1211 ^a
- Energía consumida, kcal/d	3631.2	4049.2	4518.5	5556.2
Energía excretada en heces				
- Materia seca excretada, g/d	302	324	401	482
- Energía de heces, kcal/g MS	4.438	4.461	4.490	4.487
- Energía fecal, kcal/d	1340.3	1445.4	1800.5	2162.7
Energía excretada en orina				
- Orina excretada, ml/d	847	671	688	871
- Nitrógeno en orina, g/d	6.236	6.345	5.832	7.698
- Urea en orina, g/d	13.3	13.6	12.5	16.5
- Energía urinaria, kcal/d	33.7	34.3	31.6	41.6
Energía eructada en gases				
- Metano, kcal/d	230.6	309.1	307.8	312.2
Valor energético de concentrado fibroso				
- Digestibilidad de materia seca, %	61.9±5.1 ^a	63.0±3.9 ^a	58.5±4.0 ^a	60.1±4.2 ^a
- Nutrientes digestibles totales, %	61.3	63.0	57.9	59.5
- Energía digestible (ED), kcal/g MS	2.895±231.2 ^a	2.936±180.1 ^a	2.722±166.1 ^a	2.797±175.1 ^a
- Energía metabolizable (EM), kcal/g MS	2.561±183.0 ^a	2.545±162.5 ^a	2.329±177.4 ^a	2.503±288.0 ^a
- Factor de interconversión, k = EM/ED	0.885	0.867	0.855	0.895

Fuente: Elaborado en base a la investigación.

El consumo de materia seca entre tratamientos estadísticamente fueron diferentes ($p < 0.05$). Estos resultados están en el rango de consumo de materia seca encontrado en alpacas y llamas en confinamiento y/o en pastoreo libre (Reiner et al., 1987; San Martín & Bryant, 1989; López et al., 1998).

4.2. Valor energético

El contenido de energía bruta de la dieta fue 4.587 kcal/g de materia seca (Tabla 3). El consumo de energía en llamas se incrementó en el siguiente orden: 5490.3 M, 6485.4 IB, 8118.0 IA, y 9025.9 *ad lib.* kcal/d; la excreción de energía en las heces, mostró similar tendencia, 2220.6, 2593.0, 3202.1, y 3233.0 kcal/d, respectivamente; estas cantidades, significaron una pérdida fecal de 40.4, 40.0, 39.4, y 35.8 %, del total de la energía consumida, respectivamente. El consumo de energía en alpacas también tuvo ligero incremento con los siguientes valores de: 3631.2 M, 4049.2 IB, 4518.5 IA, Y 5556.2 *ad lib.* kcal/d; de la misma manera la excreción de energía en las heces tuvo similar tendencia, 1340.3, 1445.4, 1800.5, y 2162.2 kcal/d, respectivamente; estas cantidades, significaron una pérdida fecal de 36.9, 35.7, 39.8, y 38.9%, del total de la energía consumida, respectivamente.

La energía digestible en llamas mostró sólo ligera tendencia al incremento con el nivel de consumo, desde 2.754 M, 2.772 IB, 2.791 IA, hasta 2.960 *ad lib.* kcal/g de materia seca, sin mostrar diferencia estadística (Tabla 7). En alpacas la energía digestible mostraron los siguientes valores de 2.895 M, 2.936 IB, 2.723 IA, y 2.798 *ad lib.* kcal/g de materia seca, sin diferencia

estadística (Tabla 8). Por tanto, el nivel de consumo del alimento no tuvo influencia sobre el contenido de energía digestible de la mezcla de forrajes en llamas y alpacas, con un valor promedio de 2.819 y 2.838 kcal/g de materia seca respectivamente, que representa la medida simple más importante del valor energético del alimento. En general, el valor de la energía digestible encontrado en este estudio fue ligeramente mayor a los valores de energía digestible de forrajes de avena y alfalfa para ovinos, caprinos, ciervos, y camélidos sudamericanos publicados por el NRC (2007). Y mayor a los valores de energía digestible reportados para la mezcla de heno de avena y alfalfa en alpacas (2691 kcal/kg MS) (Mamani, 2009), en vacunos (2545 kcal/kg MS) y en ovinos (2258 kcal/kg MS) (Crampton y Harris, 1979), lo cual es una evidencia de que la llama y alpaca tiene un mejor aprovechamiento de la energía del alimento con relación a otros rumiantes. En un ensayo de digestión de heno de alfalfa en alpacas, (Cáceres, 2003) encontró un contenido de 3137 kcal/kg MS de energía digestible, lo cual es mayor al encontrado en el presente estudio.

La excreción de orina fue variable entre llamas con promedios de 836 M, 894 IB, 1124 IA, y 1020 *ad lib.* ml/d (Tabla 7). El contenido de N en la orina fue similar entre niveles, 8.602, 9.359, 10.963, 10.148 g/d, respectivamente (Anexo, Tabla F1); estas cantidades de nitrógeno equivalen a 18.4, 20.0, 23.5 y 21.7 g de urea, respectivamente (Anexo, Tabla F1). Asumiendo que el contenido de nitrógeno de la orina está como urea (Doak, 1952), y el valor calórico de la urea es de 2.528 kcal/g (Brody, 1945), la energía en la orina fue variable entre niveles, con promedios de 46.5 M, 50.6 IB, 59.3 IA, y 54.9 *ad lib.* kcal/d (Tabla 7; Anexo, Tabla F 1).

De la misma forma para alpacas la excreción de orina fue variable con promedio de 847 M, 671 IB, 688 IA, 871 *ad lib.* ml/d (Tabla 8). El contenido de nitrógeno fue variable entre niveles 6.236, 6.345, 5.832, 7.698 g/d, respectivamente (Anexo, Tabla F 2); estas cantidades de nitrógeno equivalen a 13.3, 13.6, 12.5 y 16.5 g de urea, respectivamente (Anexo, Tabla F 2). Asumiendo que el contenido de nitrógeno de la orina está como urea (Doak, 1952), y el valor calórico de la urea es de 2.528 kcal/g (Brody, 1945), la energía en la orina fue variable entre niveles, con promedios de 33.7 M, 34.3 IB, 31.6 IA y 41.6 *ad lib.* kcal/d (Tabla 8; Anexo, Tabla F 2).

Las pérdidas de energía en orina fueron relativamente bajas, en promedio representaron menores a 1% de la energía consumida en la mezcla de forrajes; atribuida a que las llamas y alpacas han reciclado urea (Engelhard & Schneider, 1977), debido a que han consumido una mezcla forrajera con sólo 9.2% de proteína. Estudios de balance de nitrógeno en alpacas, encontraron que la excreción de nitrógeno en orina depende del consumo de nitrógeno en alimento. Con heno de gramínea (13.6% de proteína), excretaron 6.2 g N en orina, y con heno de alfalfa (20.9% de proteína), la excreción incrementó a 13.5 g de N (Robinson et al., 2005); en otro estudio, con heno de cebada (9.9 % de proteína) excretaron 6.8 g N en orina, y con heno de cebada/alfalfa (12% de proteína), la excreción aumentó a 11.2 g de N (Davies et al., 2007); estos resultados respaldan los datos de excreción de N en orina encontrados en el presente estudio.

Las pérdidas de energía de gases de digestión (metano), mostraron ligera variación, con promedios de 398.7 M, 456.5 IB, 514.3 IA, y 597.8 *ad lib.*

kcal/d (Tabla 7; Anexo G 1); y un promedio general de 491.8 kcal/día, que representa el 6.8% de la energía consumida. En alpacas también mostraron ligera variación, con promedios de 230.6 M, 309.1 IB, 307.8 IA, y 312.2 *ad lib.* kcal/d (Tabla 8; Anexo G 2); con un promedio general de 289.9 kcal/día, que representa el 6.5% de la energía consumida. La emisión de energía en los gases, está en el rango observado en vacunos, donde la pérdida varía de 2 a 12%EB; y en el rango de ovinos, donde la pérdida varía entre 3.8 a 12.8%EB, dependiendo de la cantidad de carbohidratos fermentables, y la cantidad de hidrógeno disponible para la producción de metano en el retículo-rumen (Johnson & Johnson, 1995; Giger-Reverdin & Sauvant, 2000).

Considerando las pérdidas de energía en heces, orina, y gases combustibles, la energía metabolizable de la mezcla de heno de avena y alfalfa en llamas, mostró ligero incremento entre niveles, con promedios de 2.379 M, 2.410 IB, 2.460 IA, y 2.631 *ad lib.* kcal/g de materia seca (Tabla 7; Anexo, Tabla I 3), con un promedio general de 2.470 kcal/g de materia seca. En alpacas la energía metabolizable fue variable entre niveles, con promedios de 2.561 M, 2.545 IB, 2.329 IA, y 2.504 *ad lib.* kcal/g de materia seca (Tabla 8; Anexo, Tabla I 4), con un promedio general de 2.485 kcal/g de materia seca. En ambas especies al llevar al análisis estadístico no fueron significativo (tabla 7 y 8), además la energía metabolizable son casi iguales en llamas y alpacas en el presente estudio. Por lo tanto en un ensayo similar con heno de alfalfa (Cáceres, 2003) obtuvo un valor central de 2742 kcal/kg MS. Por otro lado (Mamani, 2009), en un ensayo con una

mezcla de heno de avena y alfalfa reportó un valor central de 2338 kcal/kg MS.

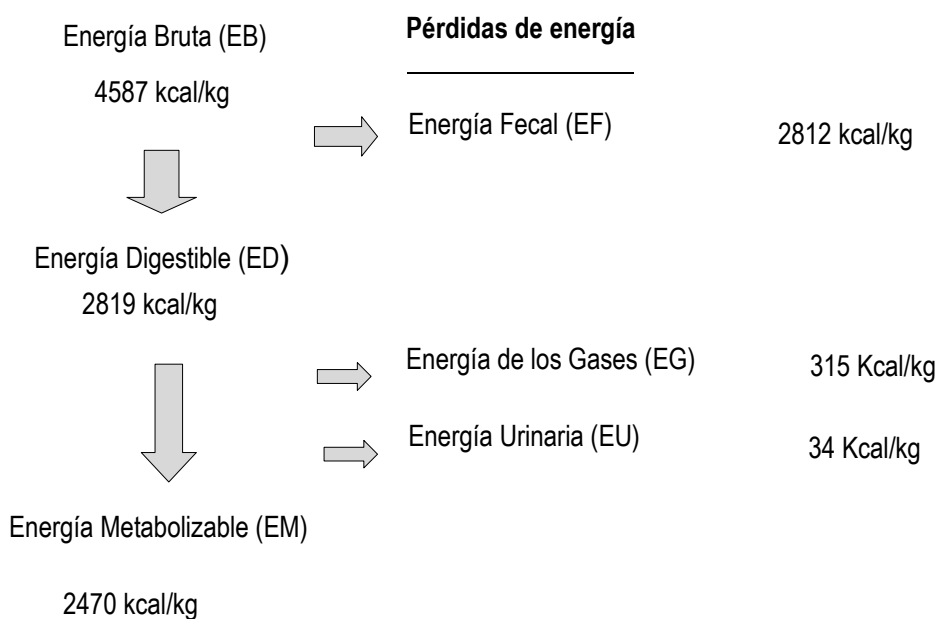
La relación entre energía metabolizable y energía digestible (EM/ED) en llamas tiende a un ligero incremento con el nivel de consumo, con promedios de 0.864 M, 0.869 IB, 0.881 IA, y 0.889 *ad lib.* (Tabla 7); con un promedio general de 0.876, y para alpacas con promedios de 0.885 M, 0.867 IB, 0.855 IA, 0.895 *ad lib.* (Tabla 8); y un promedio general de 0.875, concordantes con los reportes de ensayos de metabolismo realizados en alpacas alimentadas con forrajes (Cáceres, 2003; Cuno, 2004; Mamani, 2009), atribuible a una menor pérdida de energía en heces, orina y gases de fermentación digestiva (Metano), por lo que la relación de interconversión de la energía para forrajes estaría dada por:

$$EM: 0.876 ED$$

El factor de interconversión (0.876) observado en llamas y alpacas es mayor a 0.81 establecido para ovinos (Armstrong, 1964), mayor a 0.82 establecido para vacunos (NRC, 1981b), sin embargo, es concordante con similares tendencias observadas en ovinos alimentadas con 66% de grano y 34% de paja, en los que el factor aumentó (0.82, 0.83 y 0.88), cuando el consumo incrementó de 0.5, 1, 2 veces la cantidad de mantenimiento, respectivamente (Blaxter y Wainman, 1964). Las llamas alimentadas con heno de avena y concentrado peletizado (50:50) mostraron similar tendencia, puesto que en una prueba de balance de energía por calorimetría indirecta, las pérdidas de energía consumida fueron mínimas, 32.5% en heces, 7.1% en gases (Metano), 3.5% en orina, siendo la energía

metabolizable del alimento, EM = 2.43 kcal/g de materia seca (Carmean *et al.*, 1992).

Figura 1. Partición de la energía bruta contenida en la materia seca de la mezcla de heno de avena (*Avena sativa*) y heno de alfalfa (*Medicago sativa*) en llamas. Composición de la mezcla: PC 9.2%, FDN 54.5%.



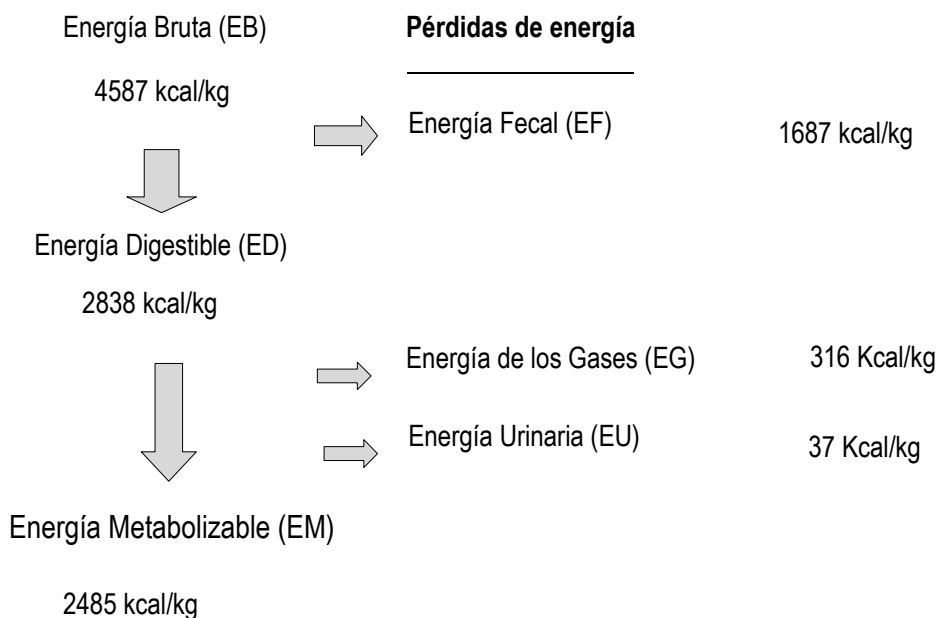
A partir de la partición de energía se establece que un 62% de la energía bruta (EB) contenida en la mezcla forrajera de avena y alfalfa es energía digestible (ED); un 88% de ED es energía metabolizable (EM); y un 54% de EB es EM, por lo que las relaciones de interconversión de las distintas formas de energía, estarían dadas por:

$$ED = 0.62 EB$$

$$EM = 0.88 ED$$

$$EM = 0.54 EB$$

Figura 2. Partición de la energía bruta contenida en la materia seca de la mezcla de heno de avena (*Avena sativa*) y heno de alfalfa (*Medicago sativa*) en alpacas. Composición de la mezcla: PC 9.2%, FDN 54.5%.



A partir de la partición de energía se establece que un 62% de la energía bruta (EB) contenida en la mezcla forrajera de avena y alfalfa es energía digestible (ED); un 88% de ED es energía metabolizable (EM); y un 54% de EB es EM, por lo que las relaciones de interconversión de las distintas formas de energía, estarían dadas por:

$$ED = 0.62 EB$$

$$EM = 0.88 ED$$

$$EM = 0.54 EB$$

Con todo esto podemos decir que entre llamas y alpacas no hay diferencia

V. CONCLUSIONES

5.1 El nivel de consumo de alimento no tiene efecto sobre la digestibilidad de la materia seca de la mezcla de heno de avena y alfalfa en llamas y alpacas machos de 2 años, cuyo promedio general fue $60.5 \pm 2.3\%$ y $60.9 \pm 2.0\%$, respectivamente.

5.2 El nivel de consumo no tiene efecto sobre el valor energético de la mezcla de heno de avena y alfalfa en llamas y alpacas machos de 2 años, donde se encontró un promedio general de energía digestible (ED), 2.819 ± 0.1 y 2.838 ± 0.1 Kcal/g, energía metabolizable (EM), 2.470 ± 0.1 y 2.485 ± 0.1 Kcal/g. de materia seca, respectivamente.

VI. RECOMENDACIONES

- 6.1. Utilizar los resultados encontrados para trabajos de investigaciones posteriores.
- 6.2. Adecuar un buen equipo de colección de orina para camélidos con la finalidad de evitar pérdidas en la micción, obtener muestras sin problemas y en forma eficiente sin causar molestia a los animales.
- 6.3. Diseñar o implementar jaulas de digestibilidad propios para llamas y alpacas, que permitan eficiencia en el manejo de los animales.

VII. REFERENCIAS

- AOAC. 2005. Official Methods of Analysis of AOAC International. 18th Edition. Current Through. Revision 4, 2011. Dr. Horwitz, W. y Latimer, G. W.
- ARGOTE, G. y R. ZEA. 2011. Manual Manejo y conservación de bofedales. Edición serie 01-2011. Editorial Comité de Publicaciones de la Estación Experimental Agraria Illpa. Puno - Perú.
- ARMSTRONG, D. 1964. Evaluation of artificially dried grass as a source of energy for sheep. 2. The energy value of cocksfoot, timothy and two strains of rye-grass at varying stages of maturity. J. Agr. Sci. 62:399-416.
- ASTETE, A. U. 1980. Cultivo de Pastos y Forrajes. Universidad Nacional del Altiplano. Puno – Perú.
- ASTRULLA, S. 2003. Digestibilidad aparente in vivo de recursos forrajeros. Tesis Médico Veterinario y Zootecnista. UNA – PUNO.
- BOWEN, R. 2003. Digestive Anatomy in Ruminants. Colorado State University.
- BOOGERT, N. J., S. M. READER and K. N. LALAND. 2006. The relation between social rank, neophobia and individual learning in starlings. Animal Behaviour.
- BLAXTER, K.L. 1966. Nutrition balance techniques and their limitations. One hundred and eighty-third Scientific Meeting. Seventy-fifth Scottish Meeting. Institute of Biochemistry, University of Glasgow. Symposium Proceedings.
- BLAXTER, K.L. 1989. Energy metabolism in animals and man. Cambridge University Press.
- BLAXTER, K.L., and F.W. WAINMAN. 1964. The utilization of the energy of different rations by sheep and cattle for maintenance and fattening. J. Agr. Sci. (Camb.) 63: 113.
- BRODY, S. 1945. Bioenergetics and Growth. Hafner Publishing Company, Inc. New York.
- BURNHAM, L. 2006. Ruminants vs. Pseudo-ruminants vs. Equines: The Stomach. American Livestock Magazine, pp. 145-146.
- CÁCERES, C. 2002. Determinación del valor energético del heno de alfalfa en alpacas huacaya. Tesis. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Nacional del Altiplano. Puno, Perú.

- CACERES, M. 2003. Determinación del valor energético del heno de alfalfa (*Medicago sativa*) en alpacas. Tesis Medico Veterinario y Zootecnista. FMVZ Universidad Nacional Altiplano –PUNO.
- CARMEAN, B.R., K.A. JOHNSON, D.E. JOHNSON, and L.W. JOHNSON. 1992. Maintenance energy requirement of llamas. Am. J. Vet. Rs. 53(9): 1696-1698.
- CAÑAS, R. 1995. Alimentación y nutrición animal. Colección en Agri-cultura, Facultad de Agronomía. Pontificia Universidad Católica de Chile.
- CAÑAS, R. 1999. Alimentación y Nutrición Animal. Segunda Edición. Impresores Alfabet. Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago de Chile.
- COCHRAN, R. AND M. GALYEAN. 1994. Measurement of In Vivo Forage Digestion by Ruminants. Forage Quality, Evaluation and Utilization. American Society of Agronomy. Madison, Wisconsin, USA
- COCHRAN, R.C., W.C. COBLENTZ, and E.S. VANZANT. 2007. Energy Balance. In: Animal Methods for Evaluating Forage Quality. Barnes R. F., C. J. nelson, K. J. Moore, and M. Collins Eds. Forages. The Science of Grassland Agriculture. Volume II, 6th Edition. Blackwell Publishing.
- COOPER, N. 2006. Alpaca Nutritional Requirements. Southern Alpacas Stud. <http://www.alpacasnz.co.nz/articles-nutrition.htm>
- CORREA, H., V. HIDALGO, B. VERGARA y T. MONTES. 1994. Determinación de la Digestibilidad de Insumos Energéticos Proteícos y Fibrosos en Cuyes. XVII Reunión Científica Anual de la Asociación Peruana de Producción Animal (APPA), Lima – Perú.
- COCHRAN, R., and M. GALYEAN. 1994. Measurement of In Vivo Forage Digestion by Ruminants. Forage Quality, Evaluation and Utilization. American Society of Agronomy. Madison, Wisconsin, USA.
- COCHRAN, R.C., W.C. COBLENTZ, and E.S. VANZANT. 2007. Energy Balance. In: Animal Methods for Evaluating Forage Quality. Barnes R. F., C.
- CUNO, F. 2004. Determinación de la producción de calor y balance energético en alpacas huacaya. Tesis. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Nacional del Altiplano. Puno, Perú.
- CRAMPTON, R., y L. HARRIS. 1979. Nutrición Animal Aplicada. 2da edición. Editorial Acribia, Zaragoza España.

- CHAYÑA, F. 1983. Digestibilidad Comparativa de dos cosechas de heno de avena en ovinos y alpacas. Tesis de Médico Veterinario y Zootecnista. UNA. Puno. Perú.
- CHOQUE, J. M. 2003. Producción y Manejo de Especies Forrajeras. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional del Altiplano. Puno – Perú.
- CHURCH, D. 1974. Fisiología Digestiva y Nutrición de los Rumiantes. Volumen 2. Primera Edición. Editorial Acribia. Zaragoza. España.
- CHURCH, D.C.; W.G. POND y K.R. POND. 2002. Fundamentos de nutrición y alimentación de animales. Segunda edición. Editorial Limusa. México D.F.
- DAVIES, H.L., T. F. ROBINSON, B. L. ROEDER, M. E. SHARP, N. P. JOHNSTON, A. C. CHRISTENSEN and G. B. SCHAALJE. 2007. Digestibility, nitrogen balance, and blood metabolites in llama (*Lama glama*) and alpaca (*Lama pacos*) fed barley or barley alfalfa diets. Small Rumin.
- DOAK, B.W. 1952. Some chemical changes in the nitrogenous constituents of urine when voided on pasture. *J. Agric. Sci.* 42: 162-171.
- DURAND, A. 1970. Digestibilidad comparada entre ovinos y alpacas. Tesis Universitaria Universidad Tecnica del Altipano.
- ENGELHARDT, W., and W. SCHNEIDER. 1977. Energy and nitrogen metabolism in the llama. *Anim. Res. and Develop.* 5: 68-72.
- FERNÁNDEZ BACA, S. 1991. Avances y perspectivas del conocimiento de los camélidos sudamericanos. FAO. Santiago Chile.
- FLORES, E., V. GUEVARA, y C. GÓMEZ. 1989. Relación entre el nivel de alimentación y la energía digestible en alpacas. Programa colaborativo de apoyo a la investigación en rumiantes menores (SR-CRSP). Serie Reportes Técnicos N° 103, pp. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú.
- FLÓREZ, M. A., I. E. MALPARTIDA, y F. SAN MARTÍN. 1992. Manual de Forrajes para Zonas Áridas y Semiáridas Andinas. RERUMEN – INIAA. Lima. Perú.
- FLORES, E., and V. GUEVARA. 1994. Estimation of Metabolizable Energy Requirements for Maintenance and Gain in Growing Alpacas (*Lama pacos*). Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú.

- FLORES, E., and G.A. GUTIERREZ. 1995. Ingestive Mastication and forage fragmentation in sheep, alpacas and llamas. Fifth International Rangeland Congress. Salt Lake City, Utah. Pp 151-152.
- FOLKESSON, P. 2007. Alpacka-en utfodringsstudie i fält. A field study on feeding of Alpacas in Sweden. Swedish University of Agricultural Sciences Uppsala.
- GARRETT, W. N., and D. E. JOHNSON. 1983. Nutritional energetics of ruminants. J. Anim. Sci. 57(Suppl. 2): 478-497.
- GIGER-REVERDIN, S., and D. SAUVANT. 2000. Methane production in sheep in relation to concentrate feed composition from bibliographic data. CIHEAM.
- GONZALES, M. 1992 Evaluacion de marcadores internos como productores de digestibilidad *in vivo in situ* de pastos naturales y cultivados en alpacas. Tesis Medico Veterinario y Zootecnista. UNA-PUNO.
- GUEROUALI, A., FILALI, R., VERMOREL, M., and Waldeh, M. 2004. Maintenance Energy Requirements and Energy Utilization by Dromedary at Rest. J. Camel Sci. 1: 37-45.
- HATFIELD, R.D., H-J G. JUNG., G. BRODERICK., and T. JENKINS. 2007. Nutritional Chemistry of Forages. Forages, Volume II.
- HEGAZI, A.H. 1950. The stomach of the camel. Brit. Vet. J. 106: 209–213.
- HEINRICHS, A. J., B. P. LAMMERS, AND D. R. BUCKMASTER. 1999. Processing, mixing, and particle size reduction of forages for dairy cattle. J. Anim. Sci. 77: 180-186.
- HINTZ, H.F., H.F. SCHRYVER., and M. HALBERT. 1973. A note on the comparison of digestion by new world camels, sheep and ponies. Anim. Prod. 16(3): 303-305.
- HINDERER, S., and W.V. ENGELHARDT. 1975. Urea metabolism in the llama. Comp. Biochem. Physiol. 52A: 619–622.
- HUASASQUICHE, A., F. SAN MARTÍN., O. DEL VALLE., G. FARFAN y D. HOLGADO. 1996. Digestibilidad de una mezcla triple de (*Lolium perenne*, *Lolium multiflorum* y *Trifolium repens*) en alpacas a cuatro edades de crecimiento. Resúmenes de investigación en camélidos sudamericanos. Serie Publ. IVITA. 25: 18.

- HOGAN, M., HENDERSON, B., BERUSEK, E., WAKEFIELD, R. and GILBERT, R. 1967. Effect of Level of Intake and Other Factors on Digestibility of Climax Timothy Hay. *J Dairy Sci* 50:86-89.
- IRLBECK, N. 2002. Basics of Alpaca Nutrition, Part 1. *Alpacas Magazine*.
- INIEA. 1988. Instituto Nacional de Investigación y Extensión Agraria. Oferta de alternativas tecnológicas agropecuarias. Volumen I. Puno.
- JOHNSON, K.A., and D.E. JOHNSON. 1995. Methane emissions from cattle. *J. Anim. Sci.* 73: 2483-2492.
- JOHNSON, L.W. 2004. Feeding Camelids. International Lama Registry Educational Brochure #6.
- KUEHL, R. 2001. Diseño de Experimentos. Principios Estadísticos para el Diseño y Análisis de Investigaciones. Versión Española de la 2da Edición. Thomson-Learning. The University of Arizona.
- LECHNER-DOLL, M., W.V. ENGELHARDT., A.M. ABBAS., H.M. MOUSA., L. LUCIANO and E. REALE. 1995. Particularities in fore stomach anatomy, physiology and biochemistry of camelids compared to ruminants. CIHEAM, Options Méditerranéennes.
- LOFGREEN, G. 1951. The use of digestible energy in the evaluation of feeds. *J. Anim. Sci.* 10: 344.
- LÓPEZ, A., J MAIZTEGUI., and R.CABRERA. 1998. Voluntary intake and digestibility of forages with different nutritional quality in alpacas (*Lama pacos*). *Small Rum. Res.* 29: 295-301.
- LÓPEZ, A., S. MORALES., R. CABRERA., and X. URRRA. 2000. Intake and apparent digestibility of forages in llamas (*Lama glama*). I. Alfalfa hay (*Medicago sativa*) and wheat straw (*Triticum aestivum*) at different proportions. *Arch. Med. Vet.* 32(2): 201-208.
- LÓPEZ, A., S. MORALES., S. CABRERA., y M. ARIAS. 2001. Ingestión y digestibilidad aparente de forrajes por la llama (*Lama glama*): II. heno de trébol rosado (*Trifolium pratense*), heno de ballica (*Lolium multiflorum*), paja de poroto (*Phaseolus vulgaris*) y paja de avena (*Avena sativa*). *Arch. Med. Vet.* 33(2): 145-152.
- LÓPEZ, A., S. MORALES., S. CABRERA y X. URRRA. 2003. Digestibilidad Aparente en llamas con Heno de Alfalfa. *Investigación Científica*: www.scielo.cj/

- LUND, K. E., S. K. MALONEY, J. T. B. MILTON, and D. BLACHE. 2012. Gradual training of alpacas to the confinement of metabolism pens reduces stress when normal excretion behavior is accommodated. *ILAR Journal*.
- MAMANI, H. 2009. Valor energético de la mezcla forrajera de heno de avena (*Avena sativa*) y alfalfa (*Medicago sativa*), en alpacas (*Vicugna pacos*). Tesis. Universidad Nacional del Altiplano, Puno.
- MARTIN, A.K. 1966. Some errors in the determination of nitrogen retention of sheep by nitrogen balance studies. *Br. J. Nutr.*
- MAYNARD, A.L. 1981. *Nutrición animal*. Cuarta Edición. Edit. Mc GRAW – HILL. de México S.A. D.C.V.
- MAYNARD, L., J. LOOSLI, H. HINTZ y R. WALNER. 1992. *Nutrición Animal*. Ediciones Mc Grawhilll. Mexico.
- MENDOZA, J. 1990. Efectos de densidad en estado de cosecha de avena forrajera. Tesis ingeniero agrónomo. Universidad Nacional del Altiplano. Puno – Perú.
- MERTENS, D. R. 1997. Creating a system for meeting the fiber requirements of dairy cows. *J. Dairy Sci.* 80:1463-1481.
- Mc DONALD, 1979. *Nutrición animal*. 2da Edición Editorial Acribia. Zaragoza - España.
- Mc DONALD P., R. EDWARDS y J. GREENHALGH. 1988. *Nutrición animal*. 2da Edición Editorial Acribia. Zaragoza - España.
- Mc DONALD, P., R. EDWARDS y J. GREENHALGH. 1981. *Nutrición animal*. Editorial Acribia. Zaragoza, España.
- MERTENS, D.R., 1993. Rate and extent of digestion. pp. 13-51. in J.M. Forbes and J. France (eds.), *Quantitative Aspects of Ruminant Digestion and Metabolism*. CAB International, Wallingford, UK.
- MITCHELL, H. 1942. The evaluation of feeds on the basis of digestible and metabolizable nutrients. *J. Anim. Sci.* 1: 159-173.
- MOIR R.J. 1961. A note on the relationship between the digestible dry matter and the digestible energy content of ruminant diets. *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry*. 1(1): 24-26.
- MORRISON, F. 1994. *Compendio de alimentación del ganado*. Segunda edición, Editorial UTHEA-México.

- NEHRING, K. and G. F. W. HAENLEIN. 1973. Feed evaluation and ration calculation based on net energy Animal Sci.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). 1981b. Nutritional Energetic of Domestic Animals □ Glossary of Energy Terms. National Academy Press. Washington, D.C.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC), 1985. Nutrient Requirements of Sheep. National Academy Press. Washington, D.C.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). 2001. Nutrient Requirements of Dairy cattle. National Academy Press. Washington, D.C.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). 2007. Nutrient requirements of small ruminants. Sheep, Goats, Cervids, and New World Camelids. National Academy Press. Washington, D.C.
- NEHRING K., and G. HAENLEIN. 1973. Feed evaluation and ration calculation based on net energy_{FAT}. J. Anim. Sci. 36: 949.
- PETRI, J. 1927. The urea content of camel urine. Z. Physiol. Chem. 166:125-127.
- PINARES, C.S., M.J. ULYATT., G.C. WAGHORN., K.R. LASSEY., T.N. BARRY., C.W. HOLMES., and D.E. JOHNSON. 2003. Methane emission by alpaca and sheep fed on lucerne hay or grazed on pastures of perennial ryegrass/white clover or birds foot trefoil. J. Agric. Sci. 140: 215-226.
- RAGGI, L.A., E. JILIBERTO., y B. URQUIETA. 1994. Feeding and foraging behavior of alpaca in northern Chile. J. Arid Environ. 26: 73-77.
- RAMÍREZ, L. 2005. Los rumiantes domésticos. Mundo Pecuario. Vol I (2): 38-40. Universidad de Los Andes – Trujillo. Venezuela.
- REINER, R.J., and F.C. BRYAN. 1986. Botanical composition and nutritional quality of alpaca diets in two Andean rangeland communities. Journal of Range Management. 39(5): 424-427.
- REINER, R.J., F.C. BRYANT., R.D. FARFÁN., and B.F. CRADDOCK. 1987. Forage intake of alpacas grazing andean rangeland in Perú. J. Anim. Sci. 64: 868-871.
- ROBINSON, T.F., B.L. ROEDER., G.B. SCHAALJE., J.D. HAMMER., S. BURTON., and M. CHRISTENSEN. 2005. Nitrogen balance and blood metabolites of alpaca (Lama pacos) fed three forages of different protein content. Small Ruminant Research. 58: 123-133.

- ROBINSON, T.F., SPONHEIMER, M., ROEDER, B.L., PASSEY, B., CERLING, T.E., DEARING, M.D., and EHLERINGER, J.R. 2006. Digestibility and nitrogen retention in llamas and goats fed alfalfa, C3 grass, and C4 grass hays. *Small Ruminant Research*. 64: 162–168
- ROQUE, B. 2009. Determinación de los Requerimientos energéticos de mantenimiento y ganancia de peso de alpacas (Vicugna pacos) en crecimiento mediante la técnica de sacrificio comparativo” Tesis Programa Doctoral en Ciencia Animal. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima – Peru.
- ROBINSON, T.F., B.L. ROEDER., G.B. SCHAALJE., J.D. HAMMER., S. BURTON., and M. CHRISTENSEN. 2005. Nitrogen balance and blood metabolites of alpaca (Lama pacos) fed three forages of different protein content. *Small Ruminant Research*. 58: 123-133.
- SAN MARTIN, F. 1987. Comparative forage selectivity and Nutrition of South American Camelids and sheep. Thesis Ph. D. Texas Univ. Lubbock. U.S.A.
- SAN MARTÍN, F. 1988. Comparative forage selectivity and nutrition of south american camelids and sheep. Dissertation. Abstracts international.
- SAN MARTÍN, F. y F. BRYANT. 1987. Nutrición de Camélidos Sudamericanos Domésticos. Estado de nuestro Conocimiento. Texas Tech University.
- SAN MARTÍN, F., and F.C. BRYANT. 1989. Nutrition of domesticated South American llamas and alpacas. *Small Ruminant Research*. 2: 191-216.
- SAN MARTÍN, F. 1998. Seminario de Reproducción y nutrición de camélidos sudamericanos. XVI congreso panamericano de ciencias Veterinarias, Santa Cruz de la Sierra, La Paz, Oruro.
- SCHNEIDER, B.H. and W. P. FLATT. 1975. The evaluation of feeds through digestibility experiments. The Univ. Of Georgia Press, Athens.
- SPONHEIMER, M., T. ROBINSON., B. ROEDER., J. HAMMER., L. AYLIFFE., B. PASSEY., T. CERLING., D. DEARING. And J. EHLERINGER. 2003. Digestion and passage rates of grass hays by llamas, alpacas, goats, rabbits and horses. Technical note. *Small Ruminant Research*. 48: 149-154.
- STATISTICAL ANALYSIS SYSTEMS (SAS). 1990. SAS User’s Guide: Statistics. SAS Institute. Cary, North Carolina. USA.

- SUNDSTØL, F. 1993. Energy systems for ruminants. Department of Animal Science, Agricultural University of Norway, N-1432 Ås-NLH, Norway. BÚVÍSINDI. ICEL. Agr. Sci. 7: 11–19.
- TRABALZA, M., C. STELLETTA., D. BEGHELLI., and M. MORGANTE. 2001. Feeding behavior and energy metabolism of alpaca in central Italy during late pregnancy and early lactation. Progress in South American Camelids research, EAAP publication No 105.
- TYRRELL, H.F., and P.W. MOE. 1975. Effect of intake on digestive efficiency. J. Dairy Sci. 58: 1151-1163.
- VALLENAS, A., J.F. CUMMINGS., and J.F. MUNNELL. 1971. A gross study of the compartmentalized stomach of two New-World Camelids, the llama and guanaco. J. Morph. 134: 399-424.
- VAN SAUN, R.J. 2006. Nutrient requirements of South American Camelids: A factorial approach. Small Ruminant Research. 61: 165-186.
- VAN SOEST, P. 1982. Nutritional Ecology of the Ruminants. Salem, Oregon, Your Town Press. 374 Pag.
- VANDER NOOT, G., P. FONNESBECK., and R. LYDMAN. 1965. Equine Metabolism Stall and Collection Harness. J. Anim. Sci. 24: 691-696.
- WARMINGTON, B.G., F.G. WILSON., and T.N. BARRY. 1989. Voluntary intake and digestion of ryegrass straw by llama x guanaco crossbreds and sheep. J. Agric. Sci. Camb. 113: 87–91.

VIII. ANEXO

CONSUMO DE MATERIA SECA EN EL EXPERIMENTO DE DIGESTIBILIDAD

Tabla A 1. Ingestión de materia seca (IMS) de la mezcla de heno de avena y alfalfa en llamas: experimento de digestibilidad, kg/d.

ETAPA I															
Mantenimiento 14LL024E: 91.2 kg				Intermedio Bajo 14LL011E: 117.4 kg				Intermedio alto 14LL054F: 94.8 kg				Ad Libitum 14LL085F: 104.6 kg			
Días	Sumin. kg/d	Resid. kg/d	IMS kg/d	Sumin. kg/d	Resid. kg/d	IMS kg/d	Sumin. kg/d	Resid. kg/d	IMS kg/d	Sumin. kg/d	Resid. kg/d	IMS kg/d	Sumin. kg/d	Resid. kg/d	IMS kg/d
1	1.159	0.000	1.159	1.111	1.807	1.732	1.823	0.462	1.361	2.222	0.150	2.072	2.222	0.150	2.072
2	1.159	0.084	1.075	1.030	1.807	1.732	1.823	0.236	1.587	2.222	0.258	1.964	2.222	0.258	1.964
3	1.159	0.026	1.133	1.086	1.807	1.732	1.823	0.080	1.743	2.222	0.257	1.965	2.222	0.257	1.965
4	1.159	0.031	1.128	1.081	1.807	1.709	1.823	0.136	1.687	2.222	0.236	1.986	2.222	0.236	1.986
5	1.159	0.014	1.145	1.098	1.807	1.709	1.823	0.120	1.703	2.222	0.115	2.107	2.222	0.115	2.107
6	1.159	0.014	1.145	1.098	1.807	1.783	1.823	0.126	1.697	2.222	0.111	2.111	2.222	0.111	2.111
7	1.159	0.000	1.159	1.111	1.807	1.783	1.823	0.169	1.654	2.222	0.188	2.034	2.222	0.188	2.034
Promedio			1.088			1.719			1.565			1.949			1.949
Desv.Est.			0.0			0.0			0.1			0.1			0.1
C.V.,%			2.5			0.7			7.9			3.1			3.1

Materia seca promedio de forraje: 95.83%

ETAPA II															
Mantenimiento 14LL011E: 117.0 kg				Intermedio Bajo 14LL054F: 89.6 kg				Intermedio alto 14LL085F: 102.6 kg				Ad Libitum 14LL024E: 93.6 kg			
Días	Sumin. kg/d	Resid. kg/d	IMS kg/d	Sumin. kg/d	Resid. kg/d	IMS kg/d	Sumin. kg/d	Resid. kg/d	IMS kg/d	Sumin. kg/d	Resid. kg/d	IMS kg/d	Sumin. kg/d	Resid. kg/d	IMS kg/d
1	1.423	0.000	1.422982	1.364	1.456	1.340	1.934	0.150	1.784	2.106	0.060	2.046	2.106	0.060	2.046
2	1.423	0.000	1.422982	1.364	1.456	1.368	1.934	0.079	1.855	2.106	0.261	1.845	2.106	0.261	1.845
3	1.423	0.000	1.422982	1.364	1.456	1.376	1.934	0.076	1.858	2.106	0.268	1.838	2.106	0.268	1.838
4	1.423	0.000	1.422982	1.364	1.456	1.384	1.934	0.013	1.921	2.106	0.351	1.755	2.106	0.351	1.755
5	1.423	0.000	1.422982	1.364	1.456	1.385	1.934	0.085	1.849	2.106	0.099	2.007	2.106	0.099	2.007
6	1.423	0.000	1.422982	1.364	1.456	1.372	1.934	0.060	1.874	2.106	0.808	1.298	2.106	0.808	1.298
7	1.423	0.000	1.422982	1.364	1.456	1.358	1.934	0.065	1.869	2.106	0.430	1.676	2.106	0.430	1.676
Promedio			1.364			1.369			1.781			1.707			1.707
Desv.Est.			0			0.0			0.0			0.2			0.2
C.V.,%			0			1.2			2.2			14.0			14.0

Materia seca promedio de forraje: 95.83%

ETAPA III

Mantenimiento 14LL054F: 88.2 kg												Intermedio Bajo 14085F: 103.2 kg			Intermedio alto 14LL024E: 96.0 kg			Ad Libitum 14LL011E: 123.0 kg		
Días	Sumin. kg/d	Resid. kg/d	IMF kg/d	IMS kg/d	Sumin. kg/d	Resid. kg/d	IMF kg/d	IMS kg/d	Sumin. kg/d	Resid. kg/d	IMF kg/d	IMS kg/d	Sumin. kg/d	Resid. kg/d	IMF kg/d	IMS kg/d				
1	1.151	0.009	1.142	1.095	1.619	0.005	1.614	1.547	1.840	0.185	1.655	1.586	2.585	0.095	2.490	2.387				
2	1.151	0.000	1.151	1.103	1.619	0.007	1.612	1.545	1.840	0.285	1.555	1.490	2.585	0.000	2.585	2.478				
3	1.151	0.008	1.143	1.096	1.619	0.000	1.619	1.551	1.840	0.153	1.687	1.617	2.585	0.007	2.578	2.471				
4	1.151	0.013	1.138	1.091	1.619	0.008	1.611	1.544	1.840	0.068	1.772	1.698	2.585	0.000	2.585	2.478				
5	1.151	0.013	1.138	1.091	1.619	0.032	1.587	1.521	1.840	0.112	1.728	1.656	2.585	0.005	2.580	2.473				
6	1.151	0.016	1.135	1.088	1.619	0.009	1.610	1.543	1.840	0.056	1.784	1.710	2.585	0.005	2.580	2.473				
7	1.151	0.006	1.145	1.097	1.619	0.000	1.619	1.551	1.840	0.496	1.344	1.288	2.585	0.000	2.585	2.478				
Promedio				1.094				1.551				1.578				2.462				
Desv.Est.				0.0				0.0				0.1				0.0				
C.V.,%				0.0				0.0				0.1				0.0				

Materia seca promedio de forraje: 95.83%

ETAPA IV

Mantenimiento 14LL085F: 103.6 kg												Intermedio Bajo 14LL024E: 94.8 kg			Intermedio alto 14LL011E: 125.4 kg			Ad Libitum 14LL054F: 96.0 kg		
Días	Sumin. kg/d	Resid. kg/d	IMF kg/d	IMS kg/d	Sumin. kg/d	Resid. kg/d	IMF kg/d	IMS kg/d	Sumin. kg/d	Resid. kg/d	IMF kg/d	IMS kg/d	Sumin. kg/d	Resid. kg/d	IMF kg/d	IMS kg/d				
1	1.299	0.000	1.299	1.245	1.519	0.214	1.305	1.251	2.248	0.000	2.248	2.155	2.147	0.821	1.326	1.271				
2	1.299	0.000	1.299	1.245	1.519	0.425	1.094	1.048	2.248	0.000	2.248	2.155	2.147	0.231	1.916	1.836				
3	1.299	0.028	1.271	1.218	1.519	0.517	1.002	0.960	2.248	0.000	2.248	2.155	2.147	0.149	1.998	1.915				
4	1.299	0.000	1.299	1.245	1.519	0.701	0.818	0.784	2.248	0.000	2.248	2.155	2.147	0.331	1.816	1.740				
5	1.299	0.000	1.299	1.245	1.519	0.491	1.028	0.985	2.248	0.000	2.248	2.155	2.147	0.230	1.917	1.837				
6	1.299	0.000	1.299	1.245	1.519	0.259	1.260	1.208	2.248	0.000	2.248	2.155	2.147	0.190	1.957	1.875				
7	1.299	0.000	1.299	1.245	1.519	0.470	1.049	1.005	2.248	0.000	2.248	2.155	2.147	0.277	1.870	1.792				
Promedio				1.241				1.034				2.155				1.752				
Desv.Est.				0.0				0.2				0.0				0.2				
C.V.,%				0.8				15.2				0.0				12.5				

Materia seca promedio de forraje: 95.83%

CONSUMO DE MATERIA SECA EN EL EXPERIMENTO DE DIGESTIBILIDAD

Tabla A 2. Ingestión de materia seca (IMS) de la mezcla de heno de avena y alfalfa en alpacas: experimento de digestibilidad, kg/d.

ETAPA I		Mantenimiento (14W011D):57.4kg			Intermedio Bajo (14H686F): 58.2 kg			Intermedio alto (14H040E): 62.4 kg			Ad Libitum (14 H519E): 68.0 kg					
Días	Sumin. kg/d	Resid. kg/d	IMF kg/d	IMS kg/d	Sumin. kg/d	Resid. kg/d	IMF kg/d	IMS kg/d	Sumin. kg/d	Resid. kg/d	IMF kg/d	IMS kg/d	Sumin. kg/d	Resid. kg/d	IMF kg/d	IMS kg/d
1	0.893	0.000	0.893	0.856	1.117	0.057	1.060	1.016	1.372	0.000	1.372	1.315	1.692	0.244	1.448	1.388
2	0.893	0.009	0.884	0.847	1.117	0.214	0.903	0.865	1.372	0.010	1.362	1.305	1.692	0.229	1.463	1.402
3	0.893	0.000	0.893	0.856	1.117	0.315	0.802	0.769	1.372	0.000	1.372	1.315	1.692	0.678	1.014	0.972
4	0.893	0.438	0.455	0.436	1.117	0.485	0.632	0.605	1.372	0.059	1.313	1.258	1.692	0.600	1.092	1.046
5	0.893	0.320	0.573	0.549	1.117	0.475	0.642	0.615	1.372	0.040	1.332	1.277	1.692	0.697	0.995	0.953
6	0.893	0.059	0.834	0.799	1.117	0.364	0.753	0.721	1.372	0.040	1.332	1.277	1.692	0.133	1.559	1.494
7	0.893	0.059	0.834	0.799	1.117	0.534	0.583	0.558	1.372	0.046	1.326	1.271	1.692	0.360	1.332	1.276
Promedio			0.735				0.736					1.288				1.219
Desv.Est.			0.2				0.2					0.0				0.2
C.V.,%			23.2				22.2					1.8				18.4

Materia seca promedio de forraje: 95.83%

ETAPA II		Mantenimiento (14H686F): 57.8 kg			Intermedio Bajo (14H040E): 61.4 kg			Intermedio alto (14H519E): 68.2 kg			Ad Libitum(14W011D): 59.6 kg					
Días	Sumin. kg/d	Resid. kg/d	IMF kg/d	IMS kg/d	Sumin. kg/d	Resid. kg/d	IMF kg/d	IMS kg/d	Sumin. kg/d	Resid. kg/d	IMF kg/d	IMS kg/d	Sumin. kg/d	Resid. kg/d	IMF kg/d	IMS kg/d
1	0.839	0.000	0.839	0.804	1.097	0.000	1.097	1.051	1.424	0.022	1.402	1.343	1.502	0.419	1.083	1.037
2	0.839	0.000	0.839	0.804	1.097	0.000	1.097	1.051	1.424	0.022	1.402	1.343	1.502	1.100	0.402	0.385
3	0.839	0.000	0.839	0.804	1.097	0.000	1.097	1.051	1.424	0.016	1.408	1.349	1.502	0.928	0.574	0.550
4	0.839	0.273	0.566	0.542	1.097	0.000	1.097	1.051	1.424	0.012	1.412	1.353	1.502	1.268	0.234	0.224
5	0.839	0.026	0.813	0.779	1.097	0.000	1.097	1.051	1.424	0.000	1.424	1.365	1.502	1.180	0.322	0.308
6	0.839	0.120	0.719	0.689	1.097	0.000	1.097	1.051	1.424	0.022	1.402	1.343	1.502	1.046	0.456	0.437
7	0.839	0.119	0.720	0.690	1.097	0.000	1.097	1.051	1.424	0.012	1.412	1.353	1.502	1.084	0.418	0.400
Promedio			0.730				1.051					1.350				0.477
Desv.Est.			0.1				0.0					0.0				0.3
C.V.,%			13.4				0.0					0.6				56.0

Materia seca promedio de forraje: 95.83%

ETAPA III

Mantenimiento 14H040E: 58.6 kg			Intermedio Bajo 14H519E: 66.2			Intermedio alto 14W011D: 58.4 kg			Ad Libitum 14H686F: 60.3 kg			
Días	Sumin. kg/d	Resid. kg/d	IMF kg/d	IMS kg/d	Sumin. kg/d	Resid. kg/d	IMF kg/d	IMS kg/d	Sumin. kg/d	Resid. kg/d	IMF kg/d	IMS kg/d
1	0.847	0.000	0.847	0.812	1.160	0.095	1.065	1.021	1.268	0.333	0.935	0.896
2	0.847	0.000	0.847	0.812	1.160	0.138	1.022	0.980	1.268	0.133	1.135	1.087
3	0.847	0.000	0.847	0.812	1.160	0.000	1.160	1.112	1.268	0.279	0.989	0.947
4	0.847	0.000	0.847	0.812	1.160	0.074	1.086	1.041	1.268	0.091	1.177	1.127
5	0.847	0.000	0.847	0.812	1.160	0.425	0.735	0.705	1.268	0.185	1.083	1.037
6	0.847	0.000	0.847	0.812	1.160	0.020	1.140	1.093	1.268	0.078	1.190	1.140
7	0.847	0.000	0.847	0.812	1.160	0.065	1.095	1.050	1.268	0.062	1.206	1.155
Promedio			0.812				1.000				1.056	
Desv.Est.			0				0.1				0.1	
C.V.,%			0				13.7				9.5	

Materia seca promedio de forraje: 95.83%

ETAPA IV

Mantenimiento 14H519E: 66.2 kg			Intermedio Bajo 14W011D: 55.0 kg			Intermedio alto 14H686F: 61.0 kg			Ad Libitum 14H040E: 62.4kg			
Días	Sumin. kg/d	Resid. kg/d	IMF kg/d	IMS kg/d	Sumin. kg/d	Resid. kg/d	IMF kg/d	IMS kg/d	Sumin. kg/d	Resid. kg/d	IMF kg/d	IMS kg/d
1	0.928	0.000	0.928	0.890	1.010	0.516	0.494	0.473	1.310	0.008	1.302	1.247
2	0.928	0.000	0.928	0.890	1.010	0.375	0.635	0.608	1.310	0.038	1.272	1.219
3	0.928	0.000	0.928	0.890	1.010	0.100	0.910	0.872	1.310	0.031	1.279	1.225
4	0.928	0.000	0.928	0.890	1.010	0.332	0.678	0.650	1.310	0.069	1.241	1.189
5	0.928	0.000	0.928	0.890	1.010	0.138	0.872	0.835	1.310	0.163	1.147	1.099
6	0.928	0.000	0.928	0.890	1.010	0.079	0.931	0.892	1.310	0.106	1.204	1.153
7	0.928	0.000	0.928	0.890	1.010	0.096	0.914	0.876	1.310	0.273	1.037	0.993
Promedio			0.890				0.744				1.161	
Desv.Est.			0				0.2				0.1	
C.V.,%			0				22.3				7.7	

Materia seca promedio de forraje: 95.83%

PORCENTAJE DE MATERIA SECA FECAL

Tabla B 1. Materia seca fecal de llamas: experimento de digestibilidad

Nivel de Consumo:
Mantenimiento

Etapa	Llamas ARETE	Muestra g	Días							Promedio	
			1	2	3	4	5	6	7	MS,g	MS,%
I	14LL024E	50	21.4	18.2	18.0	18.6	20.1	24.2	23.8	20.6	41.2
II	14LL011E	50	22.2	22.6	24.8	16.5	24.1	21.0	23.9	22.2	44.3
III	14LL054F	50	19.9	19.1	17.6	20.6	21.3	21.0	20.1	19.9	39.9
IV	14LL085F	50	22.8	20.3	21.5	20.4	19.3	27.3	21.4	21.9	43.7
Promedio										21.1	42.3
Desv. Est.										1.0	2.1
C.V.%										4.9	4.9

Nivel de Consumo:
Intermedio Bajo

I	14LL011E	50	22.0	23.7	27.9	20.7	23.3	22.8	22.7	23.3	46.6
II	14LL054F	50	19.4	19.8	19.5	18.0	18.4	18.0	18.5	18.8	37.6
III	14LL085F	50	19.7	20.0	20.8	20.6	20.3	20.8	20.3	20.4	40.7
IV	14LL024E	50	20.1	21.0	21.3	21.4	20.5	18.5	23.3	20.9	41.7
Promedio										20.8	41.7
Desv. Est.										1.9	3.7
C.V.%										9.0	9.0

Nivel de Consumo:
Intermedio Alto

I	14LL054F	50	20.8	20.8	21.7	22.6	21.0	17.4	21.3	20.8	41.6
II	14LL085F	50	18.0	15.9	20.2	18.6	17.6	15.8	15.0	17.3	34.6
III	14LL024E	50	18.0	15.4	18.2	19.2	19.7	20.4	21.1	18.9	37.7
IV	14LL011E	50	19.3	22.1	22.0	15.9	19.8	24.8	21.1	20.7	41.4
Promedio										19.4	38.8
Desv. Est.										1.7	3.3
C.V.%										8.6	8.6

Nivel de Consumo: *Ad Libitum*

I	14LL085F	50	14.8	12.3	14.7	13.2	15.7	14.5	14.9	14.3	28.6
II	14LL024E	50	17.8	19.2	18.7	17.0	19.7	19.5	20.1	18.9	37.7
III	14LL011E	50	23.9	17.8	21.0	19.0	18.9	19.6	19.3	19.9	39.9
IV	14LL054F	50	21.9	17.6	24.4	18.7	19.3	28.5	17.7	21.2	42.3
Promedio										18.6	37.1
Desv. Est.										3.0	6.0
C.V.%										16.1	16.1

PORCENTAJE DE MATERIA SECA FECAL

Tabla B 2. Materia seca fecal de alpacas: experimento de digestibilidad.

Nivel de Consumo: Mantenimiento											
Etapa	Alpaca ARETE	Muestra g	Días							Promedio	
			1	2	3	4	5	6	7	MS,g	MS, %
I	14W011D	50	15.3	18.0	16.4	18.3	14.4	15.0	17.2	16.4	32.7
II	14H686F	50	14.5	13.4	15.5	16.6	15.8	14.0	14.9	15.0	29.9
III	14H040E	50	17.5	16.0	20.4	21.1	19.0	18.9	16.8	18.5	37.1
IV	14H519E	50	16.4	16.8	18.8	18.3	16.6	16.4	16.8	17.2	34.3
Promedio										16.8	33.5
Desv. Est.										1.5	3.0
C.V.%										8.9	8.9
Nivel de Consumo: Intermedio Bajo											
I	14H686F	50	15.7	16.6	17.3	15.1	12.8	15.1	16.5	15.6	31.2
II	14H040E	50	16.3	16.4	14.5	16.1	15.3	16.6	17.2	16.1	32.1
III	14H519E	50	13.3	18.3	20.4	17.7	19.3	16.4	18.6	17.7	35.4
IV	14W011D	50	12.8	12.9	14.8	16.2	17.2	16.3	15.7	15.1	30.3
Promedio										16.1	32.2
Desv. Est.										1.1	2.3
C.V.%										7.0	7.0
Nivel de Consumo: Intermedio Alto											
I	14H040E	50	14.6	16.9	18.3	16.4	14.0	14.4	19.5	16.3	32.6
II	14H519E	50	15.4	14.7	14.5	14.7	14.0	14.8	15.1	14.7	29.5
III	14W011D	50	14.8	17.8	14.5	15.2	14.7	14.7	15.5	15.3	30.6
IV	14H686F	50	11.6	11.6	16.0	14.8	15.2	15.6	16.5	14.5	28.9
Promedio										15.2	30.4
Desv. Est.										0.8	1.6
C.V.%										5.3	5.3
Nivel de Consumo: Ad Libitum											
I	14H519E	50	15.2	13.1	14.9	14.4	15.7	18.2	18.2	15.7	31.3
II	14W011D	50	14.9	15.3	15.8	17.9	16.9	17.3	17.0	16.4	32.9
III	14H686F	50	12.8	21.0	14.6	14.7	14.4	16.7	14.5	15.5	31.1
IV	14H040E	50	15.5	13.2	19.0	17.7	18.7	20.4	18.6	17.6	35.2
Promedio										16.3	32.6
Desv. Est.										0.9	1.9
C.V.%										5.8	5.8

EXCRECIÓN DE MATERIA SECA FECAL

Tabla C 1. Excreción de materia seca fecal de llamas: experimento de digestibilidad.

ETAPA I												
Días	Mantenimiento			Intermedio Bajo			Intermedio Alto			Ad Libitum		
	EMF kg/d	MS %	MS kg	EMF kg/d	MS %	MS kg	EMF kg/d	MS %	MS kg	EMF kg/d	MS %	MS Kg
1	0.396	42.8	0.169	1.306	44.0	0.575	1.373	41.6	0.571	2.882	29.6	0.853
2	0.937	36.4	0.341	1.339	47.4	0.635	1.592	41.6	0.662	2.192	24.6	0.539
3	0.852	36.0	0.307	1.540	55.8	0.859	1.457	43.4	0.632	2.388	29.4	0.702
4	0.91	37.2	0.339	1.590	41.4	0.658	1.340	45.2	0.606	2.617	26.4	0.691
5	0.947	40.2	0.381	1.185	46.6	0.552	1.580	42.0	0.664	2.478	31.4	0.778
6	1.046	48.4	0.506	1.891	45.6	0.862	1.714	34.8	0.596	2.641	29.0	0.766
7	0.989	47.6	0.471	1.544	45.4	0.701	1.618	42.6	0.689	2.352	29.8	0.701
Promedio	0.868	41.2	0.359	1.485	46.6	0.692	1.525	41.6	0.632	2.507	28.6	0.719
Desv.Est.	0.2	5.2	0.1	0.2	4.5	0.1	0.1	3.3	0.0	0.2	2.3	0.1
C.V.,%	25.0	12.6	30.9	15.7	9.7	18.2	9.0	7.8	6.7	9.1	8.1	13.6
ETAPA II												
Días	Mantenimiento			Intermedio Bajo			Intermedio Alto			Ad Libitum		
	EMF kg/d	MS %	MS kg	EMF kg/d	MS %	MS kg	EMF kg/d	MS %	MS kg	EMF kg/d	MS %	MS Kg
1	1.706	44.4	0.757	1.401	38.8	0.544	1.951	36.0	0.702	1.328	35.6	0.473
2	1.691	45.2	0.764	1.174	39.6	0.465	1.649	31.8	0.524	1.141	38.4	0.438
3	1.610	49.6	0.799	1.398	39.0	0.545	1.722	40.4	0.696	1.392	37.4	0.521
4	1.607	33.0	0.530	1.334	36.0	0.480	1.928	37.2	0.717	1.421	34.0	0.483
5	1.149	48.2	0.554	1.501	36.8	0.552	2.321	35.2	0.817	1.859	39.4	0.732
6	1.691	42.0	0.710	1.174	36.0	0.423	1.649	31.6	0.521	1.141	39.0	0.445
7	1.295	47.8	0.619	1.449	37.0	0.536	2.307	30.0	0.692	1.193	40.2	0.480
Promedio	1.536	44.3	0.676	1.347	37.6	0.506	1.932	34.6	0.667	1.354	37.7	0.510
Desv.Est.	0.2	5.6	0.1	0.1	1.5	0.1	0.3	3.7	0.1	0.3	2.2	0.1
C.V.,%	14.4	12.7	16.0	9.6	4.0	10.0	14.9	10.6	16.1	18.6	5.9	19.9

ETAPA III												
Días	Mantenimiento			Intermedio Bajo			Intermedio Alto			Ad Libitum		
	EMF kg/d	MS %	MS kg	EMF kg/d	MS %	MS kg	EMF kg/d	MS %	MS kg	EMF kg/d	MS %	MS Kg
1	0.847	39.8	0.337	1.265	39.4	0.498	1.498	36.0	0.539	1.581	47.8	0.756
2	1.093	38.2	0.418	1.895	40.0	0.758	1.397	30.8	0.430	2.262	35.6	0.805
3	1.180	35.2	0.415	1.885	41.6	0.784	1.649	36.4	0.600	2.557	42.0	1.074
4	0.744	41.2	0.307	1.783	41.2	0.735	1.481	38.4	0.569	2.493	38.0	0.947
5	0.786	42.6	0.335	2.171	40.6	0.881	1.815	39.4	0.715	2.734	37.8	1.033
6	1.227	42.0	0.515	2.031	41.6	0.845	1.371	40.8	0.559	2.774	39.2	1.087
7	1.128	40.2	0.453	1.794	40.6	0.728	1.775	42.2	0.749	2.712	38.6	1.047
Promedio	1.001	39.9	0.397	1.832	40.7	0.747	1.569	37.7	0.595	2.445	39.9	0.964
Desv.Est.	0.2	2.5	0.1	0.3	0.8	0.1	0.2	3.8	0.1	0.4	4.0	0.1
C.V.,%	20.1	6.3	18.8	15.5	2.0	16.5	11.4	10.0	18.2	17.2	10.0	13.9
ETAPA IV												
Días	Mantenimiento			Intermedio Bajo			Intermedio Alto			Ad Libitum		
	EMF kg/d	MS %	MS kg	EMF kg/d	MS %	MS kg	EMF kg/d	MS %	MS kg	EMF kg/d	MS %	MS Kg
1	1.480	45.6	0.675	1.347	40.2	0.541	2.451	38.6	0.946	1.359	43.8	0.595
2	1.557	40.6	0.632	0.879	42.0	0.369	2.385	44.2	1.054	1.556	35.2	0.548
3	1.080	43.0	0.464	0.832	42.6	0.354	2.246	44.0	0.988	1.475	48.8	0.720
4	1.114	40.8	0.455	0.621	42.8	0.266	2.129	31.8	0.677	1.938	37.4	0.725
5	0.851	38.6	0.328	0.743	41.0	0.305	2.888	39.6	1.144	1.635	38.6	0.631
6	1.638	54.6	0.894	0.932	37.0	0.345	2.168	49.6	1.075	1.435	57.0	0.818
7	1.114	42.8	0.477	1.181	46.6	0.550	2.216	42.2	0.935	1.924	35.4	0.681
Promedio	1.262	43.7	0.561	0.934	41.7	0.390	2.355	41.4	0.974	1.617	42.3	0.674
Desv.Est.	0.3	5.3	0.2	0.3	2.9	0.1	0.3	5.6	0.2	0.2	8.1	0.1
C.V.,%	23.4	12.1	33.4	26.9	7.0	28.7	11.1	13.4	15.5	14.3	19.2	13.5

EMF, excreción de materia fresca; MS, materia seca

EXCRECIÓN DE MATERIA SECA FECAL

Tabla C 2. Excreción de materia seca fecal de alpacas: experimento de digestibilidad.

ETAPA I												
Días	Mantenimiento			Intermedio Bajo			Intermedio Alto			Ad Libitum		
	EMF kg/d	MS %	MS kg	EMF kg/d	MS %	MS kg	EMF kg/d	MS %	MS kg	EMF kg/d	MS %	MS Kg
1	0.972	30.6	0.297	1.244	31.4	0.391	1.710	29.2	0.499	1.866	30.4	0.567
2	0.942	36.0	0.339	0.785	33.2	0.261	1.581	33.8	0.534	1.853	26.2	0.485
3	1.051	32.8	0.345	0.871	34.6	0.301	1.943	36.6	0.711	1.313	29.8	0.391
4	0.789	36.6	0.289	1.091	30.2	0.329	1.643	32.8	0.539	1.535	28.8	0.442
5	0.501	28.8	0.144	0.571	25.6	0.146	2.083	28.0	0.583	1.259	31.4	0.395
6	1.231	30.0	0.369	1.484	30.2	0.448	1.839	28.8	0.530	1.248	36.4	0.454
7	1.199	34.4	0.412	0.599	33.0	0.198	1.510	39.0	0.589	1.579	36.4	0.575
Promedio	0.955	32.7	0.314	0.949	31.2	0.296	1.758	32.6	0.569	1.522	31.3	0.473
Desv.Est.	0.3	3.1	0.1	0.3	2.9	0.1	0.2	4.2	0.1	0.3	3.8	0.1
C.V.,%	26.3	9.3	27.3	35.8	9.5	35.6	11.7	12.9	12.3	17.4	12.2	15.8
ETAPA II												
Días	Mantenimiento			Intermedio Bajo			Intermedio Alto			Ad Libitum		
	EMF kg/d	MS %	MS kg	EMF kg/d	MS %	MS kg	EMF kg/d	MS %	MS kg	EMF kg/d	MS %	MS Kg
1	1.014	29.0	0.294	1.263	32.6	0.412	1.223	30.8	0.377	1.185	29.8	0.353
2	0.988	26.8	0.265	1.466	32.8	0.481	1.520	29.4	0.447	1.114	30.6	0.341
3	0.741	31.0	0.230	1.576	29.0	0.457	1.522	29.0	0.441	0.670	31.6	0.212
4	0.534	33.2	0.177	1.143	32.2	0.368	1.621	29.4	0.477	0.532	35.8	0.190
5	0.664	31.6	0.210	1.401	30.6	0.429	1.639	28.0	0.459	0.523	33.8	0.177
6	0.879	28.0	0.246	1.142	33.2	0.379	1.658	29.6	0.491	0.512	34.6	0.177
7	0.738	29.8	0.220	1.161	34.4	0.399	1.591	30.2	0.480	0.402	34.0	0.137
Promedio	0.794	29.9	0.235	1.307	32.1	0.418	1.539	29.5	0.453	0.705	32.9	0.227
Desv.Est.	0.2	2.2	0.0	0.2	1.8	0.0	0.1	0.9	0.0	0.3	2.2	0.1
C.V.,%	22.0	7.4	16.3	13.4	5.6	9.8	9.7	3.0	8.4	44.5	6.8	37.6

ETAPA III												
Días	Mantenimiento			Intermedio Bajo			Intermedio Alto			Ad Libitum		
	EMF kg/d	MS %	MS kg	EMF kg/d	MS %	MS kg	EMF kg/d	MS %	MS kg	EMF kg/d	MS %	MS Kg
1	0.736	35.0	0.258	0.915	26.6	0.243	0.885	29.6	0.262	1.347	25.6	0.345
2	1.008	32.0	0.323	0.535	36.6	0.196	1.682	35.6	0.599	0.545	42.0	0.229
3	0.953	40.8	0.389	0.843	40.8	0.344	1.463	29.0	0.424	1.198	29.2	0.350
4	0.783	42.2	0.330	0.915	35.4	0.324	1.045	30.4	0.318	1.408	29.4	0.414
5	1.010	38.0	0.384	0.975	38.6	0.376	1.560	29.4	0.459	1.079	28.8	0.311
6	1.029	37.8	0.389	1.029	32.8	0.338	1.587	29.4	0.467	0.874	33.4	0.292
7	0.929	33.6	0.312	0.856	37.2	0.318	1.607	31.0	0.498	1.310	29.0	0.380
Promedio	0.921	37.1	0.341	0.867	35.4	0.306	1.404	30.6	0.432	1.109	31.1	0.331
Desv.Est.	0.1	3.7	0.0	0.2	4.6	0.1	0.3	2.3	0.1	0.3	5.3	0.1
C.V.,%	12.7	10.1	14.5	18.4	13.1	20.7	22.1	7.5	26.1	27.8	17.2	18.3
ETAPA IV												
Días	Mantenimiento			Intermedio Bajo			Intermedio Alto			Ad Libitum		
	EMF kg/d	MS %	MS kg	EMF kg/d	MS %	MS kg	EMF kg/d	MS %	MS kg	EMF kg/d	MS %	MS Kg
1	0.737	32.8	0.242	0.527	25.6	0.135	1.885	23.2	0.437	1.547	31.0	0.480
2	0.942	33.6	0.317	0.770	25.8	0.199	1.606	23.2	0.373	1.413	26.4	0.373
3	0.943	37.6	0.355	0.939	29.6	0.278	1.676	32.0	0.536	1.578	38.0	0.600
4	0.732	36.6	0.268	0.907	32.4	0.294	1.581	29.6	0.468	1.621	35.4	0.574
5	1.045	33.2	0.347	0.923	34.4	0.318	1.585	30.4	0.482	1.936	37.4	0.724
6	1.293	32.8	0.424	1.070	32.6	0.349	1.751	31.2	0.546	1.618	40.8	0.660
7	0.800	33.6	0.269	1.201	31.4	0.377	1.399	33.0	0.462	1.588	37.2	0.591
Promedio	0.927	34.3	0.317	0.905	30.3	0.278	1.640	28.9	0.472	1.614	35.2	0.572
Desv.Est.	0.2	2.0	0.1	0.2	3.4	0.1	0.2	4.1	0.1	0.2	4.9	0.1
C.V.,%	21.5	5.7	20.0	23.8	11.3	30.6	9.3	14.1	12.5	9.8	13.9	20.2

EMF, excreción de materia fresca; MS, materia seca

ANÁLISIS DE LA COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LAS HECES

Tabla D 1. Cenizas totales de heces de llamas: experimento de digestibilidad

ETAPA	Nivel de Consumo	LLAMA ARETE	CRISOL	C+CENIZA	CENIZA	CT%	CT%(MS)
I	M	14LL024E	23.1537	23.3995	0.2458	12.3	12.8
			24.0078	24.2580	0.2502	12.5	
II	M	14LL011E	21.3558	21.5552	0.1994	10.0	10.2
			20.6423	20.8368	0.1945	9.7	
III	M	14LL054F	18.3200	18.5441	0.2241	11.2	11.6
			17.8212	18.0483	0.2271	11.4	
IV	M	14LL085F	17.3806	17.6043	0.2237	11.2	11.5
			14.1298	14.3520	0.2222	11.1	
PROMEDIO						11.2	11.5
DESV EST						1.0	1.1
C.V. %						8.7	9.1
I	IB	14LL011E	31.8105	32.0446	0.2341	11.7	11.9
			22.2109	22.4374	0.2265	11.3	
II	IB	14LL054F	21.4598	21.6757	0.2159	10.8	11.2
			19.6091	19.8244	0.2153	10.8	
III	IB	14LL085F	17.4110	17.6463	0.2353	11.8	12.2
			19.2195	19.4584	0.2389	11.9	
IV	IB	14LL024E	14.7132	14.9645	0.2513	12.6	13.0
			21.3541	21.6078	0.2537	12.7	
PROMEDIO						11.7	12.0
DESV EST						0.7	0.8
C.V. %						6.1	6.3
I	IA	14LL054F	28.7601	28.9625	0.2024	10.1	10.2
			17.2367	17.4307	0.194	9.7	
II	IA	14LL085F	19.9149	20.1410	0.2261	11.3	11.5
			17.5425	17.7599	0.2174	10.9	
III	IA	14LL024E	14.7191	14.9619	0.2428	12.1	12.3
			20.0610	20.2969	0.2359	11.8	
IV	IA	14LL011E	39.0296	39.2377	0.2081	10.4	10.7
			11.6713	11.879	0.2077	10.4	
PROMEDIO						10.8	11.2
DESV EST						0.8	0.9
C.V. %						7.8	8.1
I	AL	14LL085F	37.2860	37.4808	0.1948	9.7	10.0
			21.4612	21.6518	0.1906	9.5	
II	AL	14LL024E	20.6430	20.8765	0.2335	11.7	11.8
			17.4005	17.6263	0.2258	11.3	
III	AL	14LL011E	14.1230	14.3376	0.2146	10.7	11.1
			19.9398	20.1557	0.2159	10.8	
IV	AL	14LL054F	30.0625	30.2599	0.1974	9.9	10.2
			14.7072	14.9062	0.1990	9.9	
PROMEDIO						10.4	10.8
DESV EST						0.8	0.9
C.V. %						7.5	7.9

M, mantenimiento; IB, intermedio bajo; IA, intermedio alto; AL, *ad libitum*

Tabla D 2. Cenizas totales de heces de alpacas: experimento de digestibilidad

ETAPA	Nivel de Consumo	ALPACA		C+CENIZA	CENIZA	CT%	CT%(MS)
		ARETE	CRISOL				
I	M	14W011D	20.0915	20.3179	0.2264	11.3	11.7
			37.2853	37.5095	0.2242	11.2	
II	M	14H686F	21.4956	21.7342	0.2386	11.9	12.6
			17.1759	17.4254	0.2495	12.5	
III	M	14H040E	15.9241	16.1607	0.2366	11.8	12.0
			34.6019	34.8318	0.2299	11.5	
IV	M	14H519E	20.3002	20.5225	0.2223	11.1	11.3
			20.0994	20.3160	0.2166	10.8	
PROMEDIO						11.5	11.9
DESV EST						0.5	0.5
C.V. %						4.6	4.6
I	IB	14H686F	17.8209	18.0293	0.2084	10.4	11.0
			37.3927	37.6100	0.2173	10.9	
II	IB	14H040E	20.7442	20.9741	0.2299	11.5	11.6
			20.6126	20.8313	0.2187	10.9	
III	IB	14H519E	17.4190	17.6518	0.2328	11.6	12.2
			19.2195	19.4584	0.2389	11.9	
IV	IB	14W011D	14.7132	14.9645	0.2513	12.6	11.1
			21.3541	21.6078	0.2537	12.7	
PROMEDIO						11.6	11.4
DESV EST						0.8	0.5
C.V. %						7.0	4.8
I	IA	14H040E	17.2370	17.4335	0.1965	9.8	10.5
			31.8084	32.0192	0.2108	10.5	
II	IA	14H519E	17.4563	17.6752	0.2189	10.9	11.2
			30.5489	30.7627	0.2138	10.7	
III	IA	14W011D	16.4352	16.6645	0.2293	11.5	11.9
			30.0526	30.2870	0.2344	11.7	
IV	IA	14H686F	19.9373	20.1281	0.1908	9.5	10.2
			23.1525	23.3567	0.2042	10.2	
PROMEDIO						10.6	11.0
DESV EST						0.8	0.8
C.V. %						7.1	7.0
I	AL	14H519E	17.5427	17.7534	0.2107	10.5	10.8
			20.9689	21.1745	0.2056	10.3	
II	AL	14W011D	22.2100	22.448	0.2380	11.9	12.2
			19.9161	20.1532	0.2371	11.9	
III	AL	14H686F	19.6108	19.8159	0.2051	10.3	10.8
			39.0002	39.2136	0.2134	10.7	
IV	AL	14H040E	14.7101	14.8939	0.1838	9.2	9.7
			21.4970	21.6884	0.1914	9.6	
PROMEDIO						10.5	10.9
DESV EST						1.0	1.0
C.V. %						9.2	9.6

M, mantenimiento; IB, intermedio bajo; IA, intermedio alto; AL, *ad libitum*

Tabla D 3. Extracto etéreo de heces de llamas: experimento de digestibilidad

ETAPA	Nivel de Consumo	LLAMA ARETE	PAPEL	P+MUESTRA	G.PERDIDA	EE%(MS)
I	M	14LL024E	1.0703	3.0703	0.0850	5.3
			1.0774	3.0774	0.1194	
II	M	14LL011E	1.0341	3.0341	0.0811	6.0
			1.0922	3.0922	0.1522	
III	M	14LL054F	1.1263	3.1263	0.0799	4.4
			1.0700	3.0700	0.0913	
IV	M	14LL085F	1.0687	3.0687	0.0622	4.1
			1.0727	3.0727	0.0951	
PROMEDIO						4.9
DESV EST						0.9
C.V. %						18.0
I	IB	14LL011E	1.0125	3.0125	0.1052	6.7
			1.0770	3.0770	0.1548	
II	IB	14LL054F	1.0777	3.0777	0.1058	6.4
			1.1241	3.1241	0.1421	
III	IB	14LL085F	1.0806	3.0806	0.0804	6.4
			1.0775	3.0775	0.0915	
IV	IB	14LL024E	1.0428	3.0428	0.0718	4.4
			1.0655	3.0655	0.0992	
PROMEDIO						6.0
DESV EST						1.1
C.V. %						17.8
I	IA	14LL054F	1.0344	3.0344	0.0918	5.3
			1.0745	3.0745	0.1127	
II	IA	14LL085F	1.0269	3.0269	0.1059	5.5
			1.0897	3.0897	0.1055	
III	IA	14LL024E	1.0295	3.0295	0.0601	3.7
			1.0481	3.0481	0.0849	
IV	IA	14LL011E	1.0440	3.0440	0.0953	4.4
			1.0409	3.0409	0.0773	
PROMEDIO						4.7
DESV EST						0.8
C.V. %						17.0
I	AL	14LL085F	1.0396	3.0396	0.0844	5.5
			1.0973	3.0973	0.1292	
II	AL	14LL024E	1.0968	3.0968	0.1090	6.0
			1.0941	3.0941	0.1231	
III	AL	14LL011E	1.0656	3.0656	0.0946	4.5
			1.0472	3.0472	0.0790	
IV	AL	14LL054F	1.0551	3.0551	0.0968	4.6
			1.0334	3.0334	0.0837	
PROMEDIO						5.2
DESV EST						0.7
C.V. %						14.0

M, mantenimiento; IB, intermedio bajo; IA, intermedio alto; AL, *ad libitum*

Tabla D 4. Extracto etéreo de heces de alpacas: experimento de digestibilidad

ETAPA	Nivel de Consumo	ALPACA ARETE	PAPEL	P.MUESTRA	G.PERDIDA	EE%(MS)
I	M	14W011D	1.0787	3.0787	0.0885	5.6
			1.0774	3.0774	0.1269	
II	M	14H686F	1.0341	3.0341	0.0811	5.3
			1.0922	3.0922	0.1189	
III	M	14H040E	1.0505	3.0505	0.0619	3.5
			1.0302	3.0302	0.0738	
IV	M	14H519E	1.0916	3.0916	0.0815	4.4
			1.0579	3.0579	0.0875	
PROMEDIO						4.7
DESV EST						0.9
C.V.%						20.3
I	IB	14H686F	1.0884	3.0884	0.0733	5.1
			1.0916	3.0916	0.1224	
II	IB	14H040E	1.0502	3.0502	0.0796	4.8
			1.1102	3.1102	0.1049	
III	IB	14H519E	1.0865	3.0865	0.0840	4.7
			1.0600	3.0600	0.1003	
IV	IB	14W011D	1.0689	3.0689	0.0931	4.9
			1.0713	3.0713	0.0951	
PROMEDIO						4.9
DESV EST						0.1
C.V. %						3.0
I	IA	14H040E	1.0862	3.0862	0.0900	4.2
			1.0734	3.0734	0.0734	
II	IA	14H519E	1.0403	3.0403	0.0794	5.9
			1.0976	3.0976	0.1496	
III	IA	14W011D	1.0832	3.0832	0.0812	4.3
			1.0118	3.0118	0.0874	
IV	IA	14H686F	1.0486	3.0486	0.0786	4.1
			1.0955	3.0955	0.0805	
PROMEDIO						4.7
DESV EST						0.9
C.V. %						18.4
I	AL	14H519E	1.0753	3.0753	0.0865	5.5
			1.0534	3.0534	0.1264	
II	AL	14W011D	1.0927	3.0927	0.1135	5.5
			1.0881	3.0881	0.0986	
III	AL	14H686F	1.0551	3.0551	0.0831	4.5
			1.0707	3.0707	0.0899	
IV	AL	14H040E	1.0810	3.0810	0.0647	4.1
			1.0507	3.0507	0.0927	
PROMEDIO						4.9
DESV EST						0.7
C.V. %						14.8

M, mantenimiento; IB, intermedio bajo; IA, intermedio alto; AL, *ad libitum*

Tabla D 5. Proteína total de heces de llamas: experimento de digestibilidad (0.025N)

ETAPA	Nivel de Consumo	LLAMA ARETE	VOLUMEN ml	NT %	PT %	PT (MS) %
I	M	14LL024E	7.6 8.0	1.4	8.5	8.8
II	M	14LL011E	7.6 6.8	1.2	7.8	8.0
III	M	14LL054F	8.7 7.8	1.4	9.0	9.3
IV	M	14LL085F	8.8 7.8	1.5	9.1	9.4
PROMEDIO						8.9
DESV EST						0.6
C.V. %						6.8
I	IB	14LL011E	9.1 8.6	1.5	9.7	10.0
II	IB	14LL054F	8.2 7.8	1.4	8.8	9.1
III	IB	14LL085F	8.8 8.1	1.5	9.2	9.5
IV	IB	14LL024E	5.8 7.1	1.1	7.1	7.3
PROMEDIO						8.9
DESV EST						1.2
C.V. %						13.3
I	IA	14LL054F	8 7.2	1.3	8.3	8.6
II	IA	14LL085F	8.4 7.9	1.4	8.9	9.2
III	IA	14LL024E	8.2 7.7	1.4	8.7	8.9
IV	IA	14LL011E	7.9 7.3	1.3	8.3	8.6
PROMEDIO						8.8
DESV EST						0.3
C.V. %						3.7
I	AL	14LL085F	8 7.7	1.4	8.6	8.9
II	AL	14LL024E	7.7 7.6	1.3	8.4	8.6
III	AL	14LL011E	5.4 7.5	1.1	7.1	7.2
IV	AL	14LL054F	7.7 7.2	1.3	8.1	8.4
PROMEDIO						8.3
DESV EST						0.7
C.V. %						8.7

M, mantenimiento; IB, intermedio bajo; IA, intermedio alto; AL, *ad libitum*

Tabla D 6. Proteína total de heces de alpacas: experimento de digestibilidad (0.025N)

ETAPA	Nivel de Consumo	ALPACA ARETE	VOLUMEN ml	NT %	PT %	PT (MS) %
I	M	14W011D	8.8 8.1	1.5	9.2	9.6
II	M	14H686F	8.5 8	1.4	9.0	9.3
III	M	14H040E	8.3 7.6	1.4	8.7	8.9
IV	M	14H519E	7.6 6.9	1.3	7.9	8.2
PROMEDIO						9.0
DESV EST						0.6
C.V.%						6.7
I	IB	14H686F	8.8 8.2	1.5	9.3	9.6
II	IB	14H040E	8.1 6.9	1.3	8.2	8.5
III	IB	14H519E	9.1 8.3	1.5	9.5	9.8
IV	IB	14W011D	8.0 7.0	1.3	8.2	8.5
PROMEDIO						9.1
DESV EST						0.7
C.V. %						7.9
I	IA	14H040E	7.2 7.5	1.3	8.0	8.3
II	IA	14H519E	8 7.2	1.3	8.3	8.6
III	IA	14W011D	8.6 7.5	1.4	8.8	9.1
IV	IA	14H686F	7.5 6.7	1.2	7.8	8.0
PROMEDIO						8.5
DESV EST						0.5
C.V. %						5.5
I	AL	14H519E	8.7 8.0	1.5	9.1	9.4
II	AL	14W011D	8.3 7.7	1.4	8.8	9.0
III	AL	14H686F	8.4 7.7	1.4	8.8	9.1
IV	AL	14H040E	7.0 6.3	1.2	7.3	7.5
PROMEDIO						8.8
DESV EST						0.9
C.V. %						9.7

M, mantenimiento; IB, intermedio bajo; IA, intermedio alto; AL, *ad libitum*

Tabla D 7. Fibra detergente neutro de heces de llamas: experimento de digestibilidad

ETAPA	Nivel de Consumo	LLAMA				F. PERDIDA	FDN%(MS)
		ARETE	CRISOL	CRISOL+MS	C.+CENIZA		
I	M	14LL024E	19.6105	20.1844	19.6341	0.5503	57.6
			20.9703	21.5632	20.9948	0.5684	
II	M	14LL011E	37.3938	38.0628	37.4189	0.6439	66.3
			24.0099	24.6706	24.0334	0.6372	
III	M	14LL054F	22.2105	22.8452	22.2397	0.6055	62.0
			19.9414	20.5711	19.9697	0.6014	
IV	M	14LL085F	19.1846	19.8048	19.2103	0.5945	63.4
			37.8066	38.4691	37.8343	0.6348	
PROMEDIO							62.3
DESV EST							3.6
C.V. %							5.8
I	IB	14LL011E	17.8218	18.4518	17.8499	0.6019	55.5
			20.7452	21.2418	20.7667	0.4751	
II	IB	14LL054F	20.0994	20.7055	20.1227	0.5828	60.4
			17.4107	18.0187	17.4343	0.5844	
III	IB	14LL085F	19.939	20.5572	19.9657	0.5915	61.6
			19.2214	19.8578	19.2499	0.6079	
IV	IB	14LL024E	20.3003	20.7971	20.3228	0.4743	56.4
			21.4996	22.1523	21.5293	0.623	
PROMEDIO							58.5
DESV EST							2.9
C.V. %							5.0
I	IA	14LL054F	31.8071	32.48	31.8339	0.6461	66.0
			17.8221	18.4787	17.8466	0.6321	
II	IA	14LL085F	20.7432	21.3582	20.7679	0.5903	61.3
			30.5515	31.1686	30.5759	0.5927	
III	IA	14LL024E	24.0103	24.5424	24.0249	0.5175	57.9
			21.3551	21.991	21.3826	0.6084	
IV	IA	14LL011E	17.4191	18.0854	17.4465	0.6389	66.9
			17.2373	17.924	17.2617	0.6623	
PROMEDIO							63.0
DESV EST							4.2
C.V. %							6.7
I	AL	14LL085F	39.0033	39.6523	39.0237	0.6286	64.0
			37.2867	37.9113	37.3048	0.6065	
II	AL	14LL024E	21.4605	22.1003	21.4878	0.6125	63.4
			22.2121	22.8551	22.2391	0.616	
III	AL	14LL011E	17.4088	18.0507	17.4313	0.6194	65.1
			7.4949	8.1689	7.5218	0.6471	
IV	AL	14LL054F	20.9696	21.6217	20.9918	0.6299	65.8
			14.7166	15.3882	14.7398	0.6484	
PROMEDIO							64.6
DESV EST							1.1
C.V. %							1.7

M, mantenimiento; IB, intermedio bajo; IA, intermedio alto; AL, *ad libitum*

Tabla D 8. Fibra detergente neutro de heces de alpacas: experimento de digestibilidad

ETAPA	Nivel de Consumo	ALPACA				C.+CENIZA	F. PERDIDA	FDN%(MS)
		ARETE	CRISOL	CRISOL+MS				
I	M	14W011D	17.4562	18.1001	17.4844	0.6157	63.6	
			31.8097	32.4498	31.8368	0.6130		
II	M	14H686F	37.2858	37.9073	37.3165	0.5908	59.5	
			19.9173	20.5058	19.9449	0.5609		
III	M	14H040E	21.3542	21.9921	21.3814	0.6107	64.2	
			11.6718	12.3386	11.7004	0.6382		
IV	M	14H519E	17.3617	18.0014	17.3904	0.6110	64.9	
			7.6771	8.3533	7.7055	0.6478		
PROMEDIO							63.0	
DESV EST							2.4	
C.V. %							3.9	
I	IB	14H686F	20.6462	21.2818	20.6643	0.6175	63.6	
			20.1009	20.7362	20.1237	0.6125		
II	IB	14H040E	28.7589	29.3964	28.7849	0.6115	61.7	
			30.0543	30.6641	30.0775	0.5866		
III	IB	14H519E	18.3141	18.9279	18.3421	0.5858	60.2	
			20.6437	21.2565	20.6716	0.5849		
IV	IB	14W011D	16.4344	17.0529	16.4588	0.5941	63.6	
			7.5858	8.2518	7.614	0.6378		
PROMEDIO							62.3	
DESV EST							1.7	
C.V. %							2.7	
I	IA	14H040E	21.4954	22.1468	21.5188	0.628	64.5	
			17.5434	18.1854	17.5658	0.6196		
II	IA	14H519E	37.8061	38.4623	37.8283	0.634	66.2	
			39.0044	39.6723	39.0285	0.6438		
III	IA	14W011D	34.6014	35.2458	34.6266	0.6192	64.2	
			34.6016	35.2583	34.6287	0.6296		
IV	IA	14H686F	15.9239	16.6088	15.9479	0.6609	68.5	
			14.7097	15.3985	14.7349	0.6636		
PROMEDIO							65.8	
DESV EST							1.9	
C.V. %							2.9	
I	AL	14H519E	17.5438	18.1992	17.5674	0.6318	65.3	
			23.1545	23.8079	23.1775	0.6304		
II	AL	14W011D	30.0546	30.6706	30.0811	0.5895	60.7	
			37.3938	38.0147	37.426	0.5887		
III	AL	14H686F	17.2384	17.8261	17.2604	0.5657	62.1	
			21.4642	22.1272	21.489	0.6382		
IV	AL	14H040E	23.1539	23.7894	23.1835	0.6059	66.6	
			14.1218	14.8272	14.1435	0.6837		
PROMEDIO							63.7	
DESV EST							2.7	
C.V. %							4.3	

M, mantenimiento; IB, intermedio bajo; IA, intermedio alto; AL, *ad libitum*

COMPOSICIÓN QUÍMICA Y ENERGÍA FECAL

Tabla E 1. Composición química y energía fecal (EF) de heces de llamas: experimento de digestibilidad, 100% MS.

ETAPA	Nivel de Consumo	LLAMA ARETE	MS %	EE %	PT %	FDN %	CT %	CNF %	EF Kcal/kg MS
I	M	14LL024E	97.2	5.3	8.8	57.6	12.8	15.6	4389.2
II	M	14LL011E	96.7	6.0	8.0	66.3	10.2	9.5	4588.8
III	M	14LL054F	97.4	4.4	9.3	62.0	11.6	12.8	4431.1
IV	M	14LL085F	97.0	4.1	9.4	63.4	11.5	11.7	4428.3
PROMEDIO			97.1	4.9	8.9	62.3	11.5	12.4	4459.4
DESV EST			0.3	0.9	0.6	3.6	1.1	2.6	88.4
C.V. %			0.3	18.0	6.8	5.8	9.1	20.5	2.0
I	IB	14LL011E	97.0	6.7	10.0	55.5	11.9	15.9	4508.7
II	IB	14LL054F	96.7	6.4	9.1	60.4	11.2	13.0	4543.1
III	IB	14LL085F	97.4	4.4	9.5	61.6	12.2	12.4	4409.1
IV	IB	14LL024E	97.2	4.4	7.3	56.4	13.0	18.9	4298.7
PROMEDIO			97.1	5.5	8.9	58.5	12.0	15.1	4439.9
DESV EST			0.3	1.2	1.2	2.9	0.8	3.0	110.0
C.V. %			0.3	22.8	13.3	5.0	6.3	20.0	2.5
I	IA	14LL054F	96.9	5.3	8.6	66.0	10.2	9.9	4552.8
II	IA	14LL085F	96.5	5.5	9.2	61.3	11.5	12.5	4488.5
III	IA	14LL024E	97.3	3.7	8.9	57.9	12.3	17.2	4328.8
IV	IA	14LL011E	97.2	4.4	8.6	66.9	10.7	9.4	4495.1
PROMEDIO			97.0	4.7	8.8	63.0	11.2	12.3	4466.3
DESV EST			0.4	0.8	0.3	4.2	0.9	3.6	96.1
C.V. %			0.4	17.0	3.7	6.7	8.1	29.1	2.2
I	AL	14LL085F	96.6	5.5	8.9	64.0	10.0	11.7	4566.7
II	AL	14LL024E	96.9	6.0	8.6	63.4	11.8	10.2	4507.6
III	AL	14LL011E	97.3	4.5	7.2	65.1	11.1	12.2	4445.3
IV	AL	14LL054F	97.1	4.6	8.4	65.8	10.2	10.9	4515.0
PROMEDIO			97.0	5.2	8.3	64.6	10.8	11.2	4508.6
DESV EST			0.3	0.7	0.7	1.1	0.9	0.9	49.8
C.V. %			0.3	14.0	8.7	1.7	7.9	7.8	1.1

M, mantenimiento; IB, intermedio bajo; IA, intermedio alto; AL, *ad libitum*

Tabla E 2. Composición química y energía fecal (EF) de heces de alpacas: experimento de digestibilidad, 100% MS.

ETAPA	Niveles de Consumo	ALPACA ARETE	MS	EE	PT	FDN	CT	CNF	EF
			%	%	%	%	%	%	Kcal/kg MS
I	M	14W011D	96.6	5.6	9.6	63.6	11.7	9.7	4509.9
II	M	14H686F	96.9	5.3	9.3	59.5	12.6	13.4	4421.2
III	M	14H040E	97.3	3.5	8.9	64.2	12.0	11.4	4376.5
IV	M	14H519E	97.0	4.4	8.2	64.9	11.3	11.3	4443.5
PROMEDIO			96.9	4.7	9.0	63.0	11.9	11.4	4437.8
DESV EST			0.3	1.0	0.6	2.4	0.5	1.5	55.6
C.V. %			0.3	20.4	6.7	3.9	4.6	13.2	1.3
I	IB	14H686F	96.8	5.1	9.6	63.6	11.0	10.8	4508.7
II	IB	14H040E	97.0	4.8	8.5	61.7	11.6	13.5	4436.5
III	IB	14H519E	97.3	4.7	9.8	60.2	12.2	13.2	4420.8
IV	IB	14W011D	96.8	4.9	8.5	63.6	11.1	12.0	4476.6
PROMEDIO			97.0	4.8	9.1	62.3	11.4	12.4	4460.6
DESV EST			0.2	0.1	0.7	1.6	0.5	1.2	39.7
C.V. %			0.2	3.0	7.9	2.6	4.8	9.9	0.9
I	IA	14H040E	96.7	4.2	8.3	64.5	10.5	12.4	4467.4
II	IA	14H519E	96.6	5.9	8.6	66.2	11.2	8.1	4551.4
III	IA	14W011D	97.2	4.3	9.1	64.2	11.9	10.5	4427.8
IV	IA	14H686F	96.7	4.1	8.0	68.5	10.2	9.2	4499.6
PROMEDIO			96.8	4.6	8.5	65.8	11.0	10.0	4486.5
DESV EST			0.3	0.9	0.4	1.9	0.8	1.9	52.3
C.V. %			0.3	18.5	5.2	2.9	7.0	18.4	1.2
I	AL	14H519E	96.7	5.5	9.4	65.3	10.8	9.0	4552.7
II	AL	14W011D	97.0	5.5	9.0	60.7	12.2	12.6	4449.2
III	AL	14H686F	96.9	4.5	9.1	62.1	10.8	13.6	4464.6
IV	AL	14H040E	96.8	4.1	7.5	66.6	9.7	12.1	4495.0
PROMEDIO			96.9	4.9	8.8	63.7	10.9	11.8	4490.4
DESV EST			0.1	0.7	0.9	2.7	1.0	1.9	45.7
C.V. %			0.1	14.9	9.7	4.3	9.6	16.5	1.0

M, mantenimiento; IB, intermedio bajo; IA, intermedio alto; AL, *ad libitum*

ENERGÍA URINARIA

Tabla F 1. Energía urinaria (EU) en llamas: experimento de digestibilidad.

ETAPA	Nivel de Consumo	LLAMAS ARETE	IMS g/d	ORINA ml/d	N %	N g/d	UREA g/d	EU Kcal/d	EU Kcal/Kg.MS
I	M	14LL024E	1089	302	1.74	5.270	11.277	28.5	26.2
II	M	14LL011E	1364	954	1.16	11.014	23.569	59.6	43.7
III	M	14LL054F	1094	712	1.22	8.661	18.535	46.9	42.8
IV	M	14LL085F	1241	1378	0.69	9.462	20.248	51.2	41.2
PROMEDIO			1197	836	1.201	8.602	18.407	46.5	38.5
DESV EST			131.6	450.1	0.4	2.4	5.2	13.1	8.3
C.V. %			11.0	53.8	36.0	28.2	28.2	28.2	21.5
I	IB	14LL011E	1709	790	0.97	7.692	16.461	41.6	24.4
II	IB	14LL054F	1369	1015	1.03	10.451	22.366	56.5	41.3
III	IB	14LL085F	1543	1119	1.03	11.569	24.757	62.6	40.6
IV	IB	14LL024E	1034	654	1.18	7.725	16.531	41.8	40.4
PROMEDIO			1414	894	1.055	9.359	20.029	50.633	36.654
DESV EST			288.4	211.1	0.1	2.0	4.2	10.6	8.2
C.V. %			20.4	23.6	8.4	20.9	20.9	20.9	22.4
I	IA	14LL054F	1565	1100	0.73	7.977	17.071	43.2	27.6
II	IA	14LL085F	1781	1514	0.97	14.716	31.493	79.6	44.7
III	IA	14LL024E	1578	699	1.41	9.829	21.034	53.2	33.7
IV	IA	14LL011E	2155	1183	0.96	11.331	24.249	61.3	28.5
PROMEDIO			1770	1124	1.016	10.963	23.462	59.311	33.605
DESV EST			275.1	335.1	0.3	2.9	6.1	15.4	7.9
C.V. %			15.5	29.8	28.0	26.0	26.0	26.0	23.4
I	AL	14LL085F	1949	842	0.96	8.076	17.283	43.7	22.4
II	AL	14LL024E	1707	746	1.41	10.501	22.471	56.8	33.3
III	AL	14LL011E	2462	1367	1.03	14.034	30.034	75.9	30.8
IV	AL	14LL054F	1752	1126	0.71	7.980	17.076	43.2	24.6
PROMEDIO			1968	1020	1.026	10.148	21.716	54.898	27.792
DESV EST			346.1	282.1	0.3	2.8	6.1	15.4	5.1
C.V. %			17.6	27.7	28.2	28.0	28.0	28.0	18.4

M, mantenimiento; IB, intermedio bajo; IA, intermedio alto; AL, *ad libitum*

Tabla F 2. Energía urinaria (EU) en alpacas: experimento de digestibilidad.

ETAPA	Nivel de Consumo	ALPACAS ARETE	IMS g/d	ORINA ml/d	N %	N g/d	UREA g/d	EU Kcal/d	EU Kcal/Kg.MS
I	M	14W011D	735	666	0.41	2.721	5.824	14.7	20.0
II	M	14H686F	730	570	1.12	6.398	13.692	34.6	47.4
III	M	14H040E	812	786	1.09	8.582	18.366	46.4	57.2
IV	M	14H519E	890	1365	0.53	7.243	15.499	39.2	44.0
PROMEDIO			792	847	0.788	6.236	13.3	33.7	42.2
DESV EST			75.3	356.6	0.4	2.5	5.4	13.6	15.8
C.V. %			9.5	42.1	47.1	40.2	40.2	40.2	37.4
I	IB	14H686F	736	549	0.98	5.410	11.577	29.3	39.8
II	IB	14H040E	1051	731	1.15	8.445	18.073	45.7	43.5
III	IB	14H519E	1000	656	1.05	6.853	14.665	37.1	37.1
IV	IB	14W011D	744	747	0.63	4.670	9.995	25.3	34.0
PROMEDIO			883	671	0.952	6.345	13.6	34.3	38.6
DESV EST			166.3	90.4	0.2	1.7	3.6	9.0	4.0
C.V. %			18.8	13.5	24.1	26.3	26.3	26.3	10.5
I	IA	14H040E	1278	782	0.91	7.131	15.261	38.6	30.2
II	IA	14H519E	1350	1021	0.90	9.170	19.624	49.6	36.7
III	IA	14W011D	1056	946	0.94	8.907	19.061	48.2	45.6
IV	IA	14H686F	1161	736	0.76	5.585	11.952	30.2	26.0
PROMEDIO			1211	871	0.878	7.698	16.5	41.6	34.6
DESV EST			129.7	134.7	0.1	1.7	3.6	9.1	8.6
C.V. %			10.7	15.5	9.2	21.8	21.8	21.8	24.7
I	AL	14H519E	1219	859	0.99	8.459	18.102	45.8	37.5
II	AL	14W011D	477	614	0.67	4.108	8.791	22.2	46.6
III	AL	14H686F	859	523	0.84	4.372	9.356	23.7	27.5
IV	AL	14H040E	1385	759	0.84	6.391	13.676	34.6	25.0
PROMEDIO			985	688	0.833	5.832	12.5	31.6	34.2
DESV EST			403.3	149.3	0.1	2.0	4.3	11.0	9.9
C.V. %			40.9	21.7	15.5	34.7	34.7	34.7	29.0

M, mantenimiento; IB, intermedio bajo; IA, intermedio alto; AL, *ad libitum*

Tabla G 1. Energía de gases (metano) (EG) en llamas: experimento de digestibilidad

ETAPA	Nivel de Consumo	LLAMAS	IMS g/d	T °C	Humedad H°	CONCENTRACION DE METANO				EMISION DE METANO				EG Kcal/kg MS		
						CH4 mg/m ³		CH4 mg/m ³		g/día	mol/d	L/día	Kcal/d			
						ppm	mg/m ³	BS	VA							
I	M	14LL024E	1089	5.65	51.5	52.3	21.7	44.8	9.7821	0.1027	433.4	31.2	1.9	75.2	414.3	380.6
II	M	14LL011E	1364	3.79	50.9	55.3	23.1	47.1	9.7821	0.1313	454.2	32.7	2.0	78.2	434.2	318.4
III	M	14LL054F	1094	5.45	54.3	48.7	20.2	44.2	9.7821	0.0997	428.3	30.8	1.9	74.2	409.4	374.1
IV	M	14LL085F	1241	4.13	33.3	58.3	24.3	36.5	9.7821	0.1168	352.5	25.4	1.6	60.8	336.9	271.5
PROMEDIO																
DESV EST																
C.V. %																
I	IB	14LL011E	1709	5.65	51.5	66.3	27.5	56.8	9.7821	0.1372	547.5	39.4	2.5	94.9	523.4	306.3
II	IB	14LL054F	1369	3.79	50.9	50.5	21.1	43.0	9.7821	0.1012	416.1	30.0	1.9	71.7	397.7	290.5
III	IB	14LL085F	1543	6.3	57.0	60.7	25.1	58.5	9.7821	0.1164	565.2	40.7	2.5	98.2	540.4	350.2
IV	IB	14LL024E	1034	4.1	32.9	63.3	26.4	39.4	9.7821	0.1020	381.2	27.4	1.7	65.7	364.4	352.3
PROMEDIO																
DESV EST																
C.V. %																
I	IA	14LL054F	1565	5.65	51.5	55.6	23.1	47.6	9.7821	0.1069	460.6	33.2	2.1	79.9	440.3	281.3
II	IA	14LL085F	1781	3.79	50.9	68	28.4	57.9	9.7821	0.1155	559.4	40.3	2.5	96.4	534.8	300.2
III	IA	14LL024E	1578	6.3	57.0	70.9	29.4	68.3	9.7821	0.1079	660.8	47.6	3.0	114.8	631.7	400.3
IV	IA	14LL011E	2155	4.13	33.3	78.1	32.6	48.9	9.7821	0.1383	471.1	33.9	2.1	81.2	450.4	209.0
PROMEDIO																
DESV EST																
C.V. %																
I	AL	14LL085F	1949	5.65	51.5	71.1	29.5	60.9	9.7821	0.1196	588.2	42.3	2.6	102.0	562.3	288.5
II	AL	14LL024E	1707	3.79	50.9	73.4	30.7	62.5	9.7821	0.1056	604.5	43.5	2.7	104.1	577.8	338.5
III	AL	14LL011E	2462	6.3	57.0	92.5	38.3	89.1	9.7821	0.1346	859.8	61.9	3.9	149.4	821.9	333.8
IV	AL	14LL054F	1752	4.13	33.3	74.2	31.0	46.4	9.7821	0.1060	449.1	32.3	2.0	77.4	429.3	245.0
PROMEDIO																
DESV EST																
C.V. %																

M, mantenimiento; IB, intermedio bajo; IA, intermedio alto; AL, ad libitum; BS, base seca; VC, volumen cámara de respiración; VA, volumen animal

Tabla G 2. Energía de gases (metano) (EG) en alpacas: experimento de digestibilidad

ETAPA	Nivel de Consumo	ALPACA	IMS	T °C	Humedad		CONCENTRACION DE METANO				EMISION DE METANO			EG Kcal/kg MS		
					ARETE	g/d	H°	ppm	CH4 mg/m3	CH4 mg/m3 BS	VC	VA	CH4 mg/m3 20'		g/día	mol/d
I	M	14W011D	735	3.5	41.3	26.4	11.0	18.8	9.7821	0.0650	182.7	13.2	0.8	31.4	174.7	237.6
II	M	14H686F	730	3.23	47.3	35.4	14.8	28.1	9.7821	0.0662	273.1	19.7	1.2	46.9	261.1	357.7
III	M	14H040E	812	3.65	46.3	32	13.4	24.9	9.7821	0.0671	241.9	17.4	1.1	41.6	231.2	284.8
IV	M	14H519E	890	4.13	40.5	39.2	16.4	27.5	9.7821	0.0741	267.0	19.2	1.2	46.1	255.3	286.9
PROMEDIO															230.6	291.8
DESV EST															39.4	49.5
C.V. %															17.1	17.0
I	IB	14H686F	736	3.53	41.5	42.9	18.0	30.7	9.7821	0.0690	298.0	21.5	1.3	51.3	284.9	387.1
II	IB	14H040E	1051	3.23	47.3	41.1	17.2	32.6	9.7821	0.0701	317.0	22.8	1.4	54.5	303.0	288.3
III	IB	14H519E	1000	3.65	46.3	55.7	23.3	43.3	9.7821	0.0754	420.7	30.3	1.9	72.4	402.2	402.1
IV	IB	14W011D	744	4.13	40.5	37.8	15.8	26.5	9.7821	0.0639	257.8	18.6	1.2	44.5	246.4	331.3
PROMEDIO															309.1	352.2
DESV EST															66.4	52.4
C.V. %															21.5	14.9
I	IA	14H040E	1278	3.53	41.3	39.2	16.4	27.9	9.7821	0.0705	271.1	19.5	1.2	46.7	259.2	202.8
II	IA	14H519E	1350	3.8	43.8	43.4	18.1	32.3	9.7821	0.0776	313.0	22.5	1.4	53.9	299.2	221.6
III	IA	14W011D	1056	3.9	46.3	52.3	21.9	40.7	9.7821	0.0668	395.0	28.4	1.8	68.1	377.6	357.7
IV	IA	14H686F	1161	4.13	40.5	45.3	18.9	31.8	9.7821	0.0693	308.7	22.2	1.4	53.2	295.1	254.3
PROMEDIO															307.8	259.1
DESV EST															49.9	69.1
C.V. %															16.2	26.7
I	AL	14H519E	1219	3.53	41.3	48.4	20.3	34.5	9.7821	0.0771	334.5	24.1	1.5	57.6	319.8	262.4
II	AL	14W011D	477	3.8	43.8	36.3	15.2	27.0	9.7821	0.0682	262.0	18.9	1.2	45.1	250.5	524.9
III	AL	14H686F	859	3.65	46.3	50.1	21.0	39.0	9.7821	0.0689	378.7	27.3	1.7	65.2	362.0	421.2
IV	AL	14H040E	1385	4.13	40.5	48.6	20.3	34.1	9.7821	0.0700	331.2	23.8	1.5	57.1	316.6	228.7
PROMEDIO															312.2	359.3
DESV EST															46.1	138.7
C.V. %															14.7	38.6

M, mantenimiento; IB, intermedio bajo; IA, intermedio alto; AL, ad libitum; BS, base seca; VC, volumen cámara de respiración; VA, volumen animal

DIGESTIBILIDAD DE LA MATERIA SECA

Tabla H 1. Digestibilidad de la materia seca en llamas

ETAPA	Nivel de Consumo	LLAMAS ARETE	PESO VIVO Kg		IMS Kg/d	EMS Kg/d	DMS Kg/d	DMS %
			inicio	final				
I	M	14LL024E	91.2	92.0	1.089	0.359	0.730	67.0
II	M	14LL011E	117.0	111.0	1.364	0.676	0.687	50.4
III	M	14LL054F	88.2	87.4	1.094	0.397	0.697	63.7
IV	M	14LL085F	103.6	103.0	1.241	0.561	0.680	54.8
PROMEDIO			100.0	98.4	1.197	0.498	0.699	59.0
DESV EST			13.1	10.7	0.132	0.147	0.022	7.7
C.V. %			13.1	10.9	10.998	29.586	3.127	13.1
I	IB	14LL011E	117.8	118.0	1.709	0.692	1.017	59.5
II	IB	14LL054F	89.6	88.4	1.369	0.506	0.863	63.0
III	IB	14LL085F	103.2	104.2	1.543	0.747	0.796	51.6
IV	IB	14LL024E	94.8	91.8	1.034	0.390	0.644	62.3
PROMEDIO			101.4	100.6	1.414	0.584	0.830	59.1
DESV EST			12.3	13.4	0.288	0.165	0.154	5.2
C.V. %			12.2	13.4	20.400	28.294	18.604	8.9
I	IA	14LL054F	94.8	92.8	1.565	0.632	0.933	59.6
II	IA	14LL085F	102.6	102.4	1.781	0.667	1.114	62.5
III	IA	14LL024E	96.0	94.6	1.578	0.595	0.983	62.3
IV	IA	14LL011E	125.4	125.0	2.155	0.974	1.180	54.8
PROMEDIO			104.7	103.7	1.770	0.717	1.053	59.8
DESV EST			14.2	14.8	0.275	0.174	0.114	3.6
C.V. %			13.6	14.3	15.545	24.274	10.866	6.0
I	AL	14LL085F	104.6	104.8	1.949	0.719	1.230	63.1
II	AL	14LL024E	93.6	95.0	1.707	0.510	1.197	70.1
III	AL	14LL011E	123.0	123.4	2.462	0.964	1.498	60.8
IV	AL	14LL054F	96.0	99.6	1.752	0.674	1.078	61.5
PROMEDIO			104.3	105.7	1.968	0.717	1.251	63.9
DESV EST			13.3	12.5	0.35	0.19	0.18	4.2
C.V. %			12.8	11.8	17.59	26.19	14.17	6.6

M, mantenimiento; IB, intermedio bajo; IA, intermedio alto; AL, *ad libitum*

Tabla H 2. Digestibilidad de la materia seca en alpacas

ETAPA	NIVELES	ALPACAS ARETE	PESO VIVO Kg		IMS	EMS	DMS	DMS
			inicio	final	Kg/d	Kg/d	Kg/d	%
I	M	14W011D	57.4	58	0.735	0.314	0.421	57.3
II	M	14H686F	57.8	57	0.730	0.235	0.495	67.9
III	M	14H040E	58.6	58.6	0.812	0.341	0.471	58.0
IV	M	14H519E	66.2	65.4	0.890	0.317	0.572	64.3
PROMEDIO			60	59.8	0.792	0.302	0.490	61.9
DESV EST			4.16	3.82	0.075	0.046	0.063	5.1
C.V. %			6.9	6.4	9.5	15.3	12.9	8.2
I	IB	14H686F	58.2	58.2	0.736	0.296	0.440	59.8
II	IB	14H040E	61.4	60	1.051	0.418	0.633	60.2
III	IB	14H519E	66.2	66.8	1.000	0.306	0.695	69.4
IV	IB	14W011D	55	55.4	0.744	0.278	0.465	62.6
PROMEDIO			60.2	60.1	0.883	0.324	0.558	63.0
DESV EST			4.14	4.20	0.144	0.055	0.108	3.9
C.V. %			6.9	7.0	16.3	16.9	19.4	6.1
I	IA	14H040E	62.6	68.4	1.278	0.569	0.709	55.5
II	IA	14H519E	68.2	67.8	1.350	0.453	0.897	66.4
III	IA	14W011D	58.4	57.8	1.056	0.432	0.623	59.1
IV	IA	14H686F	61	61	1.161	0.472	0.689	59.3
PROMEDIO			62.6	63.8	1.211	0.482	0.730	60.1
DESV EST			3.6	4.5	0.112	0.052	0.102	4.0
C.V. %			5.7	7.1	9.3	10.9	13.9	6.6
I	AL	14H519E	68.0	68.4	1.219	0.473	0.746	61.2
II	AL	14W011D	59.6	54.8	0.477	0.227	0.251	52.5
III	AL	14H686F	60.3	59.4	0.859	0.331	0.528	61.4
IV	AL	14H040E	62.4	63.6	1.385	0.572	0.813	58.7
PROMEDIO			62.6	61.6	0.985	0.401	0.584	58.5
DESV EST			3.8	5.8	0.40	0.15	0.25	4.2
C.V. %			6.1	9.4	40.9	38.0	43.4	7.1

M, mantenimiento; IB, intermedio bajo; IA, intermedio alto; AL, *ad libitum*

VALOR ENERGÉTICO DE CONCENTRADO FIBROSO

Tabla I 1. Energía digestible (ED) en llamas: experimento de digestibilidad

ETAPA	Nivel de consumo	LLAMAS ARETE	IMS Kg/d	EB kcal/d	EF kcal/d	ED kcal/d	ED Kcal/kg MS
I	M	14LL024E	1.089	4993.8	1575.7	3418.0	3139.8
II	M	14LL011E	1.364	6255.3	3103.2	3152.2	2311.6
III	M	14LL054F	1.094	5019.9	1759.9	3260.0	2979.0
IV	M	14LL085F	1.241	5692.3	2483.4	3209.0	2586.0
PROMEDIO			1.197	5490.3	2230.5	3259.8	2754.1
DESV EST			0.132	603.8	701.3	114.3	375.7
C.V. %			10.998	11.0	31.4	3.5	13.6
I	IB	14LL011E	1.709	7837.9	3120.0	4717.9	2761.2
II	IB	14LL054F	1.369	6279.9	2300.8	3979.0	2906.5
III	IB	14LL085F	1.543	7078.4	3294.1	3784.3	2452.5
IV	IB	14LL024E	1.034	4745.4	1676.9	3068.5	2966.2
PROMEDIO			1.414	6485.4	2598.0	3887.4	2771.6
DESV EST			0.288	1323.0	751.4	678.1	229.5
C.V. %			20.400	20.4	28.9	17.4	8.3
I	IA	14LL054F	1.565	7178.5	2877.4	4301.2	2748.5
II	IA	14LL085F	1.781	8171.2	2994.3	5176.9	2906.2
III	IA	14LL024E	1.578	7238.3	2573.8	4664.5	2956.1
IV	IA	14LL011E	2.155	9883.8	4379.3	5504.5	2554.7
PROMEDIO			1.770	8118.0	3206.2	4911.8	2791.4
DESV EST			0.275	1261.9	801.9	534.1	180.9
C.V. %			15.545	15.5	25.0	10.9	6.5
I	AL	14LL085F	1.949	8941.3	3283.4	5657.9	2902.7
II	AL	14LL024E	1.707	7829.9	2299.9	5530.0	3239.8
III	AL	14LL011E	2.462	11294.9	4286.5	7008.4	2846.3
IV	AL	14LL054F	1.752	8037.6	3042.9	4994.7	2850.5
PROMEDIO			1.968	9025.9	3228.2	5797.7	2959.8
DESV EST			0.35	1587.7	820.4	856.7	188.4
C.V. %			17.59	17.6	25.4	14.8	6.4

M, mantenimiento; IB, intermedio bajo; IA, intermedio alto; AL, *ad libitum*

Tabla I 2. Energía digestible (ED) en alpacas: experimento de digestibilidad

ETAPA	Nivel de Consumo	ALPACAS ARETE	IMS Kg/d	EB kcal/d	EF kcal/d	ED kcal/d	ED Kcal/kg MS
I	M	14W011D	0.735	3371.7	1416.1	1955.6	2660.6
II	M	14H686F	0.730	3348.1	1036.9	2311.2	3166.6
III	M	14H040E	0.812	3724.2	1490.7	2233.5	2751.1
IV	M	14H519E	0.890	4080.9	1409.6	2671.3	3002.7
PROMEDIO			0.792	3631.2	1338.3	2292.9	2895.2
DESV EST			0.075	345.6	204.3	294.9	231.7
C.V. %			9.5	9.5	15.3	12.9	8.0
I	IB	14H686F	0.736	3376.1	1334.6	2041.5	2773.9
II	IB	14H040E	1.051	4821.1	1853.7	2967.4	2823.4
III	IB	14H519E	1.000	4588.0	1351.1	3236.9	3236.4
IV	IB	14W011D	0.744	3411.7	1246.3	2165.4	2911.5
PROMEDIO			0.883	4049.2	1446.4	2602.8	2936.3
DESV EST			0.144	660.6	238.5	510.3	180.1
C.V. %			16.3	16.3	16.5	19.6	6.1
I	IA	14H040E	1.278	5864.2	2541.9	3322.2	2598.8
II	IA	14H519E	1.350	6192.9	2062.2	4130.7	3059.7
III	IA	14W011D	1.056	4842.9	1914.1	2928.8	2774.1
IV	IA	14H686F	1.161	5325.0	2123.8	3201.1	2757.6
PROMEDIO			1.211	5556.2	2160.5	3395.7	2797.6
DESV EST			0.112	515.4	233.0	447.6	166.1
C.V. %			9.3	9.3	10.8	13.2	5.9
I	AL	14H519E	1.219	5591.6	2153.4	3438.2	2820.6
II	AL	14W011D	0.477	2189.0	1008.6	1180.4	2473.7
III	AL	14H686F	0.859	3942.0	1479.7	2462.2	2865.3
IV	AL	14H040E	1.385	6351.4	2569.2	3782.2	2731.6
PROMEDIO			0.985	4518.5	1802.7	2715.8	2722.8
DESV EST			0.40	1850.2	694.1	1166.3	175.1
C.V. %			40.9	40.9	38.5	42.9	6.4

M, mantenimiento; IB, intermedio bajo; IA, intermedio alto; AL, *ad libitum*

Tabla I 3. Energía metabolizable (EM) en llamas: experimento de digestibilidad

ETAPA	Nivel de Consumo	LLAMAS ARETE	ED Kcal/kg MS	EU Kcal/kg MS	EG Kcal/Kg MS	EM kg/kg MS
I	M	14LL024E	3139.8	26.2	380.6	2733.0
II	M	14LL011E	2311.6	43.7	318.4	1949.5
III	M	14LL054F	2979.0	42.8	374.1	2562.1
IV	M	14LL085F	2586.0	41.2	271.5	2273.2
PROMEDIO			2754.1	38.5	336.2	2379.4
DESV EST			375.7	8.3	51.3	343.7
C.V. %			13.6	21.5	15.3	14.4
I	IB	14LL011E	2761.2	24.4	306.3	2430.5
II	IB	14LL054F	2906.5	41.3	290.5	2574.7
III	IB	14LL085F	2452.5	40.6	350.2	2061.7
IV	IB	14LL024E	2966.2	40.4	352.3	2573.5
PROMEDIO			2771.6	36.7	324.8	2410.1
DESV EST			229.5	8.2	31.2	241.9
C.V. %			8.3	22.4	9.6	10.0
I	IA	14LL054F	2748.5	27.6	281.3	2439.6
II	IA	14LL085F	2906.2	44.7	300.2	2561.3
III	IA	14LL024E	2956.1	33.7	400.3	2522.0
IV	IA	14LL011E	2554.7	28.5	209.0	2317.3
PROMEDIO			2791.4	33.6	297.7	2460.1
DESV EST			180.9	7.9	78.9	107.9
C.V. %			6.5	23.4	26.5	4.4
I	AL	14LL085F	2902.7	22.4	288.5	2591.8
II	AL	14LL024E	3239.8	33.3	338.5	2868.0
III	AL	14LL011E	2846.3	30.8	333.8	2481.7
IV	AL	14LL054F	2850.5	24.6	245.0	2580.9
PROMEDIO			2959.8	27.8	301.5	2630.6
DESV EST			188.4	5.1	43.9	165.8
C.V. %			6.4	18.4	14.6	6.3

M, mantenimiento; IB, intermedio bajo; IA, intermedio alto; AL, *ad libitum*

Tabla I 4. Energía metabolizable (EM) en alpacas: experimento de digestibilidad

ETAPA	Nivel de Consumo	ALPACAS ARETE	ED Kcal/kg MS	EU Kcal/kg MS	EG Kcal/Kg MS	EM kg/kg MS
I	M	14W011D	2660.6	20.0	237.6	2402.9
II	M	14H686F	3166.6	47.4	357.7	2761.4
III	M	14H040E	2751.1	57.2	284.8	2409.1
IV	M	14H519E	3002.7	44.0	286.9	2671.7
PROMEDIO			2895.2	42.2	291.8	2561.3
DESV EST			231.7	15.8	49.5	183.0
C.V. %			8.0	37.4	17.0	7.1
I	IB	14H686F	2773.9	39.8	387.1	2347.0
II	IB	14H040E	2823.4	43.5	288.3	2491.6
III	IB	14H519E	3236.4	37.1	402.1	2797.2
IV	IB	14W011D	2911.5	34.0	331.3	2546.2
PROMEDIO			2936.3	38.6	352.2	2545.5
DESV EST			180.1	3.5	45.4	162.5
C.V. %			6.1	9.1	12.9	6.4
I	IA	14H040E	2598.8	30.2	202.8	2365.9
II	IA	14H519E	3059.7	36.7	221.6	2801.3
III	IA	14W011D	2774.1	45.6	357.7	2370.8
IV	IA	14H686F	2757.6	26.0	254.3	2477.3
PROMEDIO			2797.6	34.6	259.1	2503.8
DESV EST			166.1	7.4	59.8	177.4
C.V. %			5.9	21.4	23.1	7.1
I	AL	14H519E	2820.6	37.5	262.4	2520.7
II	AL	14W011D	2473.7	46.6	524.9	1902.1
III	AL	14H686F	2865.3	27.5	421.2	2416.5
IV	AL	14H040E	2731.6	25.0	228.7	2478.0
PROMEDIO			2722.8	34.2	359.3	2329.3
DESV EST			175.1	9.9	138.7	288.0
C.V. %			6.4	29.0	38.6	12.4

M, mantenimiento; IB, intermedio bajo; IA, intermedio alto; AL, *ad libitum*

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Tabla J 1. Análisis de variancia para la digestibilidad de la materia seca en llamas, diseño cuadrado latino 4x4.

F de V	GL	SC	CM	Fc	Ft 0.05	Sign.	Probabilidad
Filas (etapas)	3	13.5101361	4.5033787	0.69	4.757		0.5896
Columnas (llamas)	3	68.6878035	22.8959345	3.52	4.757		0.0888
Tratamientos (niveles)	3	22.3812811	7.46042703	1.15	4.757	ns	0.4038
Error	6	39.0485323	6.50808872				
Total	15	143.627753					

No existe diferencia estadística entre tratamientos ($p > 0.05$)

Tabla J 2. Estadísticos para digestibilidad de materia seca en llamas.

Estadísticos	n	Promedio	Desv. Est.	C.V. %	α 0.05
<i>Ad Libitum</i>	4	63.9	4.2	6.6	a
Intermedio Alto	4	59.8	3.6	6.0	a
Intermedio Bajo	4	59.1	5.2	8.9	a
Mantenimiento	4	59.0	7.7	13.1	a

Letras iguales en la misma columna no son diferentes estadísticamente ($p > 0.05$), tukey

Tabla J 3. Análisis de variancia para consumo de materia seca en llamas, diseño cuadrado latino 4x4.

F de V	GL	SC	CM	Fc	Ft 0.05	Sign.	Probabilidad
Filas (etapas)	3	38305.5	12768.5	0.84	4.757		0.5213
Columnas (llamas)	3	758686.0	252895.333	16.56	4.757		0.0026
Tratamientos (niveles)	3	1441173.5	480391.167	31.46	4.757	**	0.0005
Error	6	91605.0	15267.5				
Total	15	2329770.0					

Existe diferencia estadística significativa entre tratamientos ($p \leq 0.05$).

Tabla J 4. Estadísticos para consumo de materia seca en llamas

Estadísticos	n	Promedio	Desv. Est.	C.V. %	α 0.05
<i>Ad Libitum</i>	4	1967.5	0.346	17.6	a
Intermedio Alto	4	1769.75	0.275	15.5	a
Intermedio Bajo	4	1413.75	0.288	20.4	b
Mantenimiento	4	1197.0	0.132	11.0	b

Letras diferentes indica diferencia entre tratamientos ($p \leq 0.05$), tukey.

Tabla J 5. Análisis de variancia para energía digestible en llamas, diseño cuadrado latino 4x4.

F de V	GL	SC	CM	Fc	Ft 0.05	sign.	Probabilidad
Filas (etapas)	3	46830.795	15610.265	0.36	4.757		0.7829
Columnas (llamas)	3	480790.655	160263.552	3.72	4.757		0.8002
Tratamientos (niveles)	3	108213.555	36071.185	0.84	4.757	ns	0.5208
Error	6	258448.625	43074.7708				
Total	15	894283.63					

No existe diferencia estadística entre tratamientos ($p>0.05$)

Tabla J 6. Estadístico para energía digestible en llamas.

Estadísticos	n	Promedio	Desv. Est.	C.V. %	α 0.05
<i>Ad Libitum</i>	4	2959.8	188.4	6.4	a
Intermedio Alto	4	2791.4	180.9	6.5	a
Intermedio Bajo	4	2771.6	229.5	8.3	a
Mantenimiento	4	2754.1	375.7	13.6	a

Letras iguales en la misma columna no son diferentes estadísticamente ($p>0.05$), tukey

Tabla J 7. Análisis de variancia para energía metabolizable en llamas, diseño cuadrado latino 4x4.

F de V	GL	SC	CM	Fc	Ft 0.05	Sign.	Probabilidad
Filas (etapas)	3	46643.09	15547.6967	0.37	4.757		0.7794
Columnas (llamas)	3	347158.095	115719.365	2.74	4.757		0.1359
Tratamientos (niveles)	3	150714.66	50238.22	1.19	4.757	ns	0.3905
Error	6	253685.575	42280.9292				
Total	15	798201.42					

No existe diferencia estadística entre tratamientos ($p>0.05$)

Tabla J 8. Estadístico para energía metabolizable en llamas.

Estadísticos	n	Promedio	Desv. Est.	C.V. %	α 0.05
<i>Ad Libitum</i>	4	2630.6	165.8	6.3	a
Intermedio Alto	4	2460.1	107.9	4.4	a
Intermedio Bajo	4	2410.1	241.9	10.0	a
Mantenimiento	4	2379.5	343.7	14.4	a

Letras iguales en la misma columna no son diferentes estadísticamente ($p>0.05$), tukey

Tabla J 9. Análisis de variancia para digestibilidad de materia seca en alpacas, diseño cuadrado latino 4x4.

F de V	GL	SC	CM	Fc	Ft 0.05	Sign.	Probabilidad
Filas (etapas)	3	11.279	3.759	0.96	4.757		0.471
Columnas (alpacas)	3	53.505	17.69	4.51	4.757		0.056
Tratamientos (niveles)	3	16.792	5.597	1.43	4.757	ns	0.325
Error	6	23.540	3.924				
Total	15	104.820					

No existe diferencia estadística entre tratamientos ($p > 0.05$)

Tabla J 10. Estadístico para digestibilidad de materia seca en alpacas.

Estadísticos	n	Promedio	Desv. Est.	C.V. %	α 0.05
Intermedio Bajo	4	63.0	3.9	6.1	a
Mantenimiento	4	61.9	5.1	8.2	a
Intermedio Alto	4	60.1	4.0	6.6	a
<i>Ad Libitum</i>	4	58.5	4.2	7.1	a

Letras iguales en la misma columna no son diferentes estadísticamente ($p > 0.05$), tukey

Tabla J 11. Análisis de variancia para consumo de materia seca en alpacas, diseño cuadrado latino 4x4.

F de V	GL	SC	CM	Fc	Ft 0.05	Sign.	Probabilidad
Filas (etapas)	3	48698.69	16232.90	0.12	4.757		0.663
Columnas (alpacas)	3	415218.69	138406.23	1.06	4.757		0.050
Tratamientos (niveles)	3	391163.19	130387.73	4.47	4.757	ns	0.057
Error	6	175052.88	29175.48				
Total	15	1030133.44					

No existe diferencia estadística entre tratamientos ($p > 0.05$)

Tabla J 12. Estadístico para consumo de materia seca en alpacas.

Estadísticos	n	Promedio	Desv. Est.	C.V. %	α 0.05
Intermedio Alto	4	1211.3	0.1	9.3	a
<i>Ad Libitum</i>	4	985.0	0.4	40.9	ba
Intermedio Bajo	4	882.8	0.1	16.3	ba
Mantenimiento	4	791.8	0.1	9.5	b

Letras diferentes indica diferencia entre tratamientos ($p < 0.05$), tukey

Tabla J 13. Análisis de variancia para energía digestible en alpacas, diseño cuadrado latino 4x4.

F de V	GL	SC	CM	Fc	Ft 0.05	Sign.	Probabilidad
Filas (etapas)	3	88923.38	29641.13	1.42	4.757		0.326
Columnas (alpacas)	3	279155.38	93051.79	4.46	4.757		0.057
Tratamientos (niveles)	3	111390.77	37130.26	1.78	4.757	ns	0.251
Error	6	125102.07	20850.34				
Total	15	604571.59					

No existe diferencia estadística entre tratamientos ($p>0.05$)

Tabla J 14. Estadístico para energía digestible en alpacas.

Estadísticos	n	Promedio	Desv. Est.	C.V. %	α 0.05
Intermedio Bajo	4	2936.3	180.1	6.1	a
Mantenimiento	4	2895.3	231.7	8.0	a
Intermedio Alto	4	2797.6	166.1	5.9	a
<i>Ad Libitum</i>	4	2722.8	175.1	6.4	a

Letras iguales en la misma columna no son diferentes estadísticamente ($p>0.05$), tukey

Tabla J 15. Análisis de variancia para energía digestible en alpacas, diseño cuadrado latino 4x4.

F de V	GL	SC	CM	Fc	Ft 0.05	Sign.	Probabilidad
Filas (etapas)	3	37409.10	12469.70	0.34	4.757		0.801
Columnas (alpacas)	3	320401.20	106800.40	2.87	4.757		0.126
Tratamientos (niveles)	3	136268.84	45422.95	1.22	4.757	ns	0.380
Error	6	223097.35	37182.89				
Total	15	717176.48					

No existe diferencia estadística entre tratamientos ($p>0.05$)

Tabla J 16. Estadístico para energía metabolizable en alpacas.

Estadísticos	n	Promedio	Desv. Est.	C.V. %	α 0.05
Mantenimiento	4	2561.3	183.0	7.1	a
Intermedio Bajo	4	2545.5	162.5	6.4	a
Intermedio Alto	4	2503.8	177.4	7.1	a
<i>Ad Libitum</i>	4	2329.3	288.0	12.4	a

Letras iguales en la misma columna no son diferentes estadísticamente ($p>0.05$), tukey

Figura 3. Preparación de alimento



Figura 4. Jaulas metabólicas para el experimento de metabolismo en llamas.



Figura 5. Jaulas metabólicas para el experimento de metabolismo en alpacas.



Figura 6. Control de peso vivo de los animales.



Figura 7. Medición de gases de fermentación (metano).

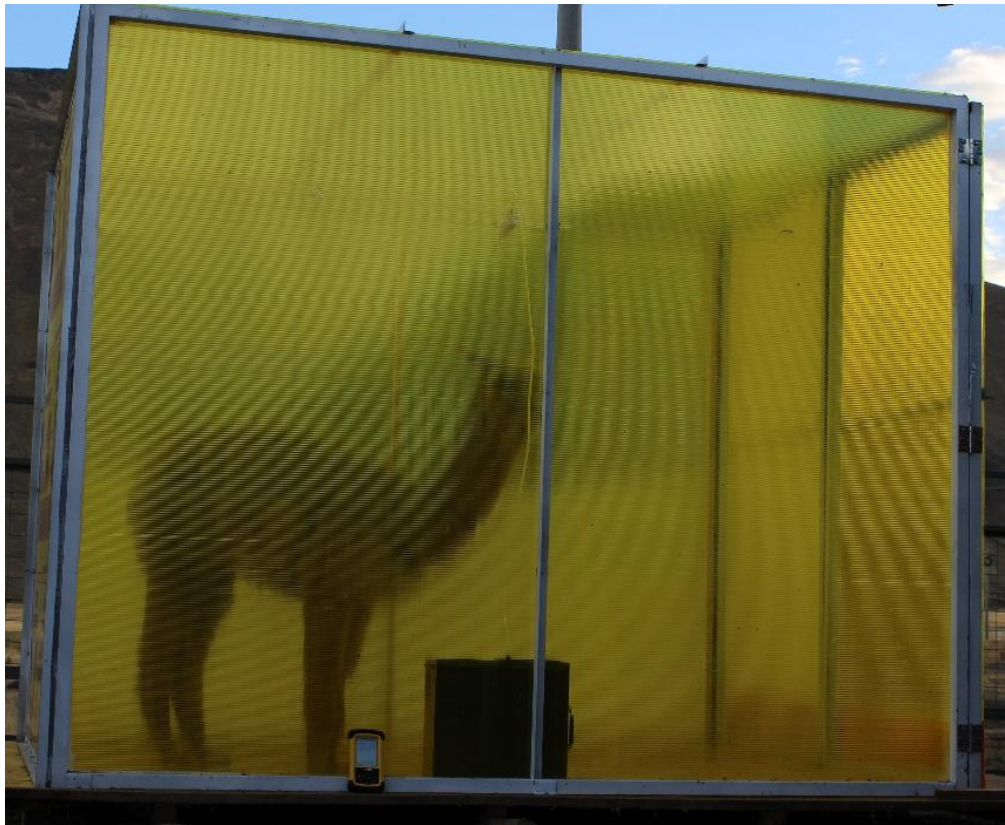


Figura 8. Análisis de muestras en el laboratorio.

