



Archivos de Medicina Veterinaria

ISSN: 0301-732X

archmv@uach.cl

Universidad Austral de Chile

Chile

LOPEZ V., A.; MORALES S., M. S.; CABRERA C., R.; URRUTIA C., X.  
Ingestión y digestibilidad aparente de forrajes por la llama (*Lama glama*). I.- Heno de alfalfa (*Medicago sativa*) y paja de trigo (*Triticum Aestivum*) en diferentes proporciones  
Archivos de Medicina Veterinaria, vol. 32, núm. 2, 2000  
Universidad Austral de Chile  
Valdivia, Chile

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=173013740007>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org





redalyc.org

Sistema de Información Científica  
Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal  
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto



## Archivos de medicina veterinaria

ISSN 0301-732X *versión impresa*

-  Como citar este artículo
-  Agregar a favoritos
-  Enviar a e-mail
-  Imprimir HTML

Arch. med. vet. v.32 n.2 Valdivia 2000

# Ingestión y digestibilidad aparente de forrajes por la llama (*Lama glama*). I.- Heno de alfalfa (*Medicago sativa*) y paja de trigo (*Triticum Aestivum*) en diferentes proporciones\*

Intake and apparent digestibility of forages in llamas (*Lama glama*). I. Alfalfa hay (*Medicago sativa*) and wheat straw (*Triticum aestivum*) at different proportions

A. LOPEZ V<sup>1</sup>. MV, MS; M. S. MORALES S.<sup>1</sup>, MV, MSc; R. CABRERA C.<sup>1</sup>, MV, MS; X. URRRA C.<sup>2</sup>.

<sup>1</sup>Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias. Casilla 2, Correo 15, Santiago, Chile.

<sup>2</sup> Tesista, Escuela de Ciencias Veterinarias

Aceptado: 14.09.2000.

\* Financiado por Proyecto FONDECYT N° 1980 769.

## SUMMARY

A random block design was used to run a classical total collection digestion trial, in which eight llamas were

used to study the utilization of three different diets: 1) 100% alfalfa hay (Diet 100); 2) 75% alfalfa hay plus 25% wheat straw (Diet 75/25) and 3) 50% alfalfa hay plus 50% wheat straw (Diet 50/50). The digestibility coefficients for dry matter, organic matter, crude protein, and for the components of the cell walls were obtained. The digestibility coefficients of the main nutrients for Diets 100, 75/25 and 50/50 were 76.7<sup>a</sup>, 73.5<sup>a</sup>, 64.8<sup>b</sup> % (P<0.05) for crude protein, respectively; 42.8, 42.3, 46.5% for NDF; 39.9, 35.6, 40.9 for ADF; 51.1<sup>a</sup>, 60.4<sup>b</sup>, 60.7<sup>b</sup> (P<0,05) for hemicellulose and 52.6, 49.5, 55.6% for cellulose. While crude protein digestibility decreased when the quality of diets decreased, the digestibility of the different cell wall constituents remained constant or increased. These facts agree with the general information concerning the greater ability of these animals to utilize fibrous feeds.

**Palabras claves:** camélidos sudamericanos, llamas, digestibilidad aparente.

**Key words:** South American Camelids, llamas, apparent digestibility.

## INTRODUCCION

Los camélidos sudamericanos constituyen actualmente en Chile, una masa ganadera actual de más de 150.000 cabezas, habiendo alcanzado cifras históricas superiores al millón de animales domésticos en la época colonial, distribuidos entre la 4 y la 10 Región. La alpaca (*Lama pacos*) y la llama (*L. glama*), son las dos especies domesticadas, mientras que vicuñas (*L. vicugna*) y guanacos (*L. guanicoe*) permanecen en estado silvestre.

Según resultados del VI censo nacional agropecuario ([Chile, 1997](#)), el total de llamas en el país es de 79.365, concentrándose el 90% en la I región, un 7% en la II región y el resto está distribuido entre la III y la X región, incluida la región Metropolitana.

Estos animales han generado un creciente interés a nivel nacional, ya que son capaces de producir carne, fibra, cuero y ser utilizados para el transporte, en condiciones extremas, como son las zonas altiplánicas sobre los 4000 metros de altura, con amplia variación térmica, intensa radiación solar y bajas precipitaciones, lo que hace que la pradera sea escasa y de baja calidad nutricional. Esta capacidad de utilizar forrajes pobres, despierta el interés por su reintroducción en zonas áridas y semiáridas no altiplánicas, como son la cordillera de la costa de la zona Centro-Sur y región magallánica, pues tanto al sector privado como estatal le resulta atractiva la idea de transformar las especies domésticas en una nueva alternativa productiva ([Tapia, 1993](#)).

Los aspectos de nutrición y alimentación de estas especies son de crucial importancia para llegar a plantear sistemas de producción viables. Respecto de esta temática, la información existente tanto a nivel nacional como internacional es escasa. Sin embargo, trabajos realizados en Chile en los últimos años, han permitido evaluar la digestibilidad *in vivo* y degradabilidad *in situ*, de una gran variedad de forrajes por parte de la alpaca y en muchos casos en forma comparativa con la cabra ([Marín y col., 1997](#); [Van Kilsdonk, 1997](#); [López y col., 1998](#)), corroborando información internacional en el sentido de que estos animales poseen ciertas particularidades fisiológicas que les permiten ser más eficientes que los rumiantes tradicionales en la utilización de alimentos, y en especial aquellos de menor calidad por su alto contenido de paredes celulares y/o bajo contenido nitrogenado ([San Martín y col., 1984](#); [San Martín y Bryant, 1987](#); [Fowler, 1989](#); [San Martín, 1989](#); [San Martín y Bryant, 1989](#); [Valenza y col., 1991](#); [Cordesse y col., 1992](#); [Prud'hon y col., 1993](#)).

Con el propósito de acopiar información nutricional útil para la alimentación de la llama con recursos presentes en diversas zonas agroecológicas del país, se han realizado estudios para conocer la digestibilidad de una amplia gama de calidades de forrajes, lo que permitirá dar un paso importante hacia el desarrollo de sistemas de alimentación con orientación productiva. En este primer artículo se entregan los resultados de estudios de digestibilidad *in vivo* realizados con combinaciones de alfalfa (*Medicago sativa*) y paja de trigo

(*Triticum aestivum*), simulando diversas calidades dietarias.

## MATERIAL Y METODOS

El estudio se realizó en las instalaciones de la Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias de la Universidad de Chile, Región Metropolitana, bajo condiciones de confinamiento. Los animales dispusieron de corrales individuales de 6 metros cuadrados dentro de un galpón techado, con piso de maicillo, bebederos y comederos que permitían un adecuado control del consumo alimentario. Se trabajó con ocho llamas, machos, adultos, enteros, clínicamente sanos, aclimatadas a la zona y acostumbradas al confinamiento. Se realizó un ensayo de digestibilidad *in vivo*, utilizando la metodología de suministro controlado de alimento y de recolección total de fecas a través de un sistema de bolsa recolectora y arnés. Se evaluaron tres dietas de diferente calidad nutritiva conformadas sobre la base de diferentes proporciones de heno de alfalfa y paja de trigo. Las dietas experimentales fueron 1) Heno alfalfa 100% (Dieta 100), 2) Heno alfalfa 75% / Paja trigo 25% (Dieta 75/25), 3) Heno alfalfa 50% / Paja trigo 50% (Dieta 50/50). Las dietas fueron suministradas en forma picada para favorecer la mezcla de los insumos y evitar la selección al consumo (2,5 cm tamaño de partícula). El ensayo fue estructurado sobre la base de un diseño de bloques al azar, constituyendo cada llama un bloque. Todas las dietas fueron evaluadas en cada animal, asignando las dietas experimentales en una secuencia de intercambio de tratamientos dentro de bloques. Los experimentos se desarrollaron con períodos pre-experimentales de 20 días por cuanto el tiempo que se requirió para la plena aceptación de las dietas con alto contenido de paja se prolongó mas allá de los 10 días originalmente previstos. Los períodos experimentales (recolección) fueron de 5 días de duración. Durante el período pre-experimental, se determinó el consumo alimentario individual, con disponibilidad de alimentos a voluntad y considerándose como consumo voluntario el de los últimos 5 días de este período. Durante el período de recolección el alimento se ofreció en cantidad restringida a un 90% de lo registrado como consumo voluntario, para evitar la selección. Diariamente las fecas recolectadas fueron pesadas, determinándose su materia seca, congelándose a -20°C un 10% de lo evacuado, lo que permitió disponer al final de cada período experimental de una alícuota compuesta de fecas por cada animal, para su posterior análisis. Los análisis realizados tanto a los alimentos como a las alícuotas de fecas fueron: materia seca (MS), materia orgánica (MO), proteína cruda (PC), todos según técnicas de [A.O.A.C. \(1995\)](#) y fraccionamiento de paredes celulares considerando fibra detergente neutra (FDN), fibra detergente ácida (FDA), hemicelulosa (HEMI) y celulosa (CELU) según técnicas de [Goëring y Van Soest \(1970\)](#). Los animales fueron pesados periódicamente. Los coeficientes de digestibilidad aparente fueron calculados en la forma usual y los valores obtenidos para los diferentes alimentos se compararon por análisis de varianza y test de Tukey.

## RESULTADOS

En el [cuadro 1](#) se entrega la composición nutricional de los forrajes evaluados. Se observan diferencias significativas entre ambos insumos en cuanto a sus contenidos de MO, PC, FDN, FDA. y HEMI.

En el [cuadro 2](#) se observa la composición nutricional de las dietas experimentales, resultante de considerar las proporciones de ambos forrajes base efectivamente consumidos por los animales. El análisis de este cuadro permite apreciar el cambio en el valor nutricional de las dietas en la medida que incrementa el porcentaje de paja en las mismas, constituyéndose así una gradiente nutricional como era esperado.

**CUADRO 1. Composición química de los forrajes utilizados para la confección de las dietas experimentales (% base materia seca).**

**Chemical composition of forages used in the experimental diets (% dry matter basis).**

Nutrientes*	Alfalfa	Paja Trigo	P**
MS %	90,9	91,4	0,734
MO %	87,4 <sup>a</sup>	83,3 <sup>b</sup>	0,045
PC %	19,4 <sup>a</sup>	4,0 <sup>b</sup>	0,002
EE %	1,1	1,3	0,534
FDN %	46,3 <sup>a</sup>	70,5 <sup>b</sup>	0,003
FDA %	34,6 <sup>a</sup>	48,8 <sup>b</sup>	0,007
HEMI %	11,8 <sup>a</sup>	21,7 <sup>b</sup>	0,001
CELU %	24,7	31,1	0,067
LIG %	8,5	8,3	0,871

\* MS= Materia seca del forraje en su estado natural. MO= Materia Orgánica. CEN= Cenizas. PC= Proteína Cruda. EE= Extracto Etéreo. FDN= Fibra Detergente Neutro. FDA= Fibra Detergente Acido. HEMI= Hemicelulosa. CELU= Celulosa. LIG= Lignina.

\*\* P: Probabilidad de error en la diferencia entre alimentos (n=4).

**CUADRO 2. Composición química y valor energético de las dietas efectivamente consumidas (% base materia seca).**



**Chemical composition and energy value of the diets actually eaten (% dry matter basis).**

Nutrientes	Dieta 100*	Dieta 75/25	Dieta 50/50
MS %	90,9	91,0	91,2
MO %	87,4	86,4	85,3
PC %	19,4	15,6	11,7
EE %	1,1	1,1	1,2
FDN %	46,3	52,4	58,4
FDA %	34,6	38,1	41,7
HEMI %	11,8	14,3	16,7
CELU %	24,7	26,3	27,9
LIG %	8,5	8,4	8,4
ED** Mcal/kg	2,62	2,48	2,38

\* Dieta 100: Heno de alfalfa 100%.

Dieta 75/25: Heno de alfalfa 75% / paja de trigo 25%.

Dieta 50/50: Heno de alfalfa 50% / paja de trigo 50%.

\*\* ED= Energía digestible aparente obtenida en el presente estudio.

En el [cuadro 3](#) se entregan los valores para consumo voluntario diario de las dietas experimentales y energía digestible junto a los requerimientos energéticos para mantención de los animales experimentales, lo que permite evaluar este consumo en comparación con los requerimientos. Se aprecia que el consumo es inversamente proporcional a la calidad de las dietas, no alcanzando a cubrir el requerimiento de mantención en el caso extremo.

En el [cuadro 4](#), se presentan los coeficientes de digestibilidad aparente de los nutrientes de las diversas dietas estudiadas. La calidad decreciente de la dieta afecta negativamente la digestibilidad de la MO y de la PC, mientras que no afecta o afecta positivamente la digestibilidad de los componentes de las paredes celulares

En el [cuadro 5](#) se entregan los coeficientes de regresión lineal (b), y los coeficientes de correlación (r) entre digestibilidad aparente de los diferentes nutrientes y el contenido del respectivo nutriente en la dieta. En ningún caso los coeficientes de regresión lineal obtenidos fueron estadísticamente significativos ( $P > 0,05$ ), al igual que la mayoría de los coeficientes de correlación ( $P > 0,05$ ), salvo en el caso de la proteína ( $r = 0,78$ ,  $P < 0,01$ ) y la hemicelulosa ( $r = 0,49$ ,  $P < 0,05$ ).

**Cuadro 3 . Ingestión voluntaria de materia seca y energía digestible en las dietas experimentales.**

Voluntary dry matter and digestible energy intake in experimental diets.

Variable	Dieta 100	Dieta 75/25	Dieta 50/50	DEp**	P***
Peso Vivo Promedio (kg)	122	123	122	22,0	0,996
Ingestión MS (kg/d)	1,67 <sup>a</sup>	1,42 <sup>ab</sup>	1,18 <sup>b</sup>	0,32	0,021
Ingestión MS (g/kg <sup>0,75</sup> /d)	45,8 <sup>a</sup>	39,0 <sup>ab</sup>	33,2 <sup>b</sup>	9,91	0,050
Ingestión de ED (Mcal/d)	4,37 <sup>a</sup>	3,52 <sup>ab</sup>	2,80 <sup>b</sup>	0,80	0,003
Requerimiento ED <sub>mant</sub> * (Mcal/d)	3,14	3,16	3,14	0,43	0,994
Exceso o Déficit ED para mantención	+40 <sup>a</sup>	+13 <sup>ab</sup>	-8,0 <sup>b</sup>	28,42	0,011

\* ED<sub>mant</sub>: Energía digestible para proceso de mantención

\*\* DEp: Desviación estándar del pool de datos.

\*\*\* P: Probabilidad de error en la diferencia entre tratamientos.

a, b, c: superíndices diferentes, indican diferencias significativas (P&lt;0,05) dentro de una misma línea.

**CUADRO 4. Coeficientes de digestibilidad aparente (%) para las diversas fracciones nutritivas en las dietas experimentales.**

Digestibility coefficients (%) of nutrients in the experimental diets.

Nutrientes	Dieta 100	Dieta 75/25	Dieta 50/50	DEp*	P**
MS	56.3	53.6	51.9	3,51	0,061
MO	58.5 <sup>a</sup>	54.8 <sup>ab</sup>	54.1 <sup>b</sup>	3,52	0,045
PC	76.7 <sup>a</sup>	73.5 <sup>a</sup>	64.8 <sup>b</sup>	3,62	0,001
FDN	42.8	42.3	46.5	5,02	0,213
FDA	39.9	35.6	40.9	5,69	0,166
HEMI	51.1 <sup>a</sup>	60.4 <sup>b</sup>	60.7 <sup>b</sup>	6,60	0,012
CELU	52.6	49.5	55.6	5,20	0,087

\* DEp: Desviación estándar del pool de datos.

\*\* P: Probabilidad de error en la diferencia entre tratamientos.

a, b, c: superíndices diferentes, indican diferencias significativas (P&lt;0.05) dentro de una misma línea.

**CUADRO 5. Relación entre los coeficientes de digestibilidad (%) observados para los diversos nutrientes y el contenido del mismo nutriente en la dieta.**

### Relationship between digestibility coefficients (%) of nutrients and their content in the diet.

Nutrientes	Coefficiente de regresión lineal (b)	Coefficiente de Correlación (r)
PC	1,55	0,78 **
FDN	0,31	0,28
FDA	0,05	0,06
HEMI	1,96	0,49 *
CELU	0,93	0,21

\*  $P < 0,05$ , \*\*  $P < 0,01$ .

## DISCUSION

Como se aprecia en el [cuadro 1](#), los dos forrajes elegidos para realizar las combinaciones a estudiar, cumplen con la condición de representar extremos nutricionales, dado que los principales indicadores de calidad difieren significativamente entre ambos, como es el caso de la FDN ( $P=0,003$ ), la FDA ( $0,007$ ), la HEMI ( $0,001$ ), como también el contenido proteico ( $P=0,002$ ). El valor nutricional estimado ([cuadro 2](#)) de acuerdo a la proporción efectiva de estos dos recursos básicos en las dietas experimentales, permite apreciar una disminución de la proteína y un aumento de los componentes de las paredes celulares, todo esto redundando en una disminución de este valor nutricional, en la medida en que aumenta la inclusión de paja en la dieta. Los valores de energía digestible aparente obtenidos en el presente ensayo para las diversas dietas, corroboran lo anterior.

El consumo voluntario ([cuadro 3](#)) muestra una ingestión significativamente menor en la dieta de calidad más pobre con relación a alfalfa, presentando la dieta 75/25 un valor intermedio; esto es efectivo tanto al expresar el consumo en cantidades absolutas (kg MS/d), donde el efecto se alcanzó con un  $P=0,021$ , como al hacerlo en base al peso metabólico de los animales ( $\text{g MS/kg}^{0,75}$ ), donde el efecto tuvo un  $P=0,050$ . Como consecuencia de lo anterior, la ingestión de energía digestible difirió en el mismo sentido entre las dietas ( $P=0,003$ ), observándose un exceso de consumo de ED de 40% en la dieta de alfalfa y de 13% en la dieta 75/25 y un déficit de 8% en la dieta 50/50, al comparar el consumo de ED con el requerimiento de mantención ([López y Raggi, 1992](#)), siendo este efecto también altamente significativo ( $P=0,011$ ).

El bajo consumo en dietas de menor calidad observada en el presente estudio, es atribuible, a lo menos en parte, a la alta selectividad que presentan estos animales. Cuando se les ofrece una dieta compuesta, son capaces de seleccionar lo que más les apetece aún cuando los componentes se encuentren picados a un largo de partícula de 2,5 cm como en el caso presente. Esto obligó a disminuir la oferta de la dieta hasta el punto que la ingirieran en su totalidad, impidiendo así la selección. De manera que los valores de consumo obtenidos e informados en este artículo corresponden a lo que voluntariamente ingirieron antes de ser restringidos para evitar la selección.



Estos consumos son inferiores a los reportados por [San Martín \(1997\)](#), quien indica para llamas consumos de materia seca bajo condiciones de estabulación de 2% del peso vivo al día o 52,8 g MO/kg<sup>0,75</sup>, mientras que para condiciones de pastoreo sus cifras llegan a 46,8 g MS/kg<sup>0,7</sup>, valor similar al de alfalfa pura en el presente estudio. Por su parte, [San Martín y Bryant \(1989\)](#), reportan dos experimentos, en el primero de los cuales las llamas fueron alimentadas con dietas compuestas con niveles de 7, 11 y 15% de PC y 69, 55 y 27% FDN respectivamente, alcanzando consumos de 59, 58 y 54 g MS/kg<sup>0,75</sup>, superiores también a los consumos obtenidos en el presente ensayo en las dietas 50/50 y 75/25 que aportaban 11,7 y 15,6% de PC, aunque con valores de paredes celulares muy superiores. En un segundo experimento los mismos autores, alimentaron las llamas con dietas isoproteicas (11-13% PC) con niveles bajo, medio y alto de FDN (42, 58 y 68% base materia seca), obteniendo consumos de 53, 50 y 47 g MS/kg<sup>0,75</sup>, cifras que también son superiores a las del presente estudio para las diversas calidades, pero que concuerdan en la relación entre calidad de la dieta y consumo voluntario. Otros estudios referidos a selectividad ([San Martín y col., 1988](#)) informan consumos en el rango de los obtenidos en este trabajo, pero usando forrajes de menor calidad, con niveles del 70 al 77% de FDN.

Los coeficientes de digestibilidad aparente de los nutrientes se ven afectados por la calidad de la dieta ([cuadro 4](#)), aunque el comportamiento de las diversas fracciones es diferente. Así, la digestibilidad de la MO (P=0,045) y de la PC (P=0,001) en particular, disminuyen significativamente con la inclusión de paja en la dieta. Una similar tendencia se observa para la digestibilidad de la materia seca, aunque no alcanzó significación estadística (P=0,061). Las paredes celulares (FDN) y sus fracciones (FDA, HEMI, CELU), muestran un comportamiento diferente, con una tendencia general a que los coeficientes de digestibilidad se mantengan o sean levemente superiores en la dieta de menor calidad en comparación con la dieta a base de alfalfa, observándose un efecto estadísticamente significativo (P=0,012) sólo para el coeficiente de digestibilidad de la hemicelulosa, donde las dietas 75/25 y 50/50 presentaron valores mayores que el alcanzado para la dieta 100% alfalfa.

La disminución de la digestibilidad global de la dieta (MO, MS), observada en el presente estudio, es similar a lo que sucede en otras especies ruminantes en la medida en que aumenta la proporción de paredes celulares y es claramente atribuible a este hecho. En la disminución del coeficiente de digestibilidad de la PC en las dietas de menor calidad, influyó, además, la disminución de la ingesta proteica que en promedio alcanzó cifras de 324, 222 y 138 g/d. para las dietas 100, 75/25 y 50/50, respectivamente. Aunque en todos los casos estas cantidades cubren los requerimientos mínimos ([López y Raggi, 1992](#)), esta menor ingesta conlleva una disminución del valor absoluto del coeficiente de digestibilidad, por cuanto las pérdidas obligadas de nitrógeno por las fecas no disminuyen y, por el contrario, es dable que aumenten con las dietas más fibrosas.

El análisis de regresión lineal entre contenido de nutrientes en las dietas y su respectivo coeficiente de digestibilidad aparente, que se presenta en el [cuadro 5](#), aunque no muestra efectos significativos, permite apreciar más claramente la tendencia que presentaron los coeficientes de digestibilidad en función de la calidad de la dieta. Es así como para el caso específico de la proteína, se aprecia que su coeficiente de digestibilidad disminuyó en 1,55 puntos porcentuales por cada punto de disminución en el porcentaje de PC de la dieta, presentando una asociación con la calidad de la dieta de 78% (r=0,78, P<0,01).

La obtención de coeficientes de digestibilidad relativamente constantes o incrementales para las fracciones de las paredes celulares en la medida que aumenta el contenido de las mismas en la dieta, concuerda con datos existentes en términos de la mayor capacidad de estas especies para utilizar los carbohidratos estructurales. La fracción que presentó el mayor incremento de la digestibilidad fue la hemicelulosa (b=1,96) y la única que presentó un coeficiente de correlación significativo, aunque bajo (r=0,49, P<0,01), con el contenido de HEMI de la dieta. Esto se explicaría a través de una posible adaptación de la microflora a los mayores aportes de hemicelulosa que hacen las dietas con un mayor contenido de paja y por el hecho de que esta fracción normalmente es la más digestible entre los componentes de las paredes celulares.

El presente estudio concuerda con [San Martín \(1997\)](#), en términos de la disminución de la digestibilidad de la MO y de la PC en la medida que disminuye la calidad de la dieta por disminución de su aporte proteico desde 15 a 7%. Aunque en sus estudios reporta un rango de calidades en que las superiores sobrepasan las aquí presentadas (3,2 a 2,2 Mcal ED/kg), sus coeficientes de digestibilidad disminuyen de 73 a 51% para la MO y de 68 a 24% para la PC, en la medida que disminuye la calidad de la dieta. Sin embargo, sus valores para PC son notablemente bajos, probablemente por los niveles proteicos usados que en el caso extremo fue de sólo 7%. En el mismo estudio, obtuvo valores de digestibilidad para FDN relativamente constantes (40 a 43%) para su rango de calidades, y de 46 a 47% para la FDA, valores muy cercanos a los del presente estudio.

[Valenza y col., \(1991\)](#), usando una combinación de broza (subproducto) de quínua y heno de avena (5,6% PC y 63% FDN) obtuvieron valores de digestibilidad de 64% para la MS y MO, 52% para PC y 60% para FDN, dieta que siendo de inferior calidad a las usadas en el presente estudio, presentó valores de digestibilidad mayores para MS, MO y FDN e inferiores para PC. En el mismo estudio, usando ahora broza de habas (9,6% PC y 55% FDN), dieta semejante a la 50/50 del presente estudio, obtuvieron coeficientes de digestibilidad de 57 a 59% para MS y MO, de 50% para PC y de 46% para FDN, siendo estos dos últimos valores inferiores y similares a los aquí presentados, respectivamente.

Por su parte, [San Martín y Bryant \(1989\)](#), usando en llamas dietas isoproteicas (promedio 12% PC) con niveles bajo, medio y alto de FDN (42 a 68%) y valores energéticos de 3,1 a 2,5 Mcal ED/kg MS, obtuvieron coeficientes de digestibilidad para MO en un rango 67 a 58%, para PC entre 61 y 52%, para FDN entre 48 y 53% y para FDA en el rango de 51 a 55% respectivamente, resultados que presentan tendencias similares a las observadas en el presente estudio.

Los coeficientes de digestibilidad obtenidos en el presente estudio para los nutrientes de las dietas de calidad variable (46 a 58% de FDN y 19 a 12% de PC), permiten visualizar que esta especie animal podría utilizar a lo menos, una diversidad de forrajes disponibles a lo largo del país, que son asimilables a los rangos nutricionales de las dietas experimentales. Sin duda, existen muchas interrogantes que deben responderse antes de efectuar generalizaciones, como es la problemática de la selectividad que conduce a una limitación del consumo. Este hecho estuvo presente en este estudio y tal vez en una dimensión mayor que lo real, por haberse usado paja de trigo como recurso de baja calidad, insumo que muestra una baja aceptabilidad en todas las especies animales.

Se puede concluir, preliminarmente, a partir de estos primeros estudios sistemáticos de digestibilidad aparente con esta especie, que las llamas responden a los cambios de calidad de la dieta en un sentido similar a otros rumiantes, referido a que tanto el consumo voluntario como la digestibilidad de la dieta están modulados por el contenido de paredes celulares de la misma, aunque con la ventaja de que la digestibilidad de las paredes celulares y sus fracciones no se deterioran, sino por el contrario, tiende a incrementar en dietas más fibrosas.

En la llama el componente de selectividad influye en forma muy importante sobre el consumo voluntario de alimentos, lo que sumado a su reducida capacidad de consumo, descrita, entre otros, por [Cordesse y col., \(1992\)](#) y por [Dulphy y col., \(1994\)](#), podría transformar al consumo en su principal limitante productiva. Sin embargo, esta deficiencia tiende a ser contrarrestada, con la mayor habilidad que muestra esta especie para digerir los diferentes componentes de las paredes celulares, y podría disminuirse a través del suministro de forrajes combinados, que disminuyan el efecto negativo de alguno en particular.

## RESUMEN

Dado el interés que están suscitando los camélidos sudamericanos como una alternativa ganadera para ambientes limitantes no altiplánicos, se decidió evaluar nutricionalmente con llamas (*Lama glama*), dietas que potencialmente pueden ser utilizadas por ellas. En esta primera etapa se evaluó, a través de un estudio de

digestibilidad clásico con recolección total, la digestibilidad de tres dietas logradas por combinaciones de un heno de alfalfa (*Medicago sativa*) con paja de trigo (*Triticum aestivum*). Las dietas fueron: 1) 100% alfalfa (Dieta 100); 2) 75% alfalfa + 25% paja (Dieta 75/25); 3) Alfalfa y paja en proporciones de 50 y 50% (Dieta 50/50). Se obtuvieron, en todos los casos, los coeficientes de digestibilidad aparente para materia seca, materia orgánica, proteína cruda y para los diversos componentes de las paredes celulares. Los coeficientes de digestibilidad de las dietas 100, 75/25 y 50/50, fueron, respectivamente, 76,7<sup>a</sup>, 73,5<sup>a</sup> y 64,8<sup>b</sup> ( $p < 0,05$ ) para la PC; 42,8, 42,3, 46,5 para FDN; 39,9, 35,6, 40,9 para FDA; 51,1<sup>a</sup>, 60,4<sup>b</sup>, 60,7<sup>b</sup> ( $P < 0,05$ ) para hemicelulosa y, 52,6, 49,5, 55,6% para celulosa. Mientras la digestibilidad de la proteína disminuyó en las dietas de menor calidad, la digestibilidad de los diferentes constituyentes de las paredes celulares permaneció constante o aumentó en la medida en que la calidad de las dietas disminuían. Estos hechos son coherentes con la información mayoritaria de la literatura que indica la gran habilidad de estos animales para utilizar alimentos fibrosos.

## BIBLIOGRAFIA

- A.O.A.C. 1995. Official Methods of Analysis. 16<sup>th</sup> edition. AOAC INTERNATIONAL. Arlington, VA, USA.
- CHILE. 1997. Instituto Nacional de Estadísticas (INE). VI Censo Agropecuario.
- CORDESSE, R., M. INESTA, J.L. GAUBERT, 1992. Intake and digestibility of four forages by llamas and sheep. *Ann. Zootech* 41. (Abstr.).
- DULPHY, J.P., C. DARDILLAT, M. JAILLER, J.P. JOVENY. 1994. Comparison of the intake and digestibility of different diets in llamas and sheep: a preliminary study. *Ann. Zootech.* 43: 379-387.
- FOWLER, M. E. 1989. Medicine and surgery of South American Camelids. Llama, alpaca, vicuña, guanaco. Chapter 2 "Feeding and Nutrition". Iowa State University Press. Ames, Iowa, 385 pp.
- GOERING, K.K., P.J. VAN SOEST. 1970. Forage fiber analysis. Agricultural Handbook N°379. ARS. USDA.
- LOPEZ, A., J. MAIZTEGUI, R. CABRERA. 1998. Voluntary intake and digestibility of forages with different nutritional quality in alpacas (*Lama pacos*). *Small Ruminant Research (USA)* 29: 295-301.
- LOPEZ, A., L. A. RAGGI. 1992. Requerimientos nutritivos de camélidos sudamericanos: Llamas (*Lama glama*) y Alpacas (*Lama pacos*). *Arch. Med. Vet.* 24: 121-130.
- MARIN, M. P., R. CABRERA, A. LOPEZ, F. BAS, 1997. Estudio comparativo de la degradabilidad *in situ* de la materia orgánica de cuatro forrajes en alpacas y cabras. *Ciencia e Investigación Agraria* 24: 25-34.
- PRUD'HON, M., R. CORDESSE, S. DE ROUVILLE, J. THIMONIER. 1993. Les camélidés sud-américains: Le point des connaissances. INRA. *Prod. Anim.*, 6: 5-15.
- SAN MARTIN, F. 1989. Alimentación y nutrición de la llama y alpaca. EN: XII Reunión Científica de la Asociación Peruana de Producción Animal (APPA). Lima, Perú.
- SAN MARTIN, F., 1997. Estrategias nutricionales en los camélidos sudamericanos en las zonas altoandinas del Perú. En: "El altiplano Ciencia y conciencia en los andes". Actas II Simposio Internacional de Estudios Altiplánicos. Octubre 1993, Arica, Chile, pp. 233-239.
- SAN MARTIN, F., A. ROSALES, R. VALDIVIA. 1984. Tasas de digestión y digestibilidad del forraje en alpaca y vacuno. En: FIERRO, L.C. y R. FARFAN. (eds.). *Investigaciones sobre pastos y forrajes de la*

*Texas University en el Perú. Vol.I.*

SAN MARTIN, F., F.C. BRYANT, T. ARBAYZA, T. HUIZA, 1988. Comparación de la selectividad de forraje y nutrición entre camélidos sudamericanos y ovinos. II. Consumo y calidad nutritiva de las dietas de llama, alpaca y ovinos. En: Investigaciones sobre pastos y forrajes. Ed. SAN MARTIN, F. y F.C. BRYANT, (eds.) *Texas Tech. University. Vol V.*

SAN MARTIN, F., F. C. BRYANT. 1987. Nutrición de los camélidos sudamericanos. Estado de nuestro conocimiento. Artículo técnico T-9-505. Programa colaborativo de apoyo a la investigación en rumiantes menores. Universidad Nacional Mayor de San Marcos- Texas Tech University, 67pp.

SAN MARTIN, F., F.C. BRYANT. 1989. Digestibilidad comparativa entre llamas y ovinos en función de la calidad de la dieta. En: SAN MARTIN, F., F.C. BRYANT. (eds.) *Investigaciones sobre pastos y forrajes de la Texas Tech. University en Perú. Vol V.*

TAPIA, F. 1993: Los camélidos sudamericanos domésticos una alternativa de desarrollo ganadero para el sur de Chile. Informe final Simposio Internacional "Camélidos sudamericanos". La Paz. Bolivia, pp. 127-138.

VALENZA, D., D. HOLGADO, F. SAN MARTIN, R. FARFAN. 1991. Digestibilidad comparativa entre ovinos, alpacas y llamas de la mezcla broza de quinua (*Chenopodium quinoa*) y heno de avena (*Avena sativa*), y broza de haba (*Vicia faba*). En: SAN MARTIN, F., F.C. BRYANT. (eds). *Investigaciones sobre pastos y forrajes de la Texas University en el Perú. Vol VI.*

VAN KILSDONK, CAMPOS, CAROLINE, J. 1997. Degradabilidad *in situ* de forrajes por alpacas (*Lama pacos*) y cabras (*Capra hircus*): dinámica de degradación de la materia seca y paredes celulares a las 48 horas de incubación. Tesis para optar al título de médico veterinario. Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias. Universidad de Chile. Santiago, Chile.