

USO DE LOS RECURSOS FORRAJEROS POR LLAMAS Y OVINOS*

II. Composición química y degradabilidad de los forrajes nativos

Didier GENIN, Percy ABASTO y Muriel TICHIT

INTRODUCCIÓN

La dieta seleccionada por los animales al pastoreo, refleja su capacidad de aprovechamiento del medio. Los forrajes así seleccionados son transformados en el tracto digestivo y proveen una cierta cantidad de nutrientes que determinan las posibilidades productivas de los animales que los ingieren.

Así, el estado nutricional de un animal es la resultante de:

- sus requerimientos, propios a cada especie y el estado fisiológico de los individuos considerados;
- la composición botánica de la dieta seleccionada;
- el valor nutritivo de la misma.

En las condiciones del altiplano, resulta difícil determinar los balances nutricionales de llamas y ovinos criollos debido a la seria falta de referencias en cuanto a: a) los requerimientos de mantenimiento y de producción de los animales; b) sus capacidades para digerir los forrajes que encuentran al pastoreo; y c) los valores bromatológicos de estos. Algunos trabajos han tratado de llenar estos vacíos, así los de Engelhardt y Schneider (1977) para la fisiología digestiva de los camélidos y los de San Martín y Bryant (1989), Alzérreca y Cardozo (1991) y Genin et al. (1994) sobre la caracterización bromatológica de los forrajes nativos y su uso por las especies animales.

* Trabajo realizado en el marco del convenio IBTA - ORSTOM "Dinámicas de los sistemas de producción en el altiplano boliviano".

No existen trabajos que muestren cuantitativamente los problemas nutricionales a que están sujetos los animales en la zona pastoril del altiplano árido boliviano.

Los objetivos de este artículo consisten en presentar referencias técnicas sobre las variaciones estacionales del valor bromatológico de los forrajes nativos que se consumen mayoritariamente en la región de Turco, así como sobre su aprovechamiento digestivo por parte de llamas y ovinos, y, finalmente, esbozar elementos científicos sobre los balances nutricionales de los animales a lo largo del ciclo anual.

COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LOS FORRAJES NATIVOS

Los cuadros 1 a 10 muestran la variaciones mensuales de la composición química de los diez forrajes principales de la zona.

Se observa que las gramíneas duras (*Iru ichu*, *ichu*, *chillirwa*) presentan escasos valores nutricionales, excepto por la chillirwa, que en período húmedo alcanza niveles de proteínas crudas superiores al 8% de la materia seca. En el período seco, las concentraciones de proteínas crudas son notablemente bajas. Este tipo de forrajes se caracteriza, por otra parte, por sus altos contenidos de fibra cruda.

Cuadro 1
Análisis bromatológico de la *Festuca orthophylla*

MES	M.O. %	P.C. %	F.C. %	E.E. %	E.L.N. %	C. %
Dic	93,7	3,7	45,3	1,4	43,3	6,3
Ene	95,7	3,2	39,8	1,1	51,6	4,3
Feb	94,9	6,6	44,0	1,0	43,3	5,1
Mar	94,3	4,5	40,5	1,0	48,3	5,7
Abr	94,1	3,8	43,6	1,0	45,7	5,9
May	93,9	3,2	41,4	0,8	48,5	6,1
Jul	91,0	2,3	39,8	1,5	47,4	9,0
Ago	93,1	1,5	42,5	1,6	47,5	6,9
Sep	92,8	1,4	42,7	0,7	48,0	7,2

Nota:100% de materia seca

N.O. = Materia Orgánica

P.C. = Proteína Cruda

F.C. = Fibra Cruda

E.E. = Extracto Etéreo

E.L.N. = Extracto libre de nitrógeno

C. = Ceniza

Cuadro 2
Análisis bromatológico de la *Stipa ichu*

MES	M.O. %	P.C. %	F.C. %	E.E. %	E.L.N. %	C. %
Dic	95,6	6,9	35,0	1,4	52,3	4,4
Ene	96,1	7,4	33,5	2,0	53,2	3,9
Feb	95,2	5,8	39,5	1,2	48,7	4,8
Mar	95,3	10,1	40,9	3,1	41,2	4,7
Abr	94,4	4,3	38,1	2,8	49,2	5,6
May	95,2	2,8	38,9	1,9	51,6	4,8
Jul	83,1	2,2	36,8	1,3	52,8	6,9
Ago	93,8	1,6	39,6	1,4	51,2	6,2
Sep	95,6	2,5	39,4	1,0	52,7	4,4

Cuadro 3
Análisis bromatológico de la *Festuca dolichophylla*

MES	M.O. %	P.C. %	F.C. %	E.E. %	E.L.N. %	C. %
Dic						
Ene	94,9	8,9	30,5	2,6	52,9	5,1
Feb	96,9	7,5	38,4	1,5	49,5	3,1
Mar	93,2	7,4	35,6	2,2	48,0	6,8
Abr	96,3	3,8	44,5	1,1	46,9	3,7
May	95,6	4,6	39,8	1,5	49,7	4,4
Jul	95,9	2,0	46,1	0,9	46,9	4,1
Ago	94,9	3,5	40,3	1,1	50,0	5,1
Sep	96,6	1,3	45,7	1,1	47,9	4,0

Cuadro 4
Análisis bromatológico de la Grama

MES	M.O. %	P.C. %	F.C. %	E.E. %	E.L.N. %	C. %
Dic						
Ene	93,6	13,8	20,2	3,3	56,3	6,4
Feb	92,1	13,9	26,6	2,4	49,2	7,9
Mar	92,5	10,3	28,0	2,9	51,3	7,5
Abr	90,8	11,1	27,2	2,6	49,9	9,2
May	90,5	11,8	19,8	1,9	57,0	9,5
Jul	86,6	6,4	16,2	1,9	62,1	13,4
Ago	88,9	6,7	22,1	1,5	58,6	11,1
Sep	86,7	6,0	21,7	1,9	57,1	13,3

Cuadro 5
Análisis bromatológico de la *Calamagrostis heterophylla*

MES	M.O. %	P.C. %	F.C. %	E.E. %	E.L.N. %	C. %
Dic	90,8	3,3	34,8	1,0	51,7	9,2
Ene	92,1	8,1	33,2	2,0	48,8	7,9
Feb	93,2	8,5	34,2	2,2	48,3	6,8
Mar	89,3	8,8	30,8	1,6	48,1	10,7
Abr	89,3	6,4	33,4	2,4	47,1	10,7
May	89,5	5,5	33,2	2,4	48,4	10,5
Jul	89,0	3,5	32,4	1,8	51,3	11,0
Ago	89,6	3,5	34,7	0,8	50,6	10,4
Sep	89,8	2,3	32,5	1,5	53,5	10,2

Cuadro 6
Análisis bromatológico de la *Tetraglochin cristatum*

MES	M.O. %	P.C. %	F.C. %	E.E. %	E.L.N. %	C. %
Dic						
Ene	90,6	8,1	27,6	3,0	51,9	9,4
Feb	94,9	7,8	34,6	1,7	50,8	5,1
Mar	94,1	7,9	24,4	2,0	59,8	5,9
Abr	95,0	5,6	34,7	2,5	52,2	5,0
May	92,9	5,2	35,3	2,4	50,0	7,1
Jul	94,1	4,5	37,9	2,6	49,1	5,9
Ago	94,3	3,6	38,7	1,4	50,6	5,7
Sep	93,8	3,3	39,9	1,8	48,8	6,2

Cuadro 7
Análisis bromatológico de la *Adesmia spinosissima*

MES	M.O. %	P.C. %	F.C. %	E.E. %	E.L.N. %	C. %
Dic	96.1	10.3	31.2	2.3	52.3	3.9
Ene	94.1	12.4	25.1	1.2	55.4	5.9
Feb						
Mar	95.6	11.6	32.5	3.1	48.4	4.4
Abr	97.5	9.2	36.3	2.3	49.7	2.5
May	97.2	7.9	35.8	0.9	52.6	2.8
Jul	97.4	7.0	38.1	1.5	50.8	2.6
Ago	96.9	5.6	37.7	1.3	52.3	3.1
Sep	97.0	6.3	38.7	1.9	50.1	3.0

Cuadro 8
Análisis bromatológico de la *Parastrephia quadrangulare*

MES	M.O. %	P.C. %	F.C. %	E.E. %	E.L.N. %	C. %
Dic						
Ene	96,2	5,8	20,6	3,2	66,6	3,8
Feb	96,5	6,7	23,2	3,8	62,8	3,5
Mar						
Abr						
May						
Jul						
Ago	96,3	4,0	20,1	4,5	67,7	3,7
Sep	96,6	4,7	22,0	4,2	65,7	3,4

Cuadro 9
Análisis bromatológico de la *Parastrephia lepidophylla*

MES	M.O. %	P.C. %	F.C. %	E.E. %	E.L.N. %	C. %
Dic	96,7	8,5	19,3	2,8	66,1	3,3
Ene	96,5	8,2	20,6	2,4	65,3	3,5
Feb	96,1	11,1	19,1	3,1	62,8	3,9
Mar	96,3	10,9	17,4	2,6	65,4	3,7
Abr	96,7	8,2	17,6	4,5	66,4	3,3
May	96,8	8,6	18,6	4,2	65,4	3,2
Jul	96,7	8,2	18,4	3,3	66,8	3,3
Ago	96,6	8,8	16,1	3,0	68,7	3,4
Sep	96,1	6,8	18,8	4,0	66,5	3,9

Cuadro 10
Análisis bromatológico de la *Baccharis incarum*

MES	M.O. %	P.C. %	F.C. %	E.E. %	E.L.N. %	C. %
Dic						
Ene	94.5	9.9	14.5	3.6	66.5	5.5
Feb	93.4	11.4	16.1	3.6	62.3	6.6
Mar		11.2				6.6
Abr						
May						
Jul						
Ago	94.5	6.6	15.3	3.8	68.8	5.5
Sep	94.6	5.6	15.7	3.3	70.0	5.4

Las herbáceas blandas (*Calamagrostis heterophylla*, gramadal compuesto principalmente por *Distichlis humilis*, *Poa candamoana*, etc.) presentan un espectro químico mucho más interesante desde el punto de vista forrajero, con concentraciones en proteína cruda de 8 a 14% en período húmedo y de 3 a 7% en período seco. Este grupo de forrajes presenta, sin embargo, una gran variación en términos de la biomasa disponible según la época del año, lo cual le impide constituirse en una continua base dietética a lo largo del año. Las herbáceas blandas se caracterizan asimismo por sus concentraciones relativamente altas en materias minerales, las cuales juegan un papel fundamental en el metabolismo animal.

El grupo de los arbustos presenta concentraciones interesantes de proteína cruda, tanto en período húmedo (7 a 12%) como en período seco, cuando ciertas especies como la *Adesmia spinosissima* y la *Parastrephia lepidophylla* alcanzan inclusive concentraciones de alrededor del 7%, lo cual es considerado como un buen forraje en condición de praderas nativas. Cabe mencionar que los arbustos de la familia de las compuestas (*P. lepidophylla*, *P. quadrangulare*, *B. incarum*) presentan altas concentraciones en Extracto Libre de Nitrógeno (ELN), las cuales indican la presencia de cantidades importantes de resinas y otros aceites esenciales. Estos constituyentes, llamados secundarios, tienen propiedades que van en detrimento de su palatabilidad (Arnold y Hill 1972, Cooper et al. 1987), y corresponden, a veces, a factores antinutricionales (Nagy y Tengerdy 1967) que hacen que las plantas que los contienen sean poco utilizadas por el ganado.

DIGESTIBILIDAD IN VIVO Y DEGRADABILIDAD IN SITU

La digestibilidad traduce el nivel en que un animal dado es capaz de aprovechar un forraje para su metabolismo. Existen muy pocas referencias

técnicas en cuanto a la utilización digestiva de los forrajes nativos del altiplano boliviano. Maiza y Cardozo (1992) presentaron niveles de digestibilidad *in vivo* del *ichu* (*S. ichu*) del 65,9% en llamas y del 51,5% en ovinos. Abasto (1993) determinó la digestibilidad *in vivo* del *iru ichu* durante los períodos húmedo y seco, encontrando diferencias significativas en los coeficientes de digestibilidad en llama (54,2% y 41,3% respectivamente) y en ovino (41,45 y 39,4 respectivamente). Lailhacar (1990) encontró una digestibilidad *in vitro* de la paja brava que variaba entre 38 y 52%. De una manera general, San Martín (1987) reporta mayores coeficientes de digestión en llamas que en ovinos para dietas de baja y de mediana calidad. Esta mayor eficiencia digestiva se relaciona con el mayor tiempo de retención del alimento en el tracto digestivo en los camélidos (San Martín 1987). Además, podría estar relacionada con la mayor frecuencia de contracciones en el estómago y, durante el ciclo de rumia, con un flujo salival más importante en relación al tamaño del estómago, elementos todos que participan en una maceración, mezcla y absorción más eficaces. Con forrajes pobres en proteína cruda, debido a la capacidad de la llama para mantener una concentración más elevada en NH_4 en el compartimento C1-C2 del rumen con respecto al ovino, se le suministra más nitrógeno para la síntesis microbiana, lo que contribuye mejorar su eficacia digestiva (Hinderer & Engelhardt 1975; Engelhardt & Schneider 1977). En una prueba de degradabilidad *in situ*, que consiste en introducir muestras de forrajes acondicionadas en bolsas de nylon porosas, directamente en el rumen de animales fistulados (Michalet-Doreau et al. 1987, Tichit 1994) y tras dejarse actuar el proceso digestivo durante 48 hrs, se compararon los coeficientes de degradabilidad de diez forrajes en época seca y húmeda en llamas y ovinos.

Los resultados muestran una clara superioridad de la llama en la degradación de los forrajes (Cuadro 11). Las diferencias en los coeficientes de degradabilidad varían desde el 1,2% a más del 42% en favor de la llama. De una manera general, las diferencias se acentúan aún más cuando la degradabilidad es baja; es decir que las llamas se muestran más aptas que los ovinos para digerir los forrajes toscos.

Las gramíneas duras, por otra parte, presentan coeficientes de degradabilidad de la M.S. que varían desde el 37% hasta el 66% en llama y desde el 26% hasta el 55% en ovinos; las herbáceas blandas, desde el 42% hasta casi el 90% y desde el 35% hasta el 81%, respectivamente. Los arbustos presentan coeficientes de degradabilidad altos (siempre superiores al 50%), tanto en ovinos como en llamas. Cabe destacar los altos niveles de degradabilidad obtenidos en los arbustos de la familia de las compuestas (> 77%). Sin embargo, este método podría ser poco adaptado para la determinación de la degradabilidad de las especies leñosas debido a pérdidas de partículas a través de la pared de la bolsa (Meuret, comm. personal; Tichit 1994).

En la figura 1 se observa una fuerte correlación entre los coeficientes de degradabilidad *in situ* de los forrajes nativos en llamas y ovinos ($r^2=0.96$). La regresión corrobora lo indicado por San Martín y Bryant (1987), que establecen que la superioridad digestiva de los camélidos es más acentuada para las dietas de baja calidad (incremento de la recta de regresión de 0.89).

Cuadro 11
Degradabilidad *in situ* de forrajes nativos del altiplano
por llamas y ovinos (% MS)

	Período húmedo			Período seco		
	Llama	Ovino	Dif.	Llama	Ovino	Dif.
<i>F. orthophylla</i>	52,8	39,1	+13,7	40,5	35,3	+ 5,2
<i>S. ichu</i>	43,4	40,3	+ 3,1	36,6	25,7	+10,9
<i>F. dolichophylla</i>	65,7	55	+10,7	50,5	49,9	+ 0,6
<i>C. heterophylla</i>	66,2	62,2	+ 4	41,6	35,2	+ 6,4
<i>P. candamoana</i>	67,1	58,12	+ 8,9	58,3	52,6	+ 5,7
<i>Gramadal</i>	87,5	81,1	+ 6,4	64,8	63	+ 1,8
<i>A. spinosissima</i>	59,8	53,9	+ 5,9	59,2	60,7	- 1,5
<i>T. cristatum</i>	67,2	61,4	+ 5,8	60,2	51,9	+ 8,3
<i>P. lepidophylla</i>	78,8	77,7	+ 1,1	82,3	80,6	+ 1,7
<i>B. incarum</i>	84,8	81,9	+ 2,9	91,5	88,1	+ 3,4

Nota: Dif.: diferencia

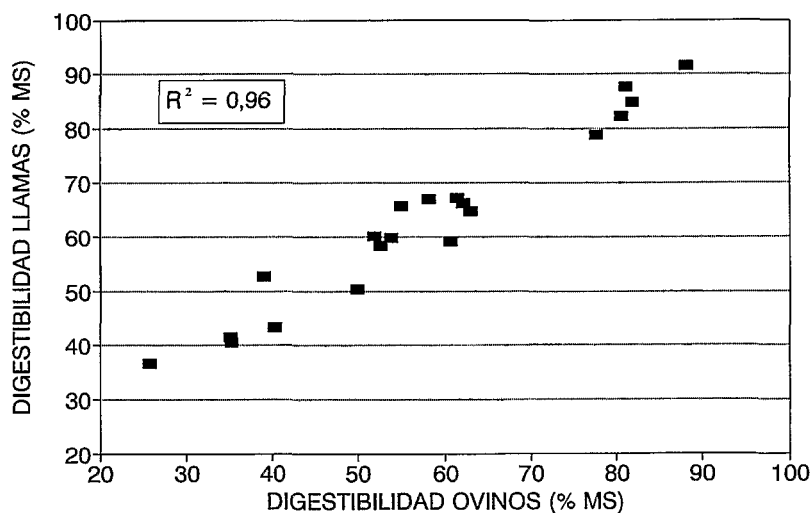


Figura 1
Relación entre la degradabilidad *in situ*
de forrajes nativos por llamas y ovinos

La degradabilidad de la materia seca de los forrajes en llamas y ovinos presenta una fuerte correlación respecto a su contenido en proteína ($r=0.93$ y 0.91 , respectivamente). La degradabilidad de la proteína cruda en el rumen varía entre valores negativos (ninguna utilización del nitrógeno alimentario) y valores de más del 60% (Cuadro 12). Parece también que los camélidos tuvieran una mayor capacidad digestiva de la misma, aunque los datos obtenidos son menos definitivos que en el caso de la degradabilidad de la materia seca. Cabe mencionar que la utilización metabólica de las materias nitrogenadas se realiza también, de manera importante, en el tracto intestinal, lo que impone cierta prudencia en cuanto a la evaluación del uso metabólico real de la proteína cruda proveniente de los forrajes. En el caso de la paja brava, Abasto (1993) encontró en una prueba de digestibilidad *in vivo*, valores más altos en los coeficientes de digestibilidad de la proteína cruda en época húmeda: 59,7% y 52,0% en llamas y ovinos, respectivamente.

Cuadro 12
Degradabilidad en el rumen de la proteína cruda de forrajes nativos por llamas y ovinos (%)

	Período húmedo		Período seco	
	Llama	Ovino	Llama	Ovino
<i>F. orthophylla</i>	48,3	44,8	40,8	29,4
<i>S. ichu</i>	58,8	46,6	12,4	0
<i>F. dolichophylla</i>	64,0	74,6	26,5	29,2
<i>C. heterophylla</i>	73,4	63,6	29,4	28,4
<i>P. candamoana</i>	62,2	57,4	50,8	52,7
<i>Gramadal</i>	75,6	61,2	61,9	53,6
<i>A. spinosissima</i>	30,0	37,4	0,0	0,0
<i>T. cristatum</i>	54,8	63,4	49,8	39,3
<i>P. lepidophylla</i>	75,7	75,2	50,0	54,4
<i>B. incarum</i>	56,2	27,3	36,0	25,2

ESBOZOS DE BALANCES NUTRICIONALES

En base a los datos obtenidos en cuanto a la composición botánica de la dieta, la composición química de los forrajes consumidos, los niveles de degradabilidad de los mismos y datos bibliográficos pertinentes, se pueden esbozar ciertas apreciaciones respecto a los balances nutricionales a los que estarían expuestos los animales de la zona. Cabe mencionar que los datos aquí presentados constituyen solamente un marco de referencia y no los resultados de estudios específicos realizados en condiciones completamente controladas. Si bien adolecen de cierto margen de imprecisión, son en cam-

bio aceptables para nuestro propósito: el de delimitar el origen y la magnitud de los problemas nutricionales a que están expuestos los animales al pastoreo en la zona del altiplano árido boliviano.

En cuanto concierne a los requerimientos energéticos, Engelhardt y Schneider (1977) estimaron en 61.2 kcal/kg $W^{0.75}$ los requerimientos en energía metabolizable (EM) para mantenimiento en llamas, mientras que para los ovinos serían de 98 kcal/kg $W^{0.75}$ (NRC 1975).

El cálculo del aporte dietético en energía metabolizable se realizó mediante la relación entre la EM y la materia orgánica digestible (MOD) propuesta por Morgan (1974):

$$EM \text{ (kcal)} = MOD \text{ (g)} * 4.4 \text{ kcal/g} * 0.82$$

El consumo diario total ha sido estimado en 2,5% y 1,5% de peso vivo en ovinos y llamas respectivamente (Farfan et al. 1986, San Martín y Bryant 1987, Villca 1993, Alvarez 1993), es decir, para ovinos de 20 kg de peso vivo y llamas de 90 kg, un consumo de 0,5 y 1,4 kg MS/día, respectivamente.

Los requerimientos energéticos en llamas están siempre satisfechos por las dietas seleccionadas en períodos húmedo y seco (132% y 104% de los requerimientos, respectivamente), mientras que la dieta de ovinos presenta un déficit energético en período seco (76% de los requerimientos; Figura 2). En realidad, los requerimientos energéticos de los animales son, seguramente, superiores a los indicados, debido a la exposición de estos a la intemperie y a que su desgaste energético en busca de alimentación son variables no consideradas aquí. Fierro y Bryant (1990) indican, para el caso de ovinos en pastoreo en los Andes, un incremento del 28% de los requerimientos de mantenimiento para las actividades de pastoreo; estos datos coinciden con los indicados por Favre (1979) en el caso de ovinos en libre pastoreo en los Alpes, los cuales están estimados en un 30% mayor a los determinados en condiciones experimentales.

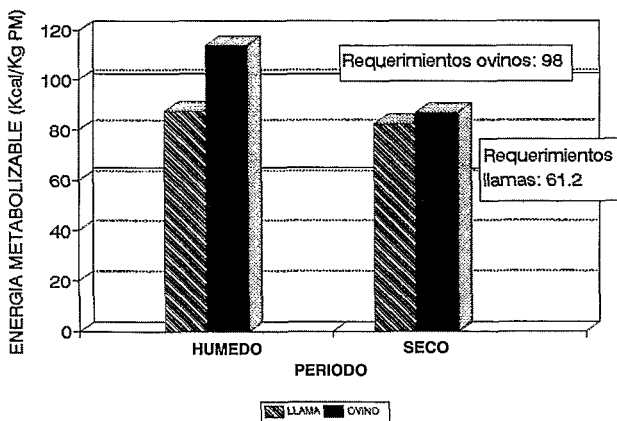


Figura 2
Aporte en energía metabolizable de la dieta

En cuanto a la **alimentación protéica**, la información es aún más escasa y más difícil de analizar. San Martín y Bryant (1989) reportan que existe solamente un estudio sobre los requerimientos nitrogenados en los camélidos: el de Huasasquiche (1974), quien determinó, para la alpaca, requerimientos de mantenimiento en nitrógeno digerible de 2.38 g/kg W^{0.75}. Preston (1966) encontró valores de 2.79 g/kg W^{0.75} en ovinos.

Las estimaciones realizadas en la zona de Turco se refieren a índices de degradabilidad de las materias nitrogenadas en el rumen, estas reflejan muy parcialmente el uso real que de ellas hace el animal. En efecto, una parte de las proteínas se utiliza solamente en los intestinos, sin llegar a tener degradación alguna en el complejo gástrico. Por esta razón, difícilmente podría este estudio presentar conclusiones definitivas en cuanto a la alimentación protéica. Así y todo, los datos obtenidos indican que los aportes en proteínas de la dieta digeribles en el rumen, en el período húmedo, alcanzan el 116% y el 111% de los requerimientos de camélidos (en base a los datos referentes a alpacas) y ovinos, respectivamente. En período seco, las concentraciones de proteínas de la dieta digeribles en el rumen no permiten cubrir los requerimientos ni del ovino ni de la llama (figura 3).

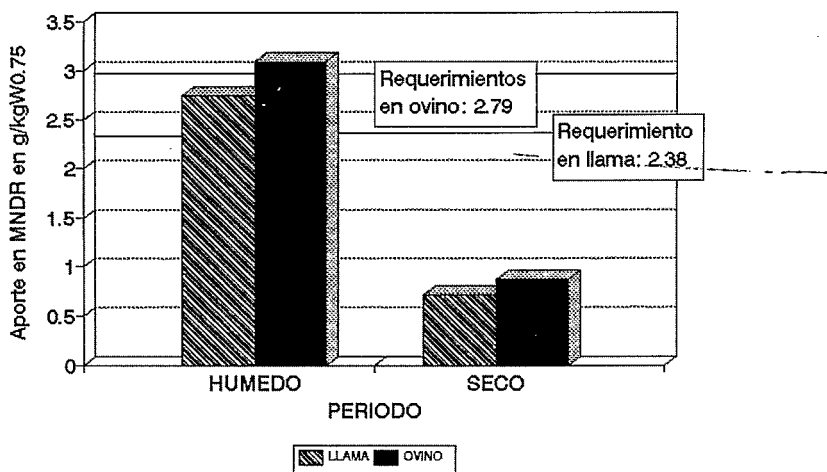


Figura 3
Aporte en materia nitrogenada digerible proveniente de la degradación en el rumen (MNDR)

Y la magnitud de los déficits aquí detectados sugiere la existencia de graves deficiencias en la alimentación protéica durante el período seco, las cuales podrían ser la causa principal de la baja productividad de los animales. Para ilustrar esto, San Martín (1991) estima, mediante balance nitrogenado, las concentraciones de proteínas crudas requeridas en la ración de llama para cubrir sus requerimientos de mantenimiento a 5,3%. En este estudio, las concentraciones en proteínas crudas de la dieta de las llamas fueron de 7,2% y 3,7% en período húmedo y seco, respectivamente. En ovinos estas cifras fueron de 8,4% y 4,2% respectivamente. En ambas especies,

la concentración de proteína cruda de la dieta en época seca podría ser un factor limitante de la ingestión de materia seca dado que se considera el valor de 7% como umbral crítico de nitrógeno fermentecible para asegurar a actividad microbiana en el pre-estómago de las especies rumiantes (Van Soest 1982, Jarrige 1980).

CONCLUSIÓN

Estos esbozos de balances nutricionales indican que los desequilibrios nutricionales son más acentuados en el ovino que en la llama. Los estados nutricionales de ambas especies sugieren (particularmente los de la oveja) que los animales apenas pueden sobrevivir. Ahora bien, cumplen un conjunto de funciones biológicas: reproducción, crecimiento, etc., que no hemos tomado en cuenta a nivel de sus requerimientos. Dado el valor nutritivo de la dieta seleccionada al pastoreo nos parece que los animales disponen de dos alternativas para producir y reproducirse en las condiciones del altiplano árido:

- aumentar su capacidad de ingestión, esto ha sido observado por Fierro y Bryant (1990) en praderas nativas de los Andes peruanos;
- transferir nutrientes por vía metabólica gracias a la movilización de las reservas corporales; es una capacidad muy característica del ovino bajo condiciones extensivas (Molenat et al.1993).

Estos aspectos deberán ser estudiados más detalladamente en llamas.

Dadas las condiciones ecológicas y socio-económicas de la zona, el margen de acción para resolver el déficit en energía y proteína en la dieta de los animales es relativamente estrecho, pero constituye, a nuestro juicio, un aspecto fundamental para promover una mejora en la productividad y reforzar la viabilidad de los sistemas de crianza del altiplano árido.