

**REGION DE LOS  
CAMELLOS SUDAMERICANOS:  
Estado de nuestro conocimiento**

**AUTORES**  
**Felipe San Martín**  
**Fred C. Bryant**

PA-ABE-263  
-1 6/1983

# NUTRICION DE LOS CAMELIDOS SUDAMERICANOS: Estado de nuestro conocimiento

**Autores:**

**Felipe San Martin<sup>1</sup>**

**Fred C. Bryant<sup>2</sup>**

**PROGRAMA COLABORATIVO DE APOYO  
A LA INVESTIGACION  
EN RUMIANTES MENORES**

**FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA  
INSTITUTO VETERINARIO DE INVESTIGACIONES  
TROPICALES Y DE ALTURA  
UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS**

**DEPARTMENT OF RANGE AND WILDLIFE MANAGEMEN  
COLLEGE OF AGRICULTURAL SCIENCES  
TEXAS TECH UNIVERSITY**

---

<sup>1</sup> Profesor asociado de la Facultad de Medicina Veterinaria e Investigador del Instituto Veterinario de Investigaciones Tropicales y de Altura (IVITA) de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima, Peru.

<sup>2</sup> Profesor, Department of Range and Wildlife Management, Texas Tech University e investigador Principal del Programa Colaborativo de Apoyo a la Investigacion en Rumiante Menores.

***Programa Colaborativo de Apoyo a la Investigacion en Rumiantes Menores.***

***United States Agency for International Development, Grant DSAN/XII-G-0049.***

***Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias y AgroIndustrial.***

6

## CONTENIDO

	<u>Paq.</u>
INTRODUCCION.....	1
INFORMACION GENERAL.....	1
SISTEMA DIGESTIVO:ESTRUCTURA Y FUNCION.....	5
Cavidad Bucal.....	5
Glándulas Salivales.....	7
Estómago.....	8
Anatomía.....	8
Glándulas Estomacales.....	10
Motilidad.....	11
Fermentación.....	12
Tiempo de Retención del Alimento en el Tracto Digestivo.....	15
DIGESTIBILIDAD.....	17
SELECTIVIDAD.....	28
Composición Botánica de la Dieta.....	28
Composición Nutritiva de la Dieta.....	41
CONSUMO.....	44
FACTOR DE CONVERSION PARA LA ESTIMACION DE LA CARGA ANIMAL.....	50
REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES.....	51
Nitrógeno.....	51
Energía.....	52
Minerales y Vitaminas.....	53
CONSIDERACIONES FINALES.....	56
REFERENCIAS.....	58

# **NUTRICION DE LOS CAMELIDOS SUDAMERICANOS: Estado de nuestro conocimiento.**

## **INTRODUCCION**

La importancia económica y social que tienen los camélidos sudamericanos (CSA) en la población de los altos Andes es bien documentada. En la mayoría de las comunidades alto andinas la población depende de la producción de lana y carne generada mayormente por alpacas y llamas, entre los camélidos sudamericanos, y ovinos.

Varios investigadores e instituciones (nacionales e internacionales) han producido valiosos aportes sobre los CSA en diferentes áreas del conocimiento. Sin embargo, sobre aspectos relacionados con la nutrición de estos animales así como en lo referente a sus similitudes o diferencias con los rumiantes avanzados (ovino, vacuno), con quienes comparten los recursos de la región del Altiplano, la información disponible además de ser escasa no ha sido ampliamente distribuida. Es por lo tanto propósito de los autores hacer una revisión de los avances en este tópico con la esperanza de estimular investigaciones enfocadas en la nutrición de los CSA.

## **INFORMACION GENERAL**

La llama (Lama glama), la alpaca (Lama pacos), el guanaco (Lama guanicoe) y la vicuña (Lama vicuqna) forman el grupo conocido como camélidos sudamericanos o camélidos del nuevo mundo. De estas cuatro especies, las dos primeras son

domesticadas.

Los camélidos sudamericanos (CSA) pertenecen a la familia Camelidae del orden Artiodactyla (ungulados) y al infraorden Tylopoda; mientras que los vacunos y ovinos (rumiantes avanzados) pertenecen al infraorden Pécora. Los CSA y los camélidos del viejo mundo (Camelus dromedarius and Camelus bactrianus) provienen de un ancestro común en Norte América hace 16 millones de años. Los ancestros del CSA migraron a través del Istmo de Panamá a Sudamérica al inicio de la edad de hielo.

La población y distribución de los CSA se muestran en el Cuadro 1. Estos animales se encuentran mayormente en cuatro países: Perú, Bolivia, Argentina y Chile. La más grande población de llamas y alpacas se encuentra en la región del Altiplano de Bolivia y Perú.

Las alpacas son criadas principalmente para la producción de fibra. Hay dos variedades de alpacas, huacaya y suri. La variedad huacaya es la más común y se caracteriza por tener su fibra bastante ondulada pareciéndose mucho a la lana del ovino de la raza Lincoln. La fibra de la variedad suri es mucho menos ondulada. El peso promedio adulto para las variedades huacaya y suri es 62 y 64 kg, respectivamente (Condorena 1980). La carne de alpaca es una importante fuente de proteína en la dieta del la poblador alto andino.

Las llamas son animales altos y robustos alcanzado aproximadamente 120 cm de altura y 110 kg de peso vivo. La

Cuadro 1. Población (miles) y distribución de los Camélidos Sudamericanos.

---

---

País	Llama	Alpaca	Vicuña	Guanaco
Perú	900.0	3020.0	50.0	5.0
Bolivia	2500.0	300.0	2.0	0.2
Argentina	75.0	0.2	2.0	109.0
Chile	85.0	0.5	1.0	13.0
Colombia	0.2			
USA	3.0			

---

Fuente: Novoa y Wheeler (1984)

llama es usada principalmente como animal de carga. Casi toda la carne proveniente de la llama es consumida por la población alto andina. El cuero es usado para la fabricación de calzado y bolsas. La fibra es larga y gruesa variando de color desde el blanco al negro y es usada para hacer ponchos y frazadas.

La alpaca y la llama ocupan mayormente las partes altas de la Cordillera Andina en el sudeste peruano conocido con el nombre de "Altiplano". El Altiplano esta situado sobre los 3800 m sobre el nivel del mar y se caracteriza por tener estacionalmente bajas temperaturas e intensa radiación solar. La precipitación es errática y limitada. Aproximadamente 75% de la precipitación anual se produce durante los meses de Diciembre a Marzo, con un periodo relativamente corto de crecimiento. Durante la estación seca (Mayo a Octubre) la precipitación es escasa y la producción de forraje es minima. En estas elevaciones menos del 5% de la tierra es apropiada para cultivo (Gilles 1980); el resto es usada para ganadería y animales de vida silvestre. La vegetación dominante son gramíneas amacolladas conocidas localmente como "ichu". Esta vegetación pertenece a los géneros Stipa, Festuca y Calamagrostis.

El sistema de producción ganadera en el Altiplano es extensiva predominando los CSA domésticos y ovinos. Actualmente en el Altiplano peruano el 100% de llamas y 80% de alpacas estan bajo el control de las comunidades y

pequeños y medianos criadores. El resto de alpacas son mantenidas en grandes hatos que pertenecen a organizaciones creadas en el Perú por el programa de reforma agraria de la década del 70. Fernández Baca (1975), señala que aproximadamente 200 mil familias de campesinos dependen de alguna manera de la crianza de alpacas.

El guanaco y la vicuña son animales de vida silvestre y ambos son sedentarios y migratorios. El guanaco es encontrado principalmente en los valles de la Patagonia (Chile y Argentina), aunque se pueden hallar pequeños hatos en las cordilleras peruanas y bolivianas. El guanaco tiene el mismo tamaño corporal de la llama y su color es rojizo-marrón. La piel es usada para fabricar frazadas, mantas y calzado.

La vicuña se localiza en los altos andes del sudeste peruano y boliviano, aunque es posible encontrarla en el noreste de Chile y Argentina. Es el más pequeño de los CSA, y es valorada por su lana y piel. La lana es muy corta y fina.

## **SISTEMA DIGESTIVO: ESTRUCTURA Y FUNCION**

### **Cavidad Bucal**

Los labios de los CSA son relativamente delgados. El labio superior es dividido por un surco medio (labio leporino) y el labio inferior es relativamente grande. Los labios son móviles permitiéndoles mejorar su capacidad

selectiva.

Con respecto a la fórmula dental, estos animales exhiben una diversidad de formas relacionadas con el procesamiento del alimento y funciones de defensa. Wheeler (1982) en 235 mandíbulas de alpacas, llamas e híbridos alpaca-vicuña de edades conocidas, desarrolló fórmulas dentales para la dentadura temporal y permanente de estos animales. En CSA muy jóvenes todos los dientes temporales, excepto los caninos, están presentes al nacimiento. La edad en la cual los incisivos temporales son reemplazados por los permanentes es muy similar en hembras y machos, completando su desarrollo, en ambos casos, a la edad aproximada de 4.5 años.

Los incisivos localizados en la parte delantera de la mandíbula inferior tienen superficies cortantes en forma de cuña que permiten cortar las plantas al hacer presión contra la almohadilla dentaria localizada en la parte delantera de la mandíbula superior. Los caninos son más grandes en los machos que en las hembras y son los únicos indicadores de sexo conocidos. Esta diferencia de tamaño en los caninos está relacionada al hecho de que en los machos estos dientes son usados principalmente como armas en la lucha para establecer su dominancia y no para procesar el alimento (Wheeler 1982).

Los premolares y molares juegan un rol importante en la eficiencia del corte y molido del alimento. Durante la masticación los movimientos mandibulares verticales y

horizontales permiten un eficiente molido del alimento conduciendo a una reducción del tamaño de la partícula.

### **Glándulas Salivales**

Las glándulas salivales en alpacas fueron descritas por De la Vega (1950) y Montalvo et al. (1967). Como en los rumiantes avanzados, las glándulas parótidas son serosas y las otras son tanto mixtas (mucosa y serosa) como mucosas. Cavero (1970) estudiando los elementos tampones de la saliva secretada por las glándulas parótidas en alpacas encontró la misma composición dada para ovinos. Estudios sobre la secreción salival de estos animales señalan que, en términos generales, tanto la tasa de secreción como la composición de la saliva en los CSA es muy parecida a la de los rumiantes avanzados (Engelhardt y Sallmann 1972, Eckerlin y Stevens 1973, Engelhardt y Holler 1982).

Ortiz (1971) observó que mientras en la saliva de alpaca el pH y las concentraciones de iones fueron muy similares a las del ovino, el flujo salival de alpacas fue más alto que el del ovino. El mismo autor indica que la alpaca posee un mayor poder tamponante debido a su alta relación flujo salival y tamaño de los compartimentos 1 y 2 del estómago. Esta relación permitiría a los CSA tener una mayor concentración de los elementos y compuestos tampones por unidad de volumen del contenido estomacal.

## **Estómago**

### **Anatomía**

Vallenas et al. (1971) dividió el estómago de los CSA en tres compartimientos. Un pilar transversal divide el primer compartimiento (C1) en sacos craneal y caudal. El C1 es conectado hacia la derecha con el segundo compartimiento (C2) de menor tamaño. Estos animales tienen un surco ventricular, el que aparentemente tiene la misma función que el surco reticular en los rumiantes avanzados (Vallenas 1965). El surco ventricular es un simple labio muscular que va desde el saco craneal del C1 pasando por la curvatura menor del C2 y terminando en el tercer compartimiento (C3). El C3 es un compartimiento tubular ligeramente dilatado en su porción final.

Dos tipos de mucosas se hallan en la superficie interna del C1 y C2. Así, los sacos glandulares cubiertos por una mucosa glandular localizadas en la parte ventral; y la superficie expuesta cubierta por un epitelio escamoso estratificado localizada en la parte dorsal. En llamas alrededor de 6700 cm<sup>2</sup> de la superficie total del C1-C2 esta ocupada por el área glandular (Rubsamen 1976 citado por Engelhardt y Holler 1982).

La superficie del C3 esta cubierta con epitelio glandular. La parte terminal del C3 es bastante gruesa y corresponde al área de las glándulas gástricas. En esta parte terminal del C3 la mitad de la superficie esta cubierta

con epitelio fúndico y el resto, hacia la región del píloro con epitelio pilórico (Engelhardt y Rubsamen 1979). Luciano et al. (1980), Engelhardt y Holler (1982) y Engelhardt y Heller (1985) denominan a esta pequeña región distal del C3 "estómago terminal".

El C1, C2 y C3 representan el 83, 6 y 11% del volumen total del estómago, respectivamente (Vallenas et al. 1971). En la llama adulta el contenido en el C1-C2 representa el 15% y en el C3 del 1 al 2% del peso corporal (Engelhardt y Rubsamen 1979). Esquerre y Samaniego (1980) indican que en alpacas el C1, C2 y C3 representan 2/3, 1/12 y 1/4 del peso total del estómago, respectivamente. San Martín (1987) señala que en llamas el volumen del C1-C2, por unidad de peso metabólico, es menor que el volumen del retículo-rumen en ovinos.

Con respecto al desarrollo post-natal del estómago, Samaniego (1977) señala que alrededor de las 8 semanas de edad la proporción tisular de los compartimientos del estómago de tuis es similar al de las alpacas adultas. Por otro lado, el mismo autor señala que la actividad microbiana en estos animales es significativa a la edad de 12 semanas, la cual se relaciona con una disminución de los niveles de glucosa en la sangre, y un incremento en la producción de ácidos grasos volátiles y caída del pH en el C1-C2. Los niveles de glucosa en la sangre continúan disminuyendo hasta las 16 semanas alcanzando, a esta edad, el nivel de 97 mg%,

similar a los obtenidos en animales adultos (Vallenas 1956).

### **Glándulas Estomacales**

La mucosa glandular mucigenosa presente en todos los compartimientos del estómago (con excepción de la mucosa de la parte distal del C3, estómago terminal) tiene a pesar de diferencias en su arreglo la misma estructura (Cumming et al. 1972). Hansen y Schmidt-Nielsen (1957) y Schmidt-Nielsen (1964) postularon que la mucosa glandular en los camélidos funciona como accesorio de las glándulas salivales. De igual manera, Eckerlin y Stevens (1973) indican que los sacos glandulares secretan cantidades significativas de bicarbonato. Estos autores remarcan que la secreción de estos sacos pueden contribuir sustancialmente a la acción tamponadora de la digesta en el C1-C2.

Rubsamen y Engelhardt (1978) indican que la secreción de bicarbonato observada por Eckerlin y Stevens (1973) no ha sido posible ser vista en sus experimentos y por lo tanto ellos asumen, en base a la presencia de células absortivas en la superficie luminal mostrado por Cumming et al. (1972), que la principal función de esta región glandular en el estómago de los CSA es permitir una rápida absorción de solutos y agua. Los autores indican que la tasa de absorción en estos animales es alrededor de 2 a 3 veces mayor a la observada en el rumen de ovinos y cabras.

Engelhardt y Rubsamen (1979) sugieren que la rápida

absorción es facilitada por la periódica protusión de los sacos glandulares, cambiando de este modo la consistencia del semifluido presente en estas regiones. El contenido de la porción dorsal del C1 es relativamente seco. La parte ventral del C1 y C2 contiene una ingesta semifluida y acuosa. Con respecto al C3, la tasa de absorción es significativamente más alta que aquellas medidas en el omaso de ovinos y cabras aun considerando las diferencias en peso corporal (Engelhardt y Rubsament 1979).

### **Motilidad**

Varios investigadores han realizado detalladas descripciones de la motilidad del estómago en CSA (Vallenas y Stevens 1971a. Vallenas 1965, Engelhardt y Holler 1982, Engelhardt y Rubsamen 1979, Heller et al. 1984). Cada ciclo de contracciones empieza con la contracción del surco ventricular seguido por una simple y rápida contracción del C2; luego, el surco ventricular se contrae una vez más acompañado por una contracción de la porción caudal del C1. A esta secuencia de eventos Engelhardt y Holler (1982) denominan "contracciones A". Las siguientes, "contracciones B", consisten en contracciones de la porción craneal del C1, C2 y de la porción caudal del C1. Esta secuencia de movimientos se repiten de 2 a 7 veces.

En llamas y guanacos se ha encontrado que la duración de cada ciclo de contracciones es de 1-2 minutos durante

periodos de descanso, siendo más corto durante la ingestión de alimentos. Vallenas y Stevens (1971a) indican que la eructación ocurre en el pico de la contracción del saco caudal del C1 y puede ocurrir 3 a 4 veces en un simple ciclo de contracciones. Por otro lado, un simple ciclo de contracciones puede incluir tres ciclos completos de rumia. En general, el estómago de los CSA tiene una actividad más continua que la observada en los rumiantes avanzados. Engelhardt y Rubsamen (1979) señalan que las características de la motilidad en camélidos son muy diferentes a aquellos del retículo-rumen en los rumiantes avanzados, y, por lo tanto, cualquier analogía entre estas dos especies son difíciles de probar.

### **Fermentación**

La producción de ácidos grasos volátiles (AGV) asociada con la fermentación bacteriana en el C1 y C2 de la llama y el guanaco ha sido estudiada por Vallenas y Stevens (1971b). La concentración de AGV alcanza el más alto nivel entre las 1.5 y 2.0 h después de la iniciación del consumo de alimento. Vallenas et al. (1973a) estudiaron la producción de AGV y el pH en alpacas y ovinos sometidos al mismo régimen alimenticio en dos diferentes altitudes (a nivel del mar y a 3320 m sobre el nivel del mar).

En alpacas, a nivel del mar, Vallenas et al. (1973a) encontraron la misma respuesta obtenida por Vallenas y

Stevens (1971b) en llama y guanaco. A 3320 m el pico de la concentración de AGV en alpacas fue alcanzado 6 horas después de iniciado el consumo de alimentos. Asimismo, a esta altitud, los ovinos tuvieron una mayor tasa de fermentación inicial que las alpacas; sin embargo a nivel del mar no hubo diferencias entre especies. En ambas especies la magnitud de la fermentación fue siempre mayor a 3320 m que a nivel del mar. En ambas altitudes, la concentración de AGV en ovinos retornó mas rápido que en alpacas a los valores previos observados al inicio del consumo de alimentos.

Vallenas et al. (1973a) sugieren que la alpaca esta provista de mecanismos tamponantes mas eficientes que el ovino. Ellos se basan en el hecho de que el ovino y la alpaca a similares concentraciones de AGV poseyeron diferentes valores de pH, siendo el pH en ovinos más bajos que el de alpaca. Este factor permitiría a los CSA tener una mayor producción bacteriana debido a que las condiciones acidicas incrementan los requerimientos energéticos de mantenimiento de las bacterias presentes en el estómago y, además, las bacterias celulolíticas son más sensitivas y tienen una menor producción a bajos pH (Russell 1985).

Vallenas et al. (1973b) determinó la concentración total de AGV en la digesta gastrointestinal de 36 CSA (25 alpacas y 11 llamas). Ellos observaron una gran actividad fermentativa en los dos primeros compartimientos, asi como importantes concentraciones de ácidos grasos volátiles en la porción

proximal del C3, ciego y porción proximal del colon. Los autores indican que sus resultados en alpacas y llamas comparados con los datos disponibles para ovinos, vacunos y venados, sugieren que los CSA son más eficientes en la absorción de ácidos grasos volátiles.

Con respecto a la concentración de los diferentes AGV, Vallenas y Stevens (1971b) señalan que no existen mayores diferencias en las concentraciones de estos ácidos con aquellas observadas en los rumiantes avanzados. Engelhardt y Holler (1982) obtuvieron, en llamas alimentadas a nivel de mantenimiento, concentraciones de acetato, propionato y butirato de 68, 19 y 12%, respectivamente. Por otro lado, Dougherty y Vallenas (1968) señalan que, por unidad de peso corporal, la cantidad de gas eructada por alpacas es similar a la del vacuno. Esto último sugiere que no existen mayores diferencias entre los patrones fermentativos en los estómagos de estas dos especies.

Las similitudes en el proceso fermentativo en el estómago de los CSA y rumiantes avanzados son debidas a que los microorganismos, presentes en esta cámara de fermentación y que determinan el patrón fermentativo, son principalmente producto de la dieta consumida. Además, se ha señalado que la arquitectura y/o ecología gastrointestinal no juegan un rol directo en la selección microbial y su adaptación (Van Soest 1982).

## **Tiempo de Retención del Alimento en el Tracto Digestivo**

Estudios comparativos entre CSA y rumiantes avanzados señalan que los CSA retienen el alimento en el tracto digestivo por un mayor tiempo . Asi Florez (1973) encontró un mayor tiempo de retención del alimento en alpacas (50.3h) que en ovinos (43.2h). San Martín (1987), en un estudio comparativo entre llamas y ovinos usando Ytterbium como marcador de la fase sólida, señala un mayor tiempo de retención en llamas (62.3h) que en ovinos (40.9h). Asimismo Clemens y Stevens (1980), en un estudio comparativo entre 10 especies de mamíferos, encontró que las llamas retienen partículas grandes por un período de tiempo mayor que el vacuno y el caballo. Heller et al. (1986) señala que el tiempo de retención en llamas para partículas de 0.2-1.0 cm es de 52 h, mientras que para partículas de 2.5-4.0 cm es de 60 h.

Con respecto a la tasa de pasaje de la fase líquida en el C1-C2 de los CSA comparada a la de los ovinos, San Martín (1987) encontró una tasa de pasaje mas rápida en llamas (10.4 %/h) que en ovinos (7.7 %/h). Asimismo, Clemens y Stevens (1980) encontraron que las llamas poseen una tasa de pasaje más rápida de los fluidos y partículas pequeñas que el vacunos y el caballo. Heller et al. (1984) por otro lado, determinaron que los tiempos de retención de los fluidos en el C1-C2 y el tracto digestivo fueron de 9.7 y 36.2 h,

respectivamente. Maloy (1972) observó un flujo de la fase líquida más rápido en el estómago de camellos que en el de novillos de la raza Cebú.

La más rápida tasa de pasaje de la fase líquida en CSA comparada con la de los rumiantes avanzados, puede ser producto de la alta relación entre el flujo salival y el tamaño del C1-C2 en los CSA (Ortiz 1971). Así, Owens y Isaacson (1977) señalan que el principal determinante de la tasa de pasaje de la fase líquida parecería ser la cantidad de saliva deglutida. El menor tiempo de retención de la fase líquida en CSA podría traducirse en una mayor eficiencia del crecimiento microbial en el C1-C2, asegurando que solo una mínima cantidad de energía sea destinada para mantenimiento de la población microbiana (Isaacson et al. 1975, Hespel and Bryant 1979, Orskov 1982). Harrison et al. (1975) obtuvieron un incremento de hasta 25% en la eficiencia de la síntesis de proteína microbial debido al aumento de las tasas de pasaje de la fase líquida causada por la infusión de saliva artificial.

Las causas de las diferencias en el tiempo de retención de las fases líquida y sólida en el estómago de los rumiantes no son claramente entendidas. Se asume que en CSA y ovinos la función del canal entre C2 y C3 (retículo y omaso en ovinos), y la motilidad del C2 (retículo en ovinos) son los principales responsables de este transporte selectivo de la fase líquida y sólida.

Heller et al. (1984) remarcan que ambas especies tienen comparables mecanismos de succión en el canal omasal o canal del C3 en CSA. Aunque algunas analogías pueden existir entre CSA y ovinos en la habilidad para separar las partículas que pasan a través de este canal, estudios comparativos entre ambas especies, revisados previamente en este documento, indican que no solamente diferencias morfológicas (Vallenas 1971) e histológicas (Engelhardt y Holler 1982) existen en el estómago de ambas especies, sino también diferencias en la motilidad estomacal (Vallenas y Stevens 1971a, Heller et al. 1984, Kay et al. 1980). Por lo tanto, las tasa de pasaje a través del tracto digestivo en ambas especies serían reflejo de sus marcadas diferencias en la anatomía y fisiología digestiva.

### DIGESTIBILIDAD

Varias pruebas comparativas de digestibilidad in vivo han sido conducidas entre alpacas y ovinos (Fernández Baca y Novoa 1966, Bardales 1969, Oyanguren 1969, Duran 1970, Florez 1973, Huasasquiche 1974, San Martín et al. 1982a, San Martín et al. 1982b, Itusaca 1983, Chayna 1983) (Cuadro 2), así como entre llamas y ovinos (Riera y Cardozo 1970, Camargo y Cardozo 1971, Hintz et al. 1973, Engelhardt y Schneider 1977, San Martín 1987) (Cuadro 3). De los estudios comparativos entre alpacas y ovinos, solamente Fernández Baca y Novoa (1966) hallaron notorias diferencias entre ambas especies

Cuadro 2. Comparación de los coeficientes de digestión (Z) entre alpaca y ovino.

Dieta	Especies (n)	MS <sup>1/</sup>	MO <sup>2/</sup>	PC <sup>3/</sup>	EE <sup>4/</sup>	FC <sup>5/</sup>	ELN <sup>6/</sup>	NDT <sup>7/</sup>	Referencias
Avena heno	Alpaca (2)	75.1	-	54.8	69.9	77.5	83.2	77.8	Fernandez Baca y Novoa (1966)
	Ovino (2)	50.0	-	11.5	30.0	49.7	70.2	58.6	
Totora ( <u>Scirpus</u> sp)	Alpaca (3)	75.2	-	69.0	68.0	79.1	74.7	74.0	"
	Ovino (3)	57.9	-	55.0	49.6	66.4	60.8	60.5	
Alfalfa heno	Alpaca (4)	62.9	-	-	-	52.8	-	-	Eardales (1969)
	Ovino (4)	57.7	-	-	-	46.5	-	-	
Avena heno	Alpaca (4)	58.2	-	-	-	58.0	-	-	"
	Ovino (4)	57.7	-	-	-	51.6	-	-	
Avena ensilado	Alpaca (4)	58.6	-	-	-	58.5	-	-	Oyanguren (1969)
	Ovino (4)	54.8	-	-	-	56.9	-	-	
Totora ( <u>Scirpus</u> sp)	Alpaca (4)	54.7	-	-	-	56.9	-	-	"
	Ovino (4)	53.3	-	-	-	58.0	-	-	
Alfalfa heno	Alpaca (4)	63.9	68.7	-	-	-	-	-	Duran (1970)
	Ovino (4)	61.6	64.9	-	-	-	-	-	
Totora ( <u>Scirpus</u> sp)	Alpaca (4)	74.0	74.2	-	-	-	-	-	"
	Ovino (4)	69.9	70.0	-	-	-	-	-	
Alfalfa heno (entero)	Alpaca (2)	50.2	-	56.9	-	50.8	54.4	-	Florez (1973)
	Ovino (2)	50.8	-	51.7	-	52.8	57.4	-	
Alfalfa heno (picado)	Alpaca (2)	51.0	-	55.9	-	48.9	59.1	-	"
	Ovino (2)	52.0	-	60.0	-	50.8	60.3	-	

18

Cuadro 2. (Cont.)

Dieta	Especies (n)	MS <sup>1/</sup>	MO <sup>2/</sup>	PC <sup>3/</sup>	EE <sup>4/</sup>	FC <sup>5/</sup>	ELN <sup>6/</sup>	NDT <sup>7/</sup>	Referencias
Alfalfa heno (entero) + suplem.	Alpaca (2)	59.1	-	59.8	21.3	47.8	70.3	-	Florez (1973)
	Ovino (2)	63.9	-	59.5	20.2	54.9	74.9	-	
Alfalfa heno (picado) + suplem.	Alpaca (2)	61.6	-	58.3	42.8	47.5	74.0	-	"
	Ovino (2)	59.7	-	59.0	43.1	46.6	72.8	-	
Maiz forraje (picado) + suplem. (PC=6.5%)	Alpaca (2)	56.1	-	15.5	-	51.3	66.6	-	Huasaquiche (1974)
	Ovino (2)	55.0	-	36.6	-	49.5	61.7	-	
Maiz forraje (picado) + suplem. (PC=10.5%)	Alpaca (2)	60.2	-	61.4	-	56.0	66.8	-	"
	Ovino (2)	61.2	-	59.0	-	56.3	67.5	-	
Maiz forraje (picado) + suplem. (PC=14.0%)	Alpaca (2)	55.3	-	62.2	-	51.6	53.6	-	"
	Ovino (2)	57.0	-	62.0	-	54.5	60.3	-	
Maiz forraje (picado) + suplem. (PC=17.5%)	Alpaca (2)	52.2	-	53.0	-	47.4	57.3	-	"
	Ovino (2)	54.9	-	66.7	-	48.2	56.7	-	
Pastura nativa epoca seca	Alpaca (6)	61.7	63.9	32.0	55.8	73.2	65.0	64.7	San Martin, et al. (1982a)
	Ovino (6)	61.5	63.7	33.4	69.5	73.0	62.3	63.6	
Pastura nativa epoca lluviosa	Alpaca (6)	64.9	66.5	37.9	49.8	77.9	60.5	64.9	"
	Ovino (6)	59.7	61.3	39.7	45.2	74.8	52.8	59.6	

19

Cuadro 2. (Cont.)

Dieta	Especies (n)	MS <sup>1/</sup>	MO <sup>2/</sup>	PC <sup>3/</sup>	EE <sup>4/</sup>	FC <sup>5/</sup>	ELN <sup>6/</sup>	NDT <sup>7/</sup>	Referencias
<u>L. perenne</u> + <u>L. multiflorum</u> + <u>F. rubra</u> + <u>t. repens</u>	Alpaca (6)	78.6	81.7	68.0	46.5	82.1	85.2	75.4	San Martín, et al. (1982b)
	Sheep (6)	78.7	82.0	67.5	56.0	81.3	85.6	76.0	
<u>L. perenne</u> + <u>I. repens</u>	Alpaca (6)	79.1	81.6	74.3	68.7	85.6	82.8	76.5	"
	Sheep (6)	79.9	81.5	72.0	66.8	81.1	83.2	76.2	
Alfalfa + dactylis heno	Alpaca (3)	69.1	-	78.8	38.2	63.0	74.4	65.6	Itucasa (1983)
	Ovino (3)	69.1	-	78.0	30.8	61.9	75.3	65.1	
Avena heno, prefloracion	Alpaca (4)	60.3	-	29.9	-	24.2	73.7	59.4	Chayna (1983)
	Ovino (4)	65.0	-	40.5	-	38.8	74.6	63.4	
Avena heno, postfloracion	Alpaca (4)	56.0	-	14.6	-	47.1	69.3	56.5	"
	Ovino (4)	57.1	-	17.7	-	48.8	70.0	57.6	

<sup>1/</sup> Materia seca, <sup>2/</sup> Materia organica, <sup>3/</sup> Proteina cruda, <sup>4/</sup> Extracto etereo, <sup>5/</sup> Fibra cruda, <sup>6/</sup> Extracto libre de nitrogeno, <sup>7/</sup> Nutriente digestible total.

ca

Cuadro 3. Comparacion de los coeficientes de digestion (%) entre llama y ruminantes avanzados.

Dieta	Especies	(n)	MS <sup>1/</sup>	MO <sup>2/</sup>	PC <sup>3/</sup>	EE <sup>4/</sup>	FC <sup>5/</sup>	FLN <sup>6/</sup>	FDN <sup>7/</sup>	FDA <sup>8/</sup>	Celulosa	NDT <sup>9/</sup>	Referencias
Alfalfa ensilado	Llama	(16)	71.8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Riera y Cardozo (1970)
	Ovino	(16)	84.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Alfalfa heno	Llama	(4)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	61.4	Camargo y Cardozo (1971)
	Ovino	(4)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	53.8	
Cebada heno	Llama	(4)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	65.1	"
	Ovino	(4)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	46.2	
Alfalfa	Llama y Guanaco	(2)	71.5	-	74.7	-	-	-	69.4	61.0	77.6	-	Hintz, et al. (1973)
	Ovino	(2)	63.8	-	69.7	-	-	-	58.5	50.5	64.8	-	
Concentrado	Llama y Guanaco	(2)	78.0	-	69.2	-	-	-	58.6	38.7	47.2	-	"
	Ovino	(2)	71.3	-	63.1	-	-	-	44.7	34.0	39.4	-	
Concentrado	Llama	(8)	73.4	-	69.4	-	-	-	47.8	-	58.6	-	Hintz, et al. (1976)
	Bison	(1)	73.3	-	73.4	-	-	-	50.2	-	63.9	-	
Heno	Llama	(6)	-	63.2	60.9	53.1	62.9	67.7	-	-	-	-	Engelhardt y Schneider (1977)
	Ovino	(4)	-	64.8	47.7	51.6	62.0	69.1	-	-	-	-	
Concentrado 13%PC, 42%FDN	Llama	(5)	-	67.0	61.0	-	-	-	48.0	51.0	-	-	San Martín (1987)
	Ovino	(6)	-	65.0	58.0	-	-	-	31.0	41.0	-	-	
Concentrado 11%PC, 58%FDN	Llama	(5)	-	62.0	50.0	-	-	-	51.0	49.0	-	-	"
	Ovino	(6)	-	58.0	44.0	-	-	-	44.0	45.0	-	-	
Concentrado 12%PC, 68%FDN	Llama	(5)	-	58.0	52.0	-	-	-	53.0	55.0	-	-	"
	Ovino	(6)	-	52.0	49.0	-	-	-	42.0	47.0	-	-	

<sup>1/</sup>Materia seca, <sup>2/</sup>Materia orgánica, <sup>3/</sup>Proteína cruda, <sup>4/</sup>Extracto etereo, <sup>5/</sup>Fibra cruda, <sup>6/</sup>Extracto libre de nitrogeno, <sup>7/</sup>Fibra detergente neutro, <sup>8/</sup>Fibra detergente ácido, <sup>9/</sup>Nutriente digestible total.

(Cuadro 4). En el caso de estudios comparativos de digestibilidad in vivo entre llamas y ovinos, algunos señalan mayores coeficientes de digestión en llamas que en ovinos (Camargo y Cardozo 1971, Hintz et al. 1973, San Martín 1987), mientras que otros no hallaron diferencias entre estas especies (Hintz et al. 1976, Engelhardt y Schneider 1977).

Las discrepancias en la digestibilidad entre especies podrían ser atribuidas, en parte, al factor selectividad que no ha sido tomado en cuenta en algunos de los experimentos. San Martín et al. 1982b señalan que aunque las pruebas de digestibilidad realizadas en condiciones estabuladas limita la selectividad, los ovinos son capaces de ejercer un mayor proceso selectivo que las alpacas bajo estas condiciones. Van Soest (1982) señala que el alimento rechazado por un animal selector usualmente contiene un mayor nivel de partes lignificadas, remarcando que si este factor no es cuantificado y corregido, erróneamente podrían considerarse coeficientes de digestión más altos en los animales que practican una mayor selección.

Otra razón para estas discrepancias encontradas en los coeficientes de digestión entre estas especies podría ser atribuida a la calidad de los alimentos usados en estos experimentos. Así San Martín et al. (1985), en una revisión de pruebas comparativas de digestibilidad in vivo entre alpacas y ovinos, dividieron las pruebas de digestibilidad en aquellas en que el alimento suministrado tenía menos de 7.5%

Cuadro 4. Sumario de estimaciones comparativas de digestibilidad en alpaca y ovino.

Dieta	Magnitud de diferencia en digestibilidad*		Referencias
	MS <sup>1/</sup>	FC <sup>2/</sup>	
Avena heno	25.1	27.9	Fernandez Baca y Novoa (1966)
Totora ( <u>Scirpus</u> sp.)	17.2	12.7	"
Avena heno	0.5	6.4	Bardales (1969)
Alfalfa heno	5.2	6.3	"
Avena ensilado	2.8	1.6	Oyanguren (1969)
Totora ( <u>Scirpus totora</u> )	1.4	-1.0	"
Alfalfa heno	-0.6	-2.0	Florez (1973)
Alfalfa heno (picado)	-1.0	-2.0	"
Alfalfa heno + conc.	-4.8	-7.1	"
Alfalfa heno (picado) + conc.	1.9	0.9	"
Maiz forraje + conc. (6.5% PC)	1.1	1.8	Huwasquiche (1974)
Maiz forraje + conc. (10.5% PC)	-1.0	-0.5	"
Maiz forraje + conc. (14% PC)	-1.7	-2.9	"
Maiz forraje + conc. (17% PC)	-2.7	-0.8	"
Pastura nativa (4.4% PC)	0.2	0.2	San Martin, et al. (1982a)
Pastura nativa (3.2% PC)	5.2	3.1	"
Pastura cultivada (10.9% PC)	0.1	0.9	San Martin, et al. (1982b)

Cuadro 4. (Cont.)

Dieta	Magnitud de diferencia en digestibilidad*		Referencias
	MS <sup>1/</sup>	FC <sup>2/</sup>	
Pastura cultivada (14% PC)	-0.8	4.5	San Martín, et al. (1982b)
Alfalfa + Dactylis heno	0.0	1.1	Itusaca (1983)
Avena heno, prefloracion	-4.7	-14.6	Chayna (1983)
Avena heno, postfloracion	-0.9	-1.7	"
Alfalfa heno	2.3	--	"
Totora ( <u>Scirpus</u> sp.)	4.3	--	"

\* [Coeficiente de digestión en alpaca - coeficiente de digestión en ovino].  
<sup>1/</sup> Materia seca  
<sup>2/</sup> Fibra cruda

de proteína cruda y, aquellas en que el contenido proteico fue mayor de 10.5% (Cuadro 5). En las dietas con menos de 7.5% de proteína cruda las diferencias en digestibilidad entre alpaca y ovino fueron mayores y favorables a la alpaca; mientras que en las dietas con niveles mayores de 10.5% de proteína cruda no hubo diferencias entre especies.

Adicionalmente, San Martín (1987) en una prueba comparativa de digestibilidad in vivo entre llamas y ovinos, donde diferentes calidades de dietas fueron ofrecidas, encontró mayores coeficientes de digestión en llamas que en ovinos para dietas de baja y mediana calidad; así como comparables coeficientes de digestión entre las dos especies para la dieta de alta calidad (Cuadro 6).

En conclusión, estos datos sugieren que los CSA son más eficientes que los ovinos en la digestión de alimentos de mediana y baja calidad. Esta mayor eficiencia digestiva en los CSA esta relacionada con el mayor tiempo de retención del alimento en el tracto digestivo (Florez 1973, San Martín 1987). Así, Blaxter (1963) señala que cuando el tiempo de retención de la digesta es incrementado hay una aparente mejora en la digestibilidad de los alimentos de baja calidad y que la digestibilidad de los alimentos de alta calidad son relativamente inafectados por el tiempo de retención.

Además del factor tiempo de retención, la mayor eficiencia de digestión en los CSA puede ser debida a la mayor frecuencia de contracciones en el estómago y ciclos de

Cuadro 5. Comparación de los promedios de coeficientes de digestión entre alpaca y ovino en función del nivel de proteína en los alimentos estudiados.

Indices	Proteína cruda en los alimentos, %							
	< 7.5				> 10.5			
	Pruebas n	Alpaca	Ovino	Diferencia (alpaca-ovino)	Pruebas n	Alpaca	Ovino	Diferencia (alpaca-ovino)
Materia seca	7	63.7 <sup>±</sup> 8.5	56.0 <sup>±</sup> 3.9	7.7	9	60.8 <sup>±</sup> 11.0	62.0 <sup>±</sup> 10.7	-1.2
Proteína cruda	5	42.1 <sup>±</sup> 2.0	36.1 <sup>±</sup> 15.6	6.0	9	60.0 <sup>±</sup> 7.3	61.9 <sup>±</sup> 5.9	-1.9
Fibra cruda	9	67.7 <sup>±</sup> 1.2	61.9 <sup>±</sup> 11.4	5.8	9	57.5 <sup>±</sup> 15.2	58.5 <sup>±</sup> 13.2	-1.9

90

Cuadro 6. Coeficiente de digestibilidad (%) de ovinos y llamas en función de la calidad de la dieta.

Coeficiente de digestión	Tratamientos <sup>1</sup>						E.S. <sup>2</sup>	Promedio		Significancia <sup>3</sup>
	Bajo		Medio		Alto			Ovino	Llama	
	Ovino	Llama	Ovino	Llama	Ovino	Llama		Ovino	Llama	
Materia orgánica	41	51	52	60	75	73	1.3	56	62	E** T** EXT*
Fibra detergente neutro	33	43	32	43	40	40	2.2	35	42	E** EXT*
Fibra detergente ácido	42	47	34	40	41	46	2.1	39	44	E* T*
Proteína cruda	19	24	37	38	73	68	1.9	43	43	T**

<sup>1</sup> Bajo: 7% de proteína cruda (PC) y 2.2 Mcal de energía digerible/kg de materia seca (ED)  
 Medio: 11% PC y 2.8 ED  
 Alto: 15% PC y 3.2 ED

<sup>2</sup> Error standard de los promedios

<sup>3</sup> E=especies, T=tratamientos, EXT=interacción entre especies x tratamientos, \*=P 0.05, \*\*=P 0.01

rumia, la más amplia relación flujo salival y tamaño del estómago y presencia de sacos glandulares en el estómago. Estas peculiaridades del sistema digestivo de los CSA les permitirían una más eficiente maceración, mezclado y absorción de la digesta. Por otro lado, la mayor digestibilidad de los alimentos de baja calidad por los CSA podría también deberse a la habilidad de estos animales de mantener una mayor concentración de NH<sub>3</sub> en el C1-C2 comparado con el ovino (Engelhardt y Schneider 1977, Hinderer y Engelhardt 1975). Esto proveería a las llamas más nitrógeno disponible para la síntesis microbiana, mejorando la digestibilidad.

## SELECTIVIDAD

### Composición Botánica de la Dieta

Los primeros estudios de dieta en alpaca fueron hechos por Tapia y Lascano (1970) mediante observación directa. Los autores observaron que la alpaca consume mayormente gramíneas altas en la estación de lluvia y gramíneas bajas en la estación seca. Las especies señaladas como preferidas fueron Festuca dolicophylla, Distichia muscoides, Trifolium amabile y Bromus unioloides.

Bryant y Farfan (1984) trabajando con alpacas hembras adultas y tuis (7-8 meses de edad) pastoreando una asociación Festuca-Calamagrostis, estimaron la composición botánica de la dieta seleccionada usando material fecal y la técnica

microhistológica. En alpacas adultas el consumo de gramíneas fue alto durante los meses secos, mientras que el consumo de plantas parecidas a las gramíneas (Juncaceae y Cipereaceae) estuvo inversamente relacionado al de la gramíneas. Las herbáceas incrementaron en la dieta al inicio de la época de lluvia.

Con respecto a la selección de partes de planta, las alpacas consumieron una alta proporción de hojas, proporción que se incrementó en los últimos meses de la época lluviosa. En caso de los tuis, ellos tuvieron una mayor selección de plantas parecidas a las gramíneas y herbáceas que las alpacas adultas. El patrón de consumo de hojas, tallos y semillas en tuis fue similar al de las alpacas adultas. Sin embargo, los tuis consumieron más semillas que las alpacas adultas durante los meses secos.

El primer estudio sobre composición botánica de la dieta en alpacas usando animales fistulados al esófago fue realizado por Barcena (1977), en un pastizal Festuca-Calamagrostis. Las especies más importantes seleccionadas durante la época lluviosa fueron: Hipochoeris estinophala (18%), Trifolium amabile (16%), Nothoscardium sp. (16%) y Eleocharis albibracteata (15%). En la estación seca fueron: Festuca dolichophylla (56%) y Calamagrostis vicunarum (28%).

Huisa (1985), trabajando con alpacas en un pastizal Festuca-Stipa, observó que la selección de gramíneas altas y

bajas incrementó y declinó, respectivamente, en los últimos meses de la estación seca. Las especies dominantes en la dieta fueron Festuca dolicophylla (21%), Muhlenbergia peruviana (20%), Festuca rígida (17%), y Stipa brachiphylla (15%).

Reiner y Bryant (1986) colectaron dietas de alpacas fistuladas al esófago durante los meses secos y lluviosos en un bofedal, caracterizado por una vegetación verde y crespitosa, y en un pastizal dominado por Festuca dolicophylla y Muhlenbergia fastigiata. En los últimos meses de la estación seca las dietas de alpacas en el bofedal fueron principalmente ciperáceas y juncáceas (78%), mientras que en el otro pastizal las dietas estuvieron mayormente constituidas por gramíneas (60%). Las herbáceas no contribuyeron en gran proporción en la dieta de los animales aunque fueron consistentemente consumidas en ambos sitios.

No existen trabajos en llamas sobre la composición botánica de la dieta. En el Altiplano peruano cerca del 70% de la ganadería esta en manos de pequeños criadores y pequeñas comunidades. Asimismo llamas y alpacas son criadas conjuntamente con ovinos. A pesar de esta realidad, son pocos los trabajos realizados enfocando comparaciones de la composición botánica entre estas especies que permitan entender las diferencias en la utilización del recurso forrajero disponible en el sistema.

Bryant et al. (1987) estudiaron la composición botánica

entre alpaca y ovino en la región del Altiplano del Perú en un pastizal dominado por Festuca dolichophylla. Los autores señalan que la alpaca seleccionó más gramíneas altas y menos gramíneas bajas que los ovinos. Las plantas parecidas a las gramíneas fueron importantes en la dieta de alpaca durante la época de lluvia (41%), mientras que en los ovinos estas fueron consumidas durante todo el año (24%).

El consumo de herbáceas fue relativamente constante a través de todo el año alcanzando niveles de aproximadamente 10%. Los más altos índices de similaridad entre las dietas de estas dos especies fueron alcanzadas durante los meses intermedios entre la estación seca y lluviosa (70%). Durante la estación seca y lluviosa el índice de similaridad fue 46 y 49%, respectivamente.

San Martín (1987) estudió la composición botánica de las dietas de llamas, alpacas y ovinos bajo condiciones de pastoreo en tres pasturas diferentes: pastura cultivada (Festuca rubra, Lolium perenne y Trifolium repens), y dos pastizales nativos dominados por Festuca dolichophylla (Fedo) y Festuca rígida (Feri). En la pastura cultivada los ovinos consumieron alrededor de 2.6 veces más leguminosas que los CSA (Fig. 1). La menor selectividad de leguminosas por los CSA podría explicar, en parte, el hecho de que en la literatura no se registran casos de timpanismo en estos animales pastoreando áreas con una alta proporción de leguminosas. En los pastizales nativos las llamas tuvieron

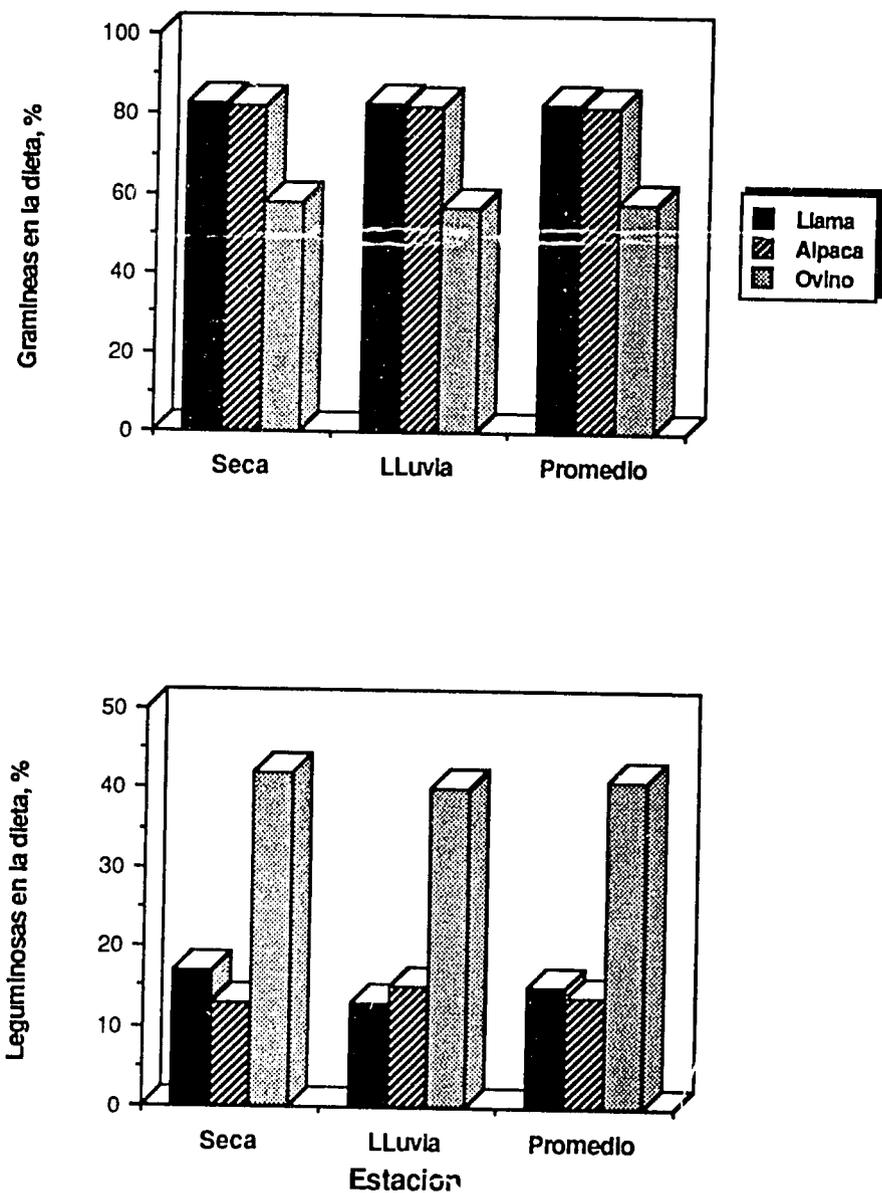


Fig. 1. Composicion botanica en las dietas seleccionadas por llama, alpaca y ovino en una pastura cultivada (Festuca rubra, Lolium perenne y Trifolium repens) durante las estaciones seca y lluviosa.

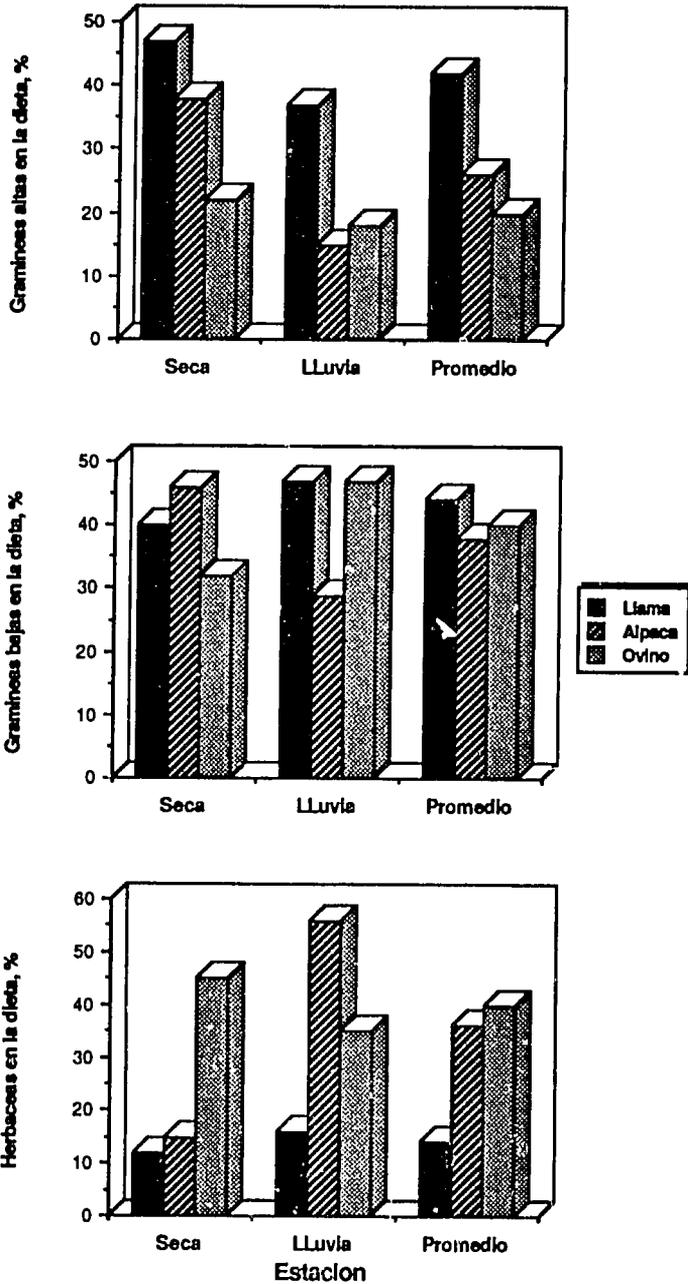


Fig.3. Composición botánica en las dietas seleccionadas por llama, alpaca y ovino en una pastura nativa dominada por *Festuca rigida* (Feri) durante las estaciones seca y lluviosa.

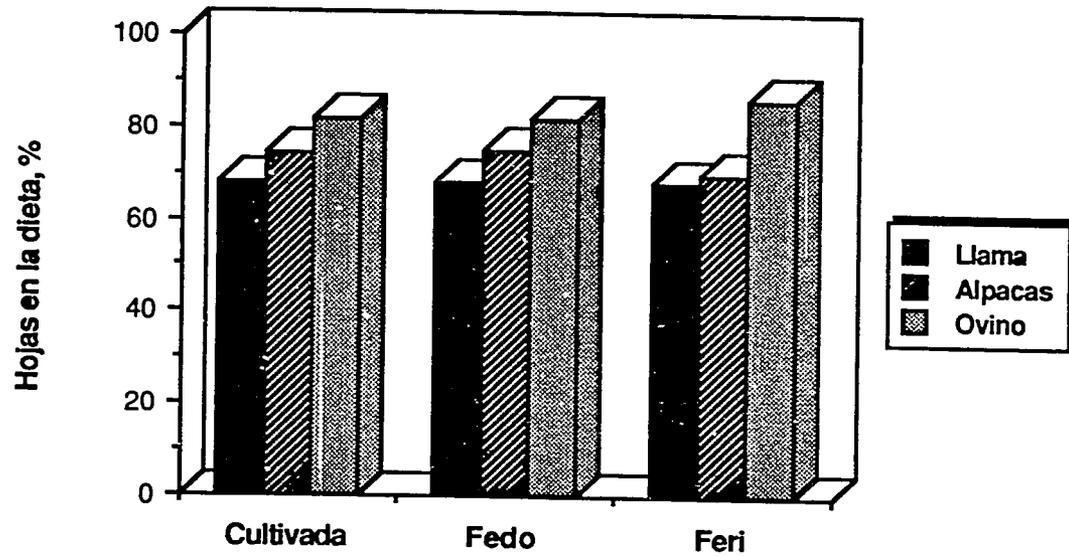


Fig.4. Selección de hojas en la dieta de llama, alpaca y ovino en una pastura cultivada y en pastizales naturales dominados por *Festuca dolichophylla* (Fedo) y *Festuca ridigia* (Feri).

1/65

arqueozoológicos, fisiológicos y etnohistóricos, sugieren que las llamas fueron criadas y mantenidas en la costa norte del Peru desde el horizonte temprano (600 años A.C.). Ellos indican que las llamas están fisiológicamente adaptadas a medios áridos y que la ausencia actual de estos animales en la costa peruana se debe a la competencia con los animales introducidos por los españoles. Es interesante anotar que las características selectivas en llamas, observadas por San Martín (1987), se asemejan a aquellas observadas en los camélidos del viejo mundo. Los camélidos del viejo mundo descartan la vegetación densa y suculenta y buscan pastos secos que generalmente son evitados por otros animales (Yagil 1985).

En el mismo estudio comparativo de la selectividad entre llamas, alpacas y ovinos, San Martín (1987) señala que los ovinos mostraron una menor y mayor selección para gramíneas altas (Fig. 2 y 3) y hojas (Fig. 4), respectivamente, que las alpacas y las llamas. Las alpacas, en general, tuvieron una selectividad intermedia entre llamas y ovinos para grupos y partes de planta (Fig. 2,3 y 4), enfatizando que esta especie es más selectiva que la llama.

Los resultados de San Martín (1987) así como los obtenidos por Reiner y Bryant (1986), Bryant y Farfán (1984) y Huisa (1986) indican que la alpaca es un animal altamente adaptable variando su selectividad de plantas en los pastizales nativos de acuerdo a la disponibilidad del

Cuadro 7. Índices de similaridad (%) entre las dietas de llamas, alpacas y ovinos en una pastura cultivada y en pastizales naturales dominados por Festuca dolichophylla (Fedo) y Festuca rígida (Feri).

Comparación	Pasturas					
	Cultivada		Fedo		Feri	
	Seca	Lluvia	Seca	Lluvia	Seca	Lluvia
Llama vs. Alpaca	99	94	67	59	84	51
Llama vs. Ovino	75	73	60	55	61	60
Alpaca vs. Ovino	76	74	83	61	70	59

forraje. Así, cuando la disponibilidad de gramíneas es alta y la disponibilidad de herbáceas y las plantas parecidas a las gramíneas es limitada, las gramíneas representan la mayor parte de la dieta. Por otro lado, cuando la disponibilidad de las herbáceas es alta, las herbáceas son importantes constituyentes de la dieta.

San Martín (1987) al estudiar los índices de similaridad entre las dietas de estas especies (Cuadro 7), señala que dichos índices de similaridad fueron altos en la estación seca entre las dietas de llama y alpaca en el pastizal dominado por Festuca rígida, mientras que en el pastizal dominado por la Festuca dolichophylla el índice fue alto entre las dietas de alpaca y ovino. Estos altos y cambiantes índices de similaridad entre especies, en las pasturas nativas, fueron atribuidos a la habilidad de la alpaca a cambiar sus preferencias por especies de plantas de acuerdo a la disponibilidad en el pastizal; así como, al hecho de que las llamas y ovinos seleccionaron las especies de sus preferencias aun cuando la disponibilidad de estas fue baja.

Las observaciones anteriores sugerirían que en un sistema de pastoreo complementario, llamas y ovinos ofrecen la mejor alternativa de utilizar eficientemente el recurso forrajero, mientras que las alpacas parecen ser más adecuadas para la utilización del pastizal con una sola especie animal.

Información sobre selectividad al pastoreo libre en vicuñas (Koford 1957, Malpartida y Florez 1980) y guanacos

(Raedecke 1978, Guerra y Murua 1981, Balmaceda 1979, Ortega 1985, Bahamonde et al. 1986) es muy limitada. Malpartida y Florez (1980), trabajando con vicuñas en la Reserva Nacional de vicuñas en Pampas Galeras, Perú, estimaron la composición de la dieta mediante el análisis microhistológico de las heces. Los autores señalan que la vicuña ejerce una gran selección de plantas pero que esta depende de la condición del pastizal. Así, en pastizal de muy pobre condición la selectividad de este animal es muy limitada.

Ortega (1985), trabajando con guanacos en el Parque Nacional de Torres del Paine, Chile, observó que estas especies ejercen una alta preferencia por gramíneas. Las arbustivas solo fueron consumidas cuando las gramíneas estuvieron cubiertas de nieve. Bahamonte et al. (1986), trabajando con guanacos en la Estancia Fortín de Chacabuco, Argentina, estimaron la selectividad de estos animales en Primavera y Verano. En ambas estaciones las herbáceas fueron las mayores constituyentes de la dieta, 44% en Primavera y 50% en Verano. En Primavera y Verano el consumo de gramíneas fue 32 y 18%, de arbustivas 14 y 15%, y de plantas parecidas a las gramíneas de 7 y 3%, respectivamente.

El análisis de heces por estos animales, depositadas a través del año, señalaron que las arbustivas fueron los mayores constituyentes de la dieta (30%), seguido por herbáceas (15%), gramíneas (15%) y plantas parecidas a las gramíneas (6%). Estos resultados muestran el extensivo uso

de árboles y arbustivas que el guanaco hace en los meses de invierno, una estrategia muy bien adaptada para zonas donde, durante el invierno, la nieve cubre parte de la vegetación.

Raedecke (1980) sugiere que el guanaco no es un animal especializado en la selección de su dieta debido a que, en la Patagonia, carece de la presión de otros grandes herbívoros. La llama, por otro lado, parece estar dentro del grupo de rumiantes clasificados como consumidores de forraje seco y fibroso, como Van Soest (1982) clasifica a los camélidos del viejo mundo. Así mismo, la alpaca, de acuerdo a su comportamiento alimenticio, estaría catalogado como un animal oportunista y clasificado dentro del grupo de animales intermediarios en la selección de forraje. Este grupo se caracteriza por usar una amplia variedad y tipos de vegetación.

#### **Composición Nutritiva de la Dieta.**

Existen pocos estudios sobre la composición nutritiva de la dieta seleccionada por estos animales bajo libre pastoreo. Reiner y Bryant (1986) y Huiza (1985), trabajando con alpacas, y Fierro et al. (1986) con llamas, indican que durante los meses secos la calidad de la dieta alcanza los valores más bajos en términos de proteína cruda y digestibilidad. Mientras que en la estación lluviosa estos indicadores de calidad alcanzan los niveles más altos. Reiner y Bryant (1986) sugieren que mejorando la nutrición proteica

en alpacas en la estación seca, los problemas relacionados con baja fertilidad podrían ser disminuidos. Los estudios sobre la calidad de dieta en ovinos en la región del Altiplano también son escasos. Aunque los estudios de Rojas (1977) y Fierro (1985) sugieren que la calidad de dieta en ovinos sigue las mismas variaciones estacionales observadas en llamas y alpacas.

San Martín (1987) trabajando con llamas, alpacas y ovinos pastoreando tres diferentes tipos de pasturas (Cuadro 8) encontró que las dietas de llamas tienen la más baja calidad nutricional, los ovinos la más alta, mientras que las alpacas fueron intermedias entre esta dos especies. La más alta calidad dietética observada en ovinos se debe a su mayor capacidad de selección comparada con la de la llama y alpaca (Sección 5.1). Así, los ovinos mostraron una mayor selección de hojas, herbáceas y gramíneas cortas, las cuales son de mayor calidad nutricional (Norton 1981, Ulyatt 1981). Por el contrario, las llamas mostraron una menor selectividad para estas especies y partes de plantas. La calidad de dieta en alpacas fue intermedia entre llama y ovino confirmando su mayor y menor capacidad para seleccionar que la llama y ovino, respectivamente.

La mayor capacidad selectiva de los ovinos, traducida en la mayor calidad nutricional de su dieta, es en parte explicada debido a su menor tamaño y alta tasa metabólica comparado con los CSA. La tasa metabólica de los animales

Cuadro 8. Composición nutritiva (%) de las muestras esofageales de llamas, alpacas y ovinos en una pastura cultivada, y en pastizales naturales dominados por Festuca dolichophylla (Fedo) y Festuca rígida (Feri).

Indíces	Pasturas								
	Cultivada			Fedo			Feri		
	Llama	Alpaca	Ovino	Llama	Alpaca	Ovino	Llama	Alpaca	Ovino
Digestibilidad <u>in vitro</u> de la materia seca	66.3 <sup>1</sup>	65.9	67.6	44.7	49.1	50.1	42.1	46.5	49.8
Proteína cruda	16.1	16.0	17.3	9.0	9.9	11.7	9.8	10.3	11.7
Fibra detergente neutro	52.4	55.2	54.6	70.1	67.4	67.8	76.7	70.4	63.7
Fibra detergente ácido	40.1	41.1	40.7	59.1	60.6	55.8	60.1	54.4	55.7

<sup>1</sup> Cada promedio incluye 5 animales y 2 estaciones (seca y lluviosa)

43

pequeños es mayor que la de los animales grandes por unidad de peso corporal y, por lo tanto, ellos requieren más proteína y energía por unidad de peso (Bell 1971, Schwartz y Ellis 1981). Así, es de esperarse que rumiantes de pequeño tamaño tengan estrategias alimenticias que les permitan ser más selectivos comparados con herbívoros grandes.

### CONSUMO

Información sobre consumo de forraje es una herramienta muy importante en la formulación de estrategias de manejo del pastizal y el ganado. La mayor parte de la información disponible sobre consumo en los CSA proviene de estudios comparativos con ovinos bajo condiciones estabuladas. Así, consumos comparativos entre alpacas y ovinos (Cuadro 9) y entre llamas y ovinos (Cuadro 10) muestran un consumo promedio de materia seca en alpacas y llamas de 1.8 y 2.0 % del peso vivo, respectivamente. El consumo promedio de materia orgánica por kg de peso metabólico (g/kg W.75) en llamas es de 53 (Cuadro 10). En general el consumo diario de los CSA es menor que el del ovino.

Estudios sobre consumo bajo condiciones de pastoreo son escasos (Cuadro 11). Con algunas excepciones, el consumo en la estación seca en la región del Altiplano fue similar o mayor que el consumo en la estación de lluvia. Este similar o menor consumo observado en la estación lluviosa, aun cuando la calidad de las dietas registrada en esta estación fueron

Cuadro 9. Comparaciones del consumo diario de materia seca como porcentaje del peso vivo en alpacas y ovinos bajo condiciones estabuladas citadas en la literatura.

Dieta	Animales n	Alpaca	Ovino	Diferencia <sup>1</sup> (%)	Referencias
Avena heno	2	1.60	2.27	30	Fernandez Baca y Novoa (1966)
Totora ( <u>Scirpus sp</u> )	3	1.25	1.42	12	"
Avena ensilado	4	1.08	2.01	46	Oyanguren (1969)
Totora ( <u>scirpus sp</u> )	4	1.31	2.09	37	"
Alfalfa heno (entero)	2	2.38	3.34	29	Florez (1973)
Alfalfa heno (partido)	2	2.40	2.35	-2	"
Alfalfa heno (entero+suplem.)	2	1.96	2.98	34	"
Alfalfa heno (partido+suplem.)	2	1.90	2.54	25	"
Maíz (forraje+suplem.) PC=6.5%	2	1.48	2.38	38	Huwasquiche (1974)
Maíz (forraje+suplem.) PC=10.5%	2	2.07	2.30	10	"
Maíz (forraje+suplem.) PC=14.0%	2	2.27	2.49	9	"
Maíz (forraje+suplem.) PC=17.5%	2	2.30	2.60	12	"
Pastura natural-epoca seca <sup>2</sup>	6	1.29	1.15	-12	San Martín et al. (1982a)
Pastura natural-epoca lluviosa <sup>2</sup>	6	1.51	1.23	-23	"
<u>L. perenne</u> , <u>L. multiflorum</u> , <u>F. rubra</u> , <u>T. repens</u>	6	2.10	2.90	28	San Martín et al. (1982b)
<u>L. perenne</u> , <u>T. repens</u>	6	2.30	2.60	12	"
Promedio ( $\pm$ DS)		1.83 $\pm$ 0.46	2.29 $\pm$ 0.61	20	

<sup>1</sup>(Consumo en alpaca-consumo en ovino/consumo en ovino)x 100

<sup>2</sup> Los autores señalan que el consumo en ovinos fue reducido debido a que la selectividad estuvo limitada.

145

Cuadro 10. Comparación del consumo diario de materia seca como porcentaje del peso vivo (PV) y consumo diario de materia orgánica por unidad de peso metabólico (PM, g/kgw<sup>0.75</sup>) en llamas y ovinos bajo condiciones estabuladas citadas en la literatura.

Dieta	Animales		Animales		Diferencia <sup>1</sup>	Referencias
	n	Llama	n	Ovino		
Alfalfa heno	16	1.8 PV	16	3.5 PV	49	Riera y Cardozo (1968)
Alfalfa ensilado	16	2.1 PV	16	4.3 PV	51	Riera y Cardozo (1970)
Alfalfa heno	4	2.2 PV	4	3.0 PV	27	Camargo y Cardozo (1971)
Cebada heno	4	1.9 PV	4	2.5 PV	24	Camargo y Cardozo (1971)
Concentrado, 7% CP <sup>2</sup> , 69% FDN <sup>3</sup>	5	55 PM	6	95 PM	42	San Martín (1987)
Concentrado, 11% PC, 55% FDN	5	58 PM	6	103 PM	44	San Martín (1987)
Concentrado, 15% PC, 27% FDN	5	54 PM	6	79 PM	32	San Martín (1987)
Concentrado, 13% PC, 42% FDN	5	53 PM	6	77 PM	31	San Martín (1987)
Concentrado, 11% PC, 58% FDN	5	50 PM	6	76 PM	34	San Martín (1987)
Concentrado, 12% PC, 68% FDN	5	47 PM	6	69 PM	32	San Martín (1987)

<sup>1</sup> (Consumo en llama-consumo en ovino/consumo en ovino)x 100

<sup>2</sup> Proteína cruda

<sup>3</sup> Fibra detergente neutro

de

Cuadro 11. Valores de consumo diario en llamas, alpacas y ovinos bajo condiciones de pastoreo citados en la literatura.

Tipo de forraje	Estación	Consumo diario <sup>1</sup>			Referencias
		Llama	Alpaca	Ovino	
<u>Festuca dolicophylla-</u> <u>Muhlenbergia fastigiata</u>	Seca	--	50.5 g MO/kgW <sup>.75</sup>	--	Reiner et al. (1987)
<u>Festuca dolicophylla-</u> <u>Muhlenbergia fastigiata</u>	Lluvia	--	44.3 g MO/kgW <sup>.75</sup>	--	"
<u>Festuca rígida</u>	Seca	42 g MO/kgW <sup>.75</sup>	--	--	Farfán et al. (1986)
<u>Festuca rígida</u>	Lluvia	40 g MO/kgW <sup>.75</sup>	--	--	"
<u>Festuca-Calamagrostis</u>	Seca	--	1.4 kg MS/animal	1.6 kg MS/animal	Espinoza (1975)
<u>Festuca dolicophylla-</u> <u>Calamagrostis vicunarum</u>	Seca tardío	1.9 kg MS/animal	1.2 kg MS/animal	--	Ravillet et al. (1985)
<u>Festuca dolicophylla-</u> <u>Calamagrostis vicunarum</u> y especies introducidas	Seca tardío	2.1 kg MS/animal	1.4 kg MD/animal	--	"
<u>Festuca dolicophylla-</u> <u>Plantago tubulosa</u>	Seca	--	59.4 g MS/kgW <sup>.75</sup>	--	Huisa (1986)
<u>Festuca dolicophylla-</u> <u>Plantago tubulosa</u>	Lluvia	--	51.7 g MS/kgW <sup>.75</sup>	--	"
<u>Festuca-Calamagrostis</u>	Seca	--	--	85.4 g MO/kgW <sup>.75</sup>	Fierro (1985)
<u>Festuca-Calamagrostis</u>	Lluvia	--	--	99.8 g MO/kgW <sup>.75</sup>	"
<u>Festuca dolicophylla</u>	Seca	40.3 g MS/kgW <sup>.75</sup>	35.8 g MS/kgW <sup>.75</sup>	54.8 g MS/kgW <sup>.75</sup>	San Martín (1987)
<u>Festuca dolicophylla</u>	Lluvia	33.6 g MS/kgW <sup>.75</sup>	54.0 g MS/kgW <sup>.75</sup>	61.2 g MS/kgW <sup>.75</sup>	"

41

Cuadro 11. (cont.)

Tipo de forraje	Estación	Consumo diario <sup>1</sup>			Referencias
		Llama	Alpaca	Ovino	
<u>Festuca rígida</u>	Seca	44.3 g MS/kgW <sup>.75</sup>	42.4 g MS/kgW <sup>.75</sup>	61.4 g MD/kgW <sup>.75</sup>	San Martín (1987)
<u>Festuca rígida</u>	Lluvia	39.7 g MS/kgW <sup>.75</sup>	41.2 g MS/kgW <sup>.75</sup>	48.6 g MS/kgW <sup>.75</sup>	"
<u>L. perenne, F. rubra</u>	Seca	67.0 g MS/kgW <sup>.75</sup>	61.8 g MS/kgW <sup>.75</sup>	94.2 g MS/kgW <sup>.75</sup>	San Martín (1987)
<u>y T. repens</u>	Lluvia	51.2 g MS/kgW <sup>.75</sup>	53.3 g MS/kgW <sup>.75</sup>	88.5 g MS/kgW <sup>.75</sup>	"

<sup>1</sup> Todos los valores de consumo fueron estimados usando la relación; excreción diaria de heces:indigestibilidad.

5

mayores que la de la estación seca, podría deberse a que los animales durante la estación seca incrementaron su capacidad gástrica en respuesta al consumo de forraje de baja calidad (Kahn y Spedding 1984, Chesson y Orskov 1984, McCollum y Galyean 1985).

Otro factor que podría explicar estas respuestas estacionales de consumo sería el alto contenido de agua de las plantas durante la estación de lluvia. Aunque la adición de agua por si misma tiene poco efecto sobre el consumo, debido a que es casi totalmente absorbida y removida del estómago (Holmes y Lang 1963), la retención de agua por medio de un efecto esponja en el componente fibroso de la planta podría ejercer un efecto inhibitorio del consumo (Van Soest 1982).

El consumo de materia seca en los CSA, por unidad de peso metabólico, bajo condiciones de pastoreo señaladas en la literatura va desde 38 a 67 g, dependiendo del tipo de pastura y de estación del año (Cuadro 11). Aquí también, como en los estudios de consumo bajo condiciones estabuladas, el consumo fue inferior en los CSA con respecto al de los ovinos. San Martín (1987) encontró que bajo condiciones de pastoreo, llamas y alpacas tienen el mismo nivel de consumo, siendo este inferior al de los ovinos en 36% bajo pasturas cultivadas y en 26% en pasturas nativas.

El menor consumo observado en los CSA con respecto a los ovinos es el resultado de factores asociados tales como; el

mayor tamaño corporal y el relativo menor requerimiento de energía en los CSA (Schneider et al. 1974, Engelhardt y Schneider 1977). Estos factores conllevarían a los CSA ser menos selectivos con respecto a partes de la planta que los animales pequeños (ovinos) y tener un menor potencial de consumo (Meyer et al. 1957, Jarman 1974); esta relativa menor capacidad selectiva en los CSA es reflejado en la mayor selección de tallos observado por San Martín (1987), en comparación al ovino. Los tallos (material fibroso) son retenidos por un mayor tiempo en el estómago que las hojas causando una reducción en el consumo (Minson 1981).

El menor volumen del C1-C2 en los CSA comparado al volumen del reticulo-rumen en ovinos, por unidad de peso metabólico, (Sección 3.3.1) y el mayor tiempo de retención de la digesta en el tracto digestivo de los CSA (Sección 3.4), son también factores que por estar alta y negativamente relacionados con el consumo (Allison 1985, Thornton y Minson 1972) determinaron el menor consumo que se registra en los CSA comparado con el del ovino.

#### **FACTOR DE CONVERSION PARA LA ESTIMACION DE LA CARGA ANIMAL**

Si se considera para ovino, llama y alpaca en la región del Altiplano los siguientes pesos adultos: 40, 65 y 108 kg, estos corresponderían, para propósitos comparativos a 15.9, 22.9 y 35.5 kg de peso metabólico, respectivamente. Los pesos metabólicos de alpacas y llamas representan de esta

manera 1.4 y 2.1 veces el peso metabólico del ovino (1.0). Asimismo, el peso metabólico de la llama es 1.5 veces el de la alpaca. Si además de la relación de pesos metabólicos entre estos animales se considera un consumo inferior al 30% en los CSA con respecto al ovino, en base a peso metabólico, el factor de conversión entre alpacas y llamas con el ovino sería de 1.0 para alpacas ( $1.4 \times 0.7$ ), y 1.5 para llamas ( $2.1 \times 0.7$ ), respectivamente.

Las relaciones, alpaca:ovino y llama:ovino, dados en el párrafo anterior son diferentes a los factores de conversión señalados en la literatura y usados en el Perú para estimar la carga animal en la región del Altiplano. Así, sin hacer una diferenciación entre alpacas y ovinos, las relaciones aplicadas van de 1.5 a 1.8 alpaca:sheep o llama:sheep. Es importante tener en cuenta que en estas relaciones no se incluyen características del forraje y del medio ambiente, por lo que los factores de conversión dados en este documento deben ser usadas únicamente como una de las varias herramientas en la determinación de la carga animal bajo condiciones de pastoreo.

## **REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES**

### **Nitrógeno**

Existe solamente un estudio sobre los requerimientos nitrogenados en CSA. Huasasquiche (1974) estimó en alpacas, mediante una prueba de balance nitrogenado, los

requerimientos de mantenimiento de este nutriente. El nitrógeno digerible y la proteína digerible requerida estimada fue de 0.38 y 2.38 g, respectivamente. El valor de proteína digerible requerida fue más bajo que aquel indicado para ovinos y vacunos productores de carne (2.79 g/kg W.75) (Preston 1966).

Engelhardt y Schneider (1977) trabajando con llamas alimentadas con dos dietas isocalóricas, una dieta control y otra baja en proteína, indicaron que las llamas alimentadas con la ración baja en proteína reciclaron más eficientemente úrea al tracto digestivo. Esta úrea fue utilizada en un 85% y excretada a través de la orina en menores cantidades que lo observado en ovinos y cabras sometidas al mismo régimen alimenticio, permitiéndoles contar con una mayor disponibilidad de nitrógeno para la síntesis proteica microbial.

Farid et al. (1979) señalan que los camélidos del viejo mundo tienen un mejor balance nitrogenado que los ovinos pero que esto es debido a la menor excreción de nitrógeno a través de las heces y orina, en lugar de una mayor eficiencia en el reciclado de úrea al estómago.

### **Energía**

Engelhardt y Schneider (1977) estimaron en 61.2 kcal/kg W.75 el requerimiento de energía metabolizable para mantenimiento en llamas. Este valor es más bajo que aquel

dado para ovinos por el NRC (1975) (98 kcal/kg W.<sup>0.75</sup>). Además, Schneider et al. (1974) señala que las llamas son capaces de reducir su metabolismo basal de 61 kcal/kg W.<sup>0.75</sup> a 52 kcal/kg W.<sup>0.75</sup> cuando el animal estuvo bajo restricción alimenticia. Esto valores son mucho más bajos que los señalados para los rumiantes avanzados.

Es importante tener en cuenta que estas preliminares estimaciones de requerimiento energético en los CSA han sido realizadas en condiciones de estabulación, condiciones que son extrañas a estos animales que pasan considerable tiempo buscando y seleccionando sus alimentos en condiciones de pastoreo. Consecuentemente, debido a la mayor actividad muscular durante el pastoreo los requerimientos de mantenimiento deben incrementar considerablemente. Osuji (1974) indica que el gasto energético en animales bajo condiciones de pastoreo podrían incrementarse en un 25 a 50% de aquel observado en animales bajo condiciones de estabulación.

#### **Minerales y Vitaminas**

No se han registrado casos de cuadros específicos de deficiencia mineral en CSA. En términos generales los desórdenes de la nutrición mineral van desde una aguda deficiencia mineral o cuadros de toxicidad, caracterizados ambos por marcados signos clínicos y cambios patológicos, a condiciones que son difíciles de diagnosticar y que se

expresan mediante vagos signos clínicos, insatisfactorio crecimiento y producción.

Los signos subclínicos tienen una gran importancia práctica debido a que pueden abarcar extensas áreas y afectar a un gran número de animales. Además, pueden ser confundidos con cuadros de deficiencia energética y/o proteica y cuadros de parasitismo (McDowell et al. 1984). En el caso de CSA, estos animales podrían caer en cuadros de deficiencia mineral subclínica donde el diagnóstico de la deficiencia específica es muy difícil de realizar.

Estudios sobre el contenido de minerales en las pasturas consumidas por estas especies señalan bajos contenidos de fósforo (P) y cobre (Cu) durante la estación seca (Kalinowski et al. 1970, Goyzueta 1972, Rosales 1979). San Martín y Campos (1982), determinaron el contenido de P y calcio (Ca) sérico en alpacas pastoreando pasturas cultivadas y nativas en la estación seca y lluviosa. Los valores más bajos de P sérico fueron obtenidos en animales pastoreando la pastura nativa en la estación seca (4.5 mg%). Los autores señalan que aunque este nivel está dentro de los valores dados como normales por Underwood (1981) para la mayoría de los animales domésticos, el 50% de los animales experimentales (15) tuvieron valores inferiores a 4.5 mg%. Los más bajos niveles de P sérico estuvieron altamente relacionados al bajo nivel de P en la pastura (0.07%). En el caso de Ca sérico el promedio fue de 10.5 mg% y no mostró cambios debidos al tipo

de pastura y la estación del año. Lombardi (1958), trabajando también con alpacas adultas, encontró valores de 9.5 y 6.3 mg% de Ca y P sérico, respectivamente. Por otro lado, Rosales (1979) determinó en alpacas valores de 7.5 y 6.6 mg% para Ca y P sérico, respectivamente.

Rosales (1979) al estudiar la concentración de Cu en hígados de alpacas aparentemente normales encontró concentraciones de 48 mg%. Aunque las concentraciones tisulares de Cu están influenciada por la proporción dietética de molibdeno y azufre, niveles de Cu de 25 a 75 mg% en el hígado de otros rumiantes constituye un elemento válido para el diagnóstico de deficiencia de Cu (McDowell et al. 1984). Asimismo cabe agregar que en nuestra propia experiencia, cuando hemos tratado de suplementar con sulfato de cobre, las alpacas muestran una alta susceptibilidad a la intoxicación por Cu. Estos resultados sugieren que esta especie presenta ciertas particularidades en la nutrición de este mineral diferentes a las de otros rumiantes.

Es importante remarcar que los CSA son incapaces de lamer y los varios esfuerzos que se han hecho para suministrar sales minerales no han tenido el éxito esperado (Acuña 1980, comunicación personal). Asimismo en nuestros estudios bajo condiciones estabuladas las sales minerales suplementadas no fueron consumidas. Por lo tanto, cualquier suplemento de minerales, si es necesario, deberá hacerse incorporándolo directamente en la dieta.

Tampoco existe información sobre cuadro de deficiencia vitamínica en CSA. Sin embargo, asumimos que las vitaminas del complejo B son sintetizadas por la población microbiana en el tracto digestivo, como en otros rumiantes, en cantidad suficiente para cubrir sus requerimientos. Huancapaza (1975), estudiando el efecto de las vitaminas A, D, y ADE en alpacas preñadas, dos meses antes del parto, no encontró diferencias entre tratamientos en los pesos de las crías al nacimiento. Sin embargo, tuis a la edad de 2 y 4 meses cuyas madres fueron sometidas al tratamiento ADE mostraron mayores pesos corporales. Por otro lado, Mestas (1984) estudió el efecto de las vitaminas A, D y E sobre la fertilidad en alpacas no encontrando ningún efecto debido a los tratamientos.

### CONSIDERACIONES FINALES

La información revisada en este documento infiere que los CSA están bien adaptados a áreas donde la cantidad de forraje es limitada y los nutrientes se hallan altamente diluidos por carbohidratos estructurales que son difíciles de digerir. Estas características son propias de la vegetación presente región del Altiplano donde largos periodos de sequía durante el año (normalmente cada año tiene 4 meses secos), y frecuentes ciclos de años secos son comunes.

Bajo estas condiciones, debido a las características selectivas, reducido consumo, mayor tiempo de retención de la

digesta en su tracto digestivo , además de estar fisiológicamente adaptados para sobrevivir en zonas de gran altitud (Reynafarje 1975), los CSA son las especies mas apropiadas para utilizar la escasa y fibrosa vegetación presente en la región del Altiplano.

Por otro lado se traduce a lo largo de esta revisión, la necesidad de hacer mayores esfuerzos en investigaciones básicas y fundamentales en las áreas de la fisiología digestiva, comportamiento alimenticio y requerimientos nutricionales en estos animales, así como de su recurso alimenticio. Esta información nos permitirá tener una figura mas completa de su potencial productivo ayudando diseñar mejores estrategias de manejo y hacer efectivas recomendaciones.

## REFERENCIAS

- Allison, C. D. 1985. Factors affecting forage intake by range ruminants. A review. *J. Range Manage.* 38:305-311.
- Bahamonde, N., S. Martin y A.S. Pelliza. 1986. Diet of guanaco and red deer in Neuquen Province, Argentina. *J. Range Manag.* 39:22-24.
- Balmaceda, N. G. 1979. Composición de la dieta de guanacos en la zona de monte bajo en dos condiciones diferentes. IV. Conv. Intl. sobre camélidos sudamericanos. Punta Arenas, Chile. p17.
- Bardales, C. J. 1969. Estudio comparativo de la digestibilidad de la materia seca y fibra cruda entre alpacas y ovinos (*in vivo*) e (*in vitro*). Tesis. Fac. Med. Vet., Univ. Nac. Mayor de San Marcos. Lima, Perú.
- Barcena, E. 1977. Calidad de la dieta seleccionada al pastoreo por alpacas. Tesis. Univ. Nac. Tec. Altiplano. Puno, Perú.
- Bell, R. H. V. 1971. A grazing ecosystem in the Serengeti. *Sci. Amer.* 225:86-93.
- Blaxter, K. L. 1963. The energy metabolism of ruminants. London: Hutchinson Scientific and technical.
- Bryant, F. C. y R. D. Farfan. 1984. Dry season forage selection by alpaca (*Lama pacos*) in southern Peru. *J. Range Manage.* 37:330-333.
- Bryant, F.C., F. San Martín, R. Reiner y L.C. Fierro. 1987. Comparison of selectivity between alpaca and sheep on a *Festuca dolicophylla* range site in Peru. Abstract 40th. Annual meeting Society for Range Management. Boise, Idaho. p.236.
- Camargo, R. y A. Cardozo. 1971. Ensayo comparativo de la capacidad de digestión de la llama y la oveja. III Reunión Lat. Prod. Animal. Bogota, Colombia. R 18:46.
- Cardozo, A. 1954. Auquénidos. Centenario, La Paz, Bolivia.
- Cavero, J. R. 1970. Composición química de la saliva parotídea de la alpaca (*Lama pacos*). Tesis. Prog. Acad. Med. Vet., Univ. Nac. Mayor de San Marcos, Lima, Perú.

- Chayna, R. F. 1983. Digestibilidad comparativa de dos cosechas de heno de avena en ovinos y alpacas. Tesis. Univ. Nac. Tec. Altiplano. Puno, Perú.
- Chesson, A. y E. R. Orskov. 1984. Microbial degradation in the digestive tract. In. Straw and other fibrous by-products as feed. F. Sundstal and E. Owen (eds.). pp 305-339. Elsevier Science Publishes B. V. New York.
- Clemens, E. T. y C. E. Stevens. 1980. A comparison of gastrointestinal transit time in ten species of mammal. J. Agric. Sci., Camb. 94:735-737.
- Condorena, N. 1980. Algunos índices de producción de alpaca bajo el sistema de esquila anual establecido en La Raya. Rev. Inv. Pec. (IVITA), Univ. Nac. Mayor de San Marcos. Lima, Perú. 5:50-55.
- Cummings, J. F., J. F. Munnell y A. Vallenás. 1972. The mucigenous glandular mucosa in the complex stomach of two New World Camelids, the llama and guanaco. J. Morphol. 137:71-110.
- De La Vega, E. 1950. Aspectos histológicos del aparato digestivo de la alpaca. Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria, Lima, Perú. 5:163-187.
- Dougherty, R. W. y A. Vallenás. 1968. Quantitative study of eructated gas expulsion in alpacas. Cornell Vet. 58:3-7.
- Duran, A. H. 1970. Digestibilidad comparada entre ovinos y alpacas y algunas consideraciones en las equivalencias a unidades ovinos. Tesis. Univ. Nac. Tec. Altiplano. Puno, Perú.
- Eckerlin, R. H. y C. E. Stevens. 1973. Bicarbonate secretion by the glandular sacculles of the llama stomach. Cornell Vet. 63:436-445.
- Engelhardt, Wv. y R. Heller. 1985. Structure and function of the forestomach in camelids - A comparative approach. Acta Physiol. Scand., 124 Suppl. 542.
- Engelhardt, Wv. y H. Holler. 1982. Salivary and gastric physiology of camelids. Verh. Dtsch. Zool. Ges. 195-204.
- Engelhardt, Wv. y H.P. Sallmann. 1972. Resorption and sekretion im pansen des guanacos. (lama guanaco). Zbl. Vet. Med. A19, 117-132.

- Engelhardt, Wv. y K. Rubsamen. 1979. Digestive physiology of camelids. The workshop of camels. Khartoum, Sudan. p. 307-346.
- Engelhardt, Wv. y W. Schneider. 1977. Energy and nitrogen metabolism in the llama. An. Res. and Develop. 5:68-72.
- Espinoza, L. 1975. Determinación del valor nutricional de la dieta de ganado pastoreando en Puno. Tesis. Univ. Nac. Tec. Altiplano. Puno, Perú.
- Esquerre, C. J. y Samaniego, L. 1980. Peso relativo del tejido del tracto alimenticio de la alpaca adulta (Lama pacos). Rev. Inv. Pec. (IVITA). Univ. Nac. Mayor de San Marcos. Lima, Perú. 5:3-9.
- Farfán, R., L.C. Fierro, T. Huisa, A. Rosales y F.C. Bryant. 1986. Consumo voluntario de forraje de llamas (Lama glama) en pastoreo en un pastizal andino del sur del Perú. In: Investigación sobre pastos y forrajes de Texas Tech University en el Perú. pp 89-98. L.C. Fierro and R. Farfán (eds.). Technical Article T-9-468. Col. Agric. Sci., Texas Tech Univ., Lubbock.
- Farid, M.F.A., S.M. Shawket y M.H.A. Abdel-Rahman. 1979. Observation on the nutrition of camels and sheep under stress. The Workshop of Camels. Khartoum, Sudan. p.125-170.
- Fernández Baca, S. A. 1975. Alpaca raising in the high Andes. World Anim. Rev. FAO, United Nations. 14:1-8.
- Fernández Baca, S. y C. Novoa. 1966. Estudio comparativo de la digestibilidad de los forrajes en ovino y alpacas. Rev. Fac. Med. Vet., Univ. Nac. Mayor de San Marcos. Lima, Perú. 18-20:88-96.
- Fierro, L. C., T. Huisa, A. Rosales y C. Schreiber. 1986. Valor nutricional de la dieta de llamas (Lama glama) en pastoreo durante la época de sequía y la época de lluvias en el sur del Perú. In: Investigación sobre pastos y forrajes de Texas Tech University en el Perú. pp 119-122. L.C. Fierro and R. Farfán (eds.). Technical Article T-9-468. Col. Agric. Sci., Texas Tech Univ., Lubbock.
- Fierro, L. C. 1985. Forage intake, diet composition and bioenergetics of grazing sheep in southern Peru. Ph.D. Diss., Texas Tech. Univ., Lubbock.

- Florez, J. A. 1973. Velocidad de pasaje de la ingesta y digestibilidad en alpacas y ovinos. Tesis. Prog. Acad. Med. Vet., Univ. Nac. Mayor de San Marcos, Lima, Perú.
- Franklin, W. L. 1982. Biology, Ecology and relationship to man of the South American Camelids. In: Mammalian Biology in South. M.A. Mares and H.H. Genoways (eds.). pp 457-489. The Pymatuning Symposia in Ecology, Pittsburgh.
- Gilles, J. 1980. Andean peasant economics and pastoralism. Small Ruminants CRSP, Dept. of Rural Sociology, Univ. Miss.-Columbia. Columbia, Missouri. Pub. # 1, 135p.
- Goyzueta, J. 1972. Composición química de forrajes de la sierra central, época de verano. Interrelación azufre-cobre-molibdeno. II Reunión de especialistas e investigadores forrajeros del Perú. Arequipa, Perú. Resumen. p. 27.
- Guerra, F. R. y Murua. 1981. Hábitos alimenticios de los guanacos. Parque Nac. Conguillo. IV Conv. Intl. sobre camélidos sudamericanos. Punta Arenas, Chile. p. 16.
- Hansen, A. y K. Schmidt-Nielsen. 1957. The stomach of the camel with special reference to the structure of its mucosae membrane. Acta Anatomica. 31:353-375.
- Harrison, D. G. D. E. Beever, D. H. Thompson y D. F. Osbourn. 1975. Manipulation of rumen fermentation in sheep by increasing the rate of flow of water from the rumen. J. Agric. Sci., Camb. 85:93-101.
- Heller, R., V. Cercosov y Wv. Engelhardt. 1986. Retention of fluid and particles in the digestive tract of the llama. (Lama guanacoe F. Glama). J. Comp. Biochem Physiol., A. 83(4):687-691.
- Heller, R. V., P. C. Gregory y Wv. Engelhardt. 1984. Pattern of motility and flow of digesta in the forestomach of the llama (Lama guanacoe F. Glama). J. Comp. Physiol., B. 154:529-533.
- Hespel, R. B. y M. P. Bryant. 1979. Efficiency of rumen microbial growth influence of some theoretical and experimental factors on YATP. J. Anim. Sci. 49:1640-1659.
- Hinderer, S. y Wv. Engelhardt. 1975. Urea metabolism in the llama. J. Comp. Biochem. Physiol., A. 52:619-622.

- Hintz, H. F., H. F. Schryver y M. Halbert. 1973. A note on the comparison on digestion by New World Camels, sheep and ponies. *Anim. Prod.* 16:303-305.
- Hintz, H. F., C. J. Sedgenrick y H. F. Schryver. 1976. Some observations of a pelleted diet by ruminant and non-ruminants. *International Zoo. Yearbook.* 16:54-57.
- Holmes, J. C. y R. W. Lang. 1963. Effect of fertilizer nitrogen and herbage dry matter content on herbage intake and digestibility in bullocks. *Anim. Prod.* 5:17.
- Huancapaza, M. 1975. Aplicación de vitaminas A, E y ADE en alpacas gestantes (Lama pacos) tipo huacaya y sus efectos en las crías. Tesis. Univ. Nac. Tec. Altiplano, Puno, Perú. 50p.
- Huwasquiche, A. 1974. Balance del nitrógeno y digestibilidad en alpacas y ovinos. Tesis. Prog. Acad. Med. Vet., Univ. Nac. Mayor de San Marcos. Lima, Perú.
- Huisa, T. 1985. Composición botánica y valor nutricional de la dieta de alpaca (Lama pacos) en la época de seca. Tesis. Univ. San Antonio Abad del Cusco. Cusco, Perú.
- Huisa, T. 1986. Datos no publicados.
- Isaacson, H. R., F. C. Hinds, M. P. Bryant y F. N. Owens. 1975. Efficiency of energy utilization by mixed rumen bacteria in continous culture. *J. Dary Sci.* 58:1645.
- Itusaca, N. F. 1983. Digestibilidad in vivo de alfalfa-dactylo en ovinos (heno y ensilado) y alpaca (heno). Tesis. Univ. Nac. Tec. Altiplano. Puno, Perú.
- Jarman, P. J. 1974. The social organization of antilope in relation to the ecology. *Behaviour.* 48:215-267.
- Kahn, H. E. y C. R. W. Spedding. 1984. A dynamic model for simulation of cattle herd production systems: 2- An investigation of various factors influencing the voluntary intake of dry matter and the use of the model in their validation. *Agr. Sys.* 13:63-82.
- Kalinowsky, J., G. Gomez y K. C. Beeson. 1970. Interrelaciones suelo-planta-nutrición. VII. Comparación química de algunas gramíneas forrajeras del Altiplano del Departamento de Puno. *Anales Científicos.* Univ. Nac. Agraria. La Molina. Lima, Perú. 8:30-38.

- Kay, R. N. B., Wv. Engelhardt y R. G. White. 1980. The digestive physiology of wild ruminants. In: Digestive Physiology and metabolism in ruminants. Y. Ruckebusch and P. Thivend (eds.). pp 743-761. Lancaster: MTP Press Ltd.
- Koford, C. B. 1957. The vicugna and the puna. Ecol. monogr. 27:153-219.
- Lombardi, L. 1958. El calcio y el fósforo inorgánico del suero sanguíneo de las alpacas. Algunas variaciones fisiológicas. Tesis. Fac. Med. Vet., Univ. Nac. Mayor de San Marcos, Lima, Perú.
- Luciano, L., E. Reale y Wv. Engelhardt. 1980. The fine structure of the stomach mucosa of the llama (Lama guanacoe). II. The fundic region of the hind stomach. Cell Tissues Res. 208:207-228.
- Maloy, G. M. 1972. Comparative studies on digestion and fermentation rates in the forestomach of the one-humped camel and the zebu steer. Res. Vet. 13:476-481.
- Malpartida, E. y A. Florez. 1980. Estudio de la selectividad y consumo de la vicuña en Pampa Galeras. Univ. Nac. Agraria No. 23, Lima, Perú.
- McCollum, F. F. y M. L. Galyean. 1985. Cattle grazing blue grama rangeland II. seasonal forage intake and digesta kinetics. J. Range Manage. 38:543-546.
- McDowell, L. R., J. H. Conrad, G. L. Ellis y J. K. Loosli. 1984. Minerales para rumiantes en pastoreo en regiones tropicales. Dpt. Ciencia Animal, Centro Agricultura Tropical. Univ. de Florida, Gainesville.
- Mestas, C. C. 1984. Efecto de las vitaminas ADE sobre la fertilidad en alpacas (Lama pacos). Tesis. Univ. Nac. Tec. Altiplano, Puno, Perú.
- Meyer, J. H., G. P. Lofgreen y J. H. Hull. 1957. Selective grazing sheep and cattle. J. Anim. Sci. 16:766-772.
- Minson, D. J. 1981. Effect of chemical and Physical composition of herbage eaten upon intake. In: Nutritional limits to animal production from pasture. J. B. Hacker (ed.). pp 167-182. Commonwealth Agric. Bur., Queensland, Australia.

- Montalvo, C. A., H. W. Ploog y M. Copaira. 1967. Contribución al estudio de la morfología de la alpaca (Lama pacos). Ext. Bulletin IVITA, Univ. Nac. Mayor de San Marcos, Lima, Perú. 2:47-59.
- Norton, B. W. 1981. Differences between species in forage quality. In: Nutritional limits to animal production from pasture. J. B. Hacker (ed.). pp 89-110. Commonwealth Agric. Bur., Queensland, Australia.
- Novoa, C. y J. Wheeler. 1984. Llamas and alpacas. In: Evolution of domestic animals, I. Mason (ed.). pp 116-128. Longman, New York.
- NRC. 1975. Nutrient requirements of sheep. #5 National Academy of Sciences, Washington, D.C.
- Orskov, E. R. 1982. Protein Nutrition in Ruminants. New York: Academic Press.
- Ortega, I. M. 1985. Social organization and ecology of a migratory guanaco population in southern Patagonia. M. S. Thesis. Iowa State University, Ames. 59p.
- Ortiz, C. F. 1971. Contribución al estudio de la saliva parotídea de la alpaca: pH, Na, K, and Ca. Tesis. Prog. Acad. Med. Vet., Univ. Nac. Mayor de San Marcos. Lima, Perú.
- Osuji, P. O. 1974. The Physiology of eating and the energy expenditure of the ruminant at pasture. J. Range Manag. 27:437-443.
- Owens, F. N. y H. R. Isaacson. 1977. Ruminal microbial yields: factors influencing synthesis and bypass. Fed. Proc. 36:198-202.
- Oyanguren, F. 1969. Ensayo comparativo de la digestibilidad del ensilaje de avena (A. sativa) y de totora (Scirpus totora). Tesis. Univ. Nac. Tec. Altiplano. Puno, Perú.
- Preston, F. L. 1966. Protein requirements of growing-finishing cattle and lambs. J. Nutrition 90:157-160.
- Raedecke, K. 1978. El guanaco en Magallanes, Chile, su distribución y biología. Corporación Nac. Forestal Min. Agric. Chile. 200p.
- Raedecke, K. 1980. Food habits of the guanaco (Lama guanicoe) of tierra del Fuego, Chile. Turrialba 30:177-181.

- Ravillet, V., A. Rosales, N. Clavo y H. Acuña. 1985. Evaluación nutritiva de pasturas naturales mejoradas con gramíneas y leguminosas para la alimentación de camélidos. V. Convención Internacional sobre Camélidos Sudamericanos. Cuzco, Perú. Resumen.
- Reiner, R. J. y F. C. Bryant. 1986. Botanical composition and nutritional quality of alpaca diets in two Andean Rangeland communities. *J. Range Manage.* 39:424-427.
- Reiner, R.J., F.C. Bryant, R.D. Farfan y B.F. Craddock. 1987. Forage intake of alpacas grazing Andean Rangeland in Peru. *J. Anim. Sci.* 64:868-871.
- Reynafarje, C., J. Faura, D. Villavicencio, A. Curaca, B. Reinfarje, L. Oyola, L. Contreras, E. Vallenás y A. Faura. 1975. Oxygen transport of hemoglobin in high-altitude animals (Camelidae). *J. Appl. Physiol.* 38:806-810.
- Riera, S. y A. Cardozo. 1970. Consumo de ensilaje de alfalfa y agua en llamas y ovinos. *In: ALPA-Memoria.* México. 5:49-54.
- Rojas, R. D. 1977. Selectividad y calidad de la dieta de ovinos nativos al pastoreo obtenida por fistula esofágica. Tesis, Univ. Nac. Tec. Altiplano. Puno, Perú.
- Rosales, A. 1979. Contribución al estudio del estado nutricional en minerales de los camélidos sudamericanos en el altiplano. Tesis. Prog. Acad. Med. Vet. Univ. Nac. Mayor de San Marcos, Lima, Perú.
- Russell, J. B. 1985. Factors influencing competition and composition of the rumen bacterial flora. *In: Herbivore nutrition in the subtropic and tropic.* (ed.) E. M. C. Gilchrist and R. I. Muckie. The Science Press. p. 222-243.
- Rubsamen, K. y Wv. Engelhardt. 1978. Bicarbonate secretion and solute absorption in the forestomach of the llama. *Am. J. Physiol.* 235:1-6.
- Sanmaniego, L. G. 1977. Estudio morfo-fisiológico en el desarrollo post-natal del estómago de la alpaca (Lama pacos). M. S. Tesis. Univ. Nac. Mayor de San Marcos, Lima, Perú.
- San Martín, F. 1987. Comparative forage selectivity and nutrition of South American Camelids and Sheep. Ph.D. Diss., Texas Tech Univ., Lubbock.

- San Martín, F. y L. Campos. 1982. Niveles séricos de calcio y fósforo inorgánico en alpacas. Resúmenes Proyectos Investigación. Univ. Nac. Mayor de San Marcos. Lima, Perú. Vol. 1-2 p.252.
- San Martín, F., A. Huasasquiche, O. del Valle, D. Holgado, T. Arbaiza, M. Navas y R. Farfán. 1982a. Consumo y digestibilidad comparativa de pasto natural en dos épocas del año entre alpacas y ovinos. Resúmenes Proyectos Investigación. Univ. Nac. Mayor de San Marcos. Lima, Perú. Vol. 1-2 p.254.
- San Martín, F., A. Huasasquiche, R. Farfán, O. del Valle, D. Holgado, T. Arbaiza, M. Navas y C. Villarroel. 1982b. Consumo y digestibilidad comparativa de pastos cultivados entre alpacas y ovinos. Resúmenes Proyectos Investigación. Univ. Nac. Mayor de San Marcos. Lima, Perú. Vol. 1-2 p.255.
- San Martín, F., R. Farfán y R. Valdivia. 1985. Digestibilidad comparativa entre alpacas y ovinos. V. Convención Internacional sobre Camélidos Sudamericanos. Cusco, Perú. Resumen.
- Schmidh-Nielsen, K. 1964. Desert Animals. Physiological problems of heat and water. pp 33-70. Oxford Univ. Press. London.
- Schneider, W., R. Hauffe y Wv. Engelhardt. 1974. Energy and nitrogen exchange in the llama. In: European Animal Production Association Publ. No. 14:127-130.
- Schwartz, C. C. y J. E. Ellis. 1981. Feeding ecology and niche separation in some native and domestic ungulates on the short grass prairie. J. Appl. Ecol. 18:343-353.
- Shimada, M. y I. Shimada. 1965. Prehistoric llama breeding and herding on the North Coast of Perú. American Antiquity. 50:3-26.
- Tapia, M. 1971. Pastos Naturales del Perú y Bolivia. Publicación Misceláneas N. 85. IICA.
- Tapia, M. y J. L. Lascano. 1970. Contribución al conocimiento de la dieta de alpacas pastoreando. I. Convención Internacional sobre Camélidos Sudamericanos. Univ. Nac. Tec. Altiplano. Puno, Perú. Resumen.
- Thornton, R. F. y D. J. Minson. 1972. The relationship between voluntary intake and mean apparent retention time in the rumen. Aust. J. Agric. Res. 23:871-877.

- Ulyatt, M. J. 1981. The feeding value of temperate pastures pastures. *In*: Grazing animals. F.H.W. Morley (ed.). pp. 125-141. University of Melbourne, Veterinary Clinical Centre, Werribee, Australia.
- Underwood, E. J. 1981. The mineral nutrition of livestock. Commonwealth Agricultural Bureaux, London.
- Vallenas, A. 1956. La glicemia en alpacas. *Rev. Fac. Med. Vet. Univ. Nac. Mayor de San Marcos, Lima, Perú.* 11, 142-156.
- Vallenas, A. 1965. Some physiological aspects of digestion in the alpaca (Lama pacos). *In*: Physiology of digestion in the ruminant. R. W. Dougherty (ed.). pp 147-158. Butterworths. Washington, D. C.
- Vallenas, A., J. F. Cumming y J. F. Munell. 1971. A gross study of the compartmentalized stomach of two New World Camelids, the llama and guanaco. *J. Morph.* 134:339-424.
- Vallenas, A. y C. E. Stevens. 1971a. Motility of the llama and guanaco stomach. *Am. J. Physiol.* 220:275-282.
- Vallenas, A. y C. E. Stevens. 1971b. Volatile fatty acid concentrations and pH of llama and guanaco forestomach digesta. *Cornell Vet.* 61:239-252.
- Vallenas, A. et al. 1973a. Acidos grasos volátiles y pH en los dos primeros compartimentos del estómago de la alpaca y del ovino. *Rev. Inv. Pec. (IVITA) Univ. Nac. Mayor de San Marcos, Lima, Perú.* 2:115-130.
- Vallenas, A. et al. 1973b. Concentración de ácidos grasos volátiles a lo largo del tracto gastrointestinal de alpacas y llamas. *Rev. Inv. Pec. (IVITA) Univ. Nac. Mayor de San Marcos, Lima, Perú.* 2:3-14.
- Van Soest, P. J. 1982. Nutritional ecology of the ruminant. O & B Books, Inc., Cowallis.
- Wheeler, J. C. 1982. Aging llamas and alpacas by their teeth. *Llama World* 1:12-17.
- Yagil, R. 1985. The desert Camel. Comparative physiological adaptation. Karger (ed.). Basel, Switzerland.