

ARTÍCULO GENERAL

AVANCES EN FISIOLÓGÍA Y ADAPTACIÓN DE CAMÉLIDOS SUDAMERICANOS

Luis Alberto Raggi S. (M.V.; D.M.V.)¹, Germán Ferrando R. (M.V.)*

ADVANCES IN ADAPTATION AND PHYSIOLOGY OF SOUTH AMERICAN CAMELIDS

In this general article are presented important advances in the scientific knowledge of the South American Camelids in Chile. Mainly in some physiological variables, measured in his natural environment, the Andean high plateau, and in the semiarid central valley and the patagonia environment of Chile, where they have been maintained for a long time, extremely different from the Andean high plateau. Results showed an excellent adaptation ability of South American Camelids to very different environmental conditions, specially related to altitude and temperature, without important physiological modifications.

Palabras claves: Camélidos, adaptación, fisiología.

Key words: Camelids, adaptation, physiology.

“Crió Dios las llamas en estas tierras frías para el bien de los moradores de ellas, que sin este ganado pasarán la vida con gran dificultad”.

“Por lo cual el dador de todos los bienes, Dios Nuestro Señor, recompensó la esterilidad de las punas y páramos inhabitables de las dichas sierras, con criar en ellas tanta cantidad de este ganado manso”.

“Porque se vestían de su lana y de sus pieles hacían el calzado; de manera que no traían cosa sobre sus cuerpos más de lo que sacaban de las llamas. Sustentábanse de su carne, y servíanles de jumentos para llevar y traer sus cargas en los trajines y acarreos”.

CRONISTA BERNABÉ COBO
1653

ANTECEDENTES GENERALES

El desarrollo de una economía ganadera andina a raíz de la domesticación de la alpaca y la llama es único en las Américas y comparable con la evolución del pastoreo de caprinos, ovinos y bovinos en el viejo mundo.

Desde el comienzo de la escritura, hace 5.200 años, existían símbolos representando al cordero, la cabra y la vaca; posteriormente aparecieron tablas con escritura cuneiforme que se referían a la crianza, producción y compraventa de estos animales. En el caso Andino, el desarrollo pecuario ocurrió en ausencia de la escritura y el conocimiento de la existencia de éste, es por geoglifos

y petroglifos, además de la tradición oral que se perdió en su mayoría a consecuencia de la invasión española.

En menos de cien años después de la invasión española de 1532, los rebaños nativos y sus pastores fueron diezmados. La devastación producida por la introducción de patógenos humanos y animales en poblaciones vírgenes fue contundente y junto con las políticas de dominación, cambió radicalmente el ecosistema Andino.

La crianza de alpacas y llamas se constituye en una de las pocas actividades ganaderas que se pueden llevar a cabo en terrenos geográficos ubicados en las grandes alturas lo que por sí solo constituye un motivo más que justificado para estudiarlas, independientemente del conocimiento requerido por el progresivo desarrollo de esta ganadería en otras regiones de Chile e incluso de la incursión, en diferentes regiones, de cada vez más ejemplares como animales de compañía (Raggi, 1992).

*Fisiología Animal. Facultad de Ciencias Veterinarias. Universidad de Chile. Casilla 2, Correo 15. Santiago-Chile.

¹Los estudios han sido financiados por proyectos D.T.I., A-3136-9011. Universidad de Chile. FONDECYT 89-791; 1179-91; 1940292. OIEA 6300 RB, y Disputada Las Condes - El Litral.

El objetivo de esta publicación es reunir en forma sucinta aquellos resultados, producto de nuestra investigación o de revisiones de documentos científicos atinentes a ella, que contribuyan a incrementar el conocimiento de las especies de camélidos domésticos.

ORIGEN DE LOS CAMÉLIDOS SUDAMERICANOS

La familia Camelidae, que engloba a los camélidos del viejo y el nuevo mundo (tribus Camelini y Lamini), se originaron en América del Norte durante el Plioceno, aproximadamente 40 a 50 millones de años atrás. Hace unos 3 millones de años, la tribu Camelini migra al Asia y los Lamini hacia América del Sur.

Los representantes más antiguos de la tribu Lamini son los fósiles del género *Pliauchenia* encontrados en los llanos de América del Norte y con una antigüedad de 9 a 11 millones de años (Wheeler, 1991).

El género *Pliauchenia* dio origen a los *Hemiauchenia*, los cuales se desplazaron hacia América del Sur al final del Plioceno o comienzos del Pleistoceno, hace unos 3 millones de años. Se estima que los *Hemiauchenia* dieron origen a los géneros *Lama* y *Vicugna* un millón de años más tarde, desapareciendo del continente norteamericano hace unos 10 mil años, quedando sólo las especies *Lama* y *Vicugna*, como únicos sobrevivientes de la tribu Lamini.

La denominación de Camélidos sudamericanos, familia Camelidae, tribu Lamini, géneros *Lama* y *Vicugna*, engloba a dos especies domésticas; la alpaca y la llama, y dos silvestres: la vicuña y el guanaco.

Taxonomía

Clase Mamíferos

Orden Artiodáctyla

Suborden Tilópoda

Familia **Camelidae** (o camélido)

Tribu **Lamini**

Género **Lama**

—Especies ***Lama guanicoe*** (Guanaco silvestre). Müller, 1776

—Subespecies ***Lama guanicoe guanicoe*** (Müller, 1776)

Lama guanicoe huanacus (Molina 1782)

Lama guanicoe cacsilensis (Lonnberg, 1913)

Lama guanicoe voglii (Krumbiegel, 1944)

Lama glama (Llama doméstica). Linnaeus, 1758.

Razas:

Ccara "pelada"

Ch'aku "lanuda"

Lama pacos (Alpaca doméstica). Linnaeus, 1758

Razas:

Suri

Huacaya

Género

Vicugna

—Especie

Vicugna vicugna (Vicuña silvestre). (Molina, 1782)

—Subespecies

Vicugna vicugna vicugna (Molina, 1782)

Vicugna vicugna mensalis (Thomas, 1917).

Las cuatro especies de camélidos sudamericanos (CSA) tienen el mismo cariotipo ($2n=74$) y pueden cruzarse entre ellas, produciendo crías fértiles. La mayoría de estos cruzamientos son forzados por el hombre y no ocurren en forma natural. La existencia de híbridos fértiles productos de los cruces guanaco X vicuña; guanaco X alpaca y vicuña X llama, indican una separación reciente de los dos géneros y refuerza las evidencias paleontológicas de que esto ocurrió hace sólo dos millones de años. El cruce más común entre los camélidos sudamericanos es entre la llama y la alpaca. Este híbrido, conocido como wari, está subdividido por los pastores tradicionales entre llamawari (semejante a llama) y pacowari (semejante a alpaca), ambos tipos reúnen características fenotípicas no deseables (Fernández-Baca, 1971). Los camélidos domésticos alpaca y llama derivarían de los silvestres vicuña y guanaco; las evidencias más directas que se tienen sobre el origen de los domésticos son restos de huesos, fibras y tejidos, procedentes de diferentes sitios arqueológicos donde ocurrió este proceso (Wheeler, 1991).

POBLACIÓN

La población actual de camélidos en Sudamérica entre alpacas, llamas, vicuñas y guanacos se estima en aproximadamente 7 millones y su distribución por país se observa en el cuadro 1 (Wheeler, 1991).

HÁBITAT

Los camélidos sudamericanos son animales de gran importancia económica y científica, fisiológicamente representan un modelo de adaptación a las condiciones ambientales existentes en las grandes alturas, que constituyen su ambiente natural. El altiplano chileno se ubica al oriente de la cordillera de los Andes,

CUADRO 1
POBLACIÓN APROXIMADA DE CAMÉLIDOS SUDAMERICANOS
EN LOS PAÍSES ANDINOS

	Guanaco	Vicuña	Llama	Alpaca	Total
Argentina	578.700	23.000	135.000	400	737.100
Bolivia	54	12.000	2.022.569	324.336	2.358.959
Chile	25.000	30.000	70.363	27.584	152.948
Colombia			200		200
Ecuador		482	9.687	100	10.269
Paraguay	53				53
Perú	1.600	100.000	989.593	2.510.912	3.602.105
Total	605.407	165.482	3.227.412	2.863.333	6.861.634

abarcando casi totalmente la superficie de la comuna de General Lagos y los sectores altos de las comunas de Putre, Colchane y Pica, por sobre los 3.800 metros de altura sobre el nivel del mar (m.s.n.m.).

Esta meseta altiplánica es la extensión ecológica de la puna boliviana y la sierra sur del Perú, y se extiende entre los 17°30' y 23°00' latitud sur y entre los 68,5° y 69,5° longitud oeste, encerrada por dos cadenas montañosas, el cordón central y el cordón oriental de la cordillera de los Andes (Troncoso, 1983).

La presión atmosférica en el altiplano, a 4.000 m.s.n.m., es aproximadamente un 40% inferior al valor observado a nivel del mar. La densidad del aire también disminuye por efecto de la altura. Así, considerando pares de valores presión-temperatura de (1.010 hPa, 20°C) y 630 hPa, 10°C) como representativos de las condiciones medias a nivel del mar y sobre el altiplano, se determina que la densidad del aire en esta última región es un 35% inferior al valor a nivel del mar, el cual es cercano a 1,2 kg/m³. En particular, la menor concentración de oxígeno atmosférico en el altiplano es causa de diversos efectos fisiológicos en personas y animales no adaptados a este ambiente. La menor densidad de los gases de efecto invernadero en la atmósfera altiplánica, hace que ésta sea más transparente a los flujos radiactivos en el rango infrarrojo del espectro. Esto determina una menor contraradiación atmosférica y un acelerado enfriamiento nocturno de la superficie (Aceituno, 1997).

La humedad relativa en el altiplano es más alta que en la pampa y en la precordillera, debido a las masas de aire húmedo de origen tropical que provienen del este. El promedio anual varía entre 52 y 56% en Parinacota, con un promedio diario que varía entre 61 y 87% en la época estival y 41 y 67% el resto del año (De Carolis, 1987).

La temperatura media junto a la superficie es relativamente baja, lo que constituye un importante factor limitante en el desarrollo de la vegetación. El clima es de tipo tropical andino, con un régimen de lluvias

que se concentra en los meses de verano, de noviembre a marzo. El promedio anual de lluvias fluctúa entre los 200-400 mm, registrándose los valores más altos en las partes más altas del sector norte (Gajardo, 1996).

La temperatura promedio anual es de -0,8°C, con una máxima promedio de 7,1°C y una mínima promedio de -5,6°C. En el sector oriental hiela todo el año y la temperatura máxima del mes más cálido fluctúa entre los 13 y los 15°C. El verano es frío y la temperatura mínima es próxima a 0°C. Casi no existe acumulación térmica sobre 10°C (suma de las temperaturas bajo y sobre 0°C en un mismo día). El invierno es notablemente frío, la "acumulación de frío" (tiempo en que la temperatura permanece por debajo de los 7°C), supera las 5.500 horas. Las temperaturas mínimas del mes más frío fluctúan entre -7 y -13°C. El período de sequía se extiende por ocho a diez meses (abril a noviembre), por lo tanto el invierno se presenta seco y frío (De Carolis, 1987).

CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS Y FISIOLÓGICAS

Muchas son las características que diferencian a los camélidos sudamericanos de otras especies de mamíferos, entre ellas las más relevantes son las que a continuación se detallan:

Las cuatro especies tienen el labio superior hendido. La dentadura se caracteriza por presentar un incisivo y un canino permanente en el maxilar superior y caninos presentes en el maxilar inferior; los caninos están más desarrollados en los machos que en las hembras. Las vértebras cervicales son alargadas sin orificio para la arteria vertebral, mientras que los huesos del carpo y del tarso se encuentran separados. Las falanges son separadas y divergentes y la segunda falange termina en dos almohadillas, con una uña. La anatomía de las piernas traseras les permite descansar sobre el vientre con las rodillas dobladas y los garrones hacia atrás (Wheeler, 1991).

SISTEMAS RESPIRATORIOS CARDIO-VASCULAR Y LÍQUIDOS CORPORALES

La morfología del pulmón presenta muy pocas diferencias con lo descrito en otras especies. Viera y col. (1968), en un estudio realizado en alpacas, reportan ausencia de cisuras interlobulares y un lóbulo accesorio en el pulmón derecho. La tráquea, a la altura de la tercera costilla, da origen a un pequeño bronquio que penetra en el parénquima pulmonar, dirigiéndose al vértice del pulmón derecho y luego origina los bronquios principales.

El corazón y sistema vascular de los CSA, al igual que el respiratorio, presentan pocas características que los diferencian estructuralmente de los otros rumiantes y mamíferos en general. Vallenas (1991), trabajando con llamas mantenidas a 4.720 m.s.n.m., no encontró hipertrofia del ventrículo derecho ni de la capa media del tronco pulmonar o de las pequeñas arterias pulmonares. Este hecho podría indicar una adaptación evolutiva a las grandes alturas, sugiriendo que la llama no presenta una hipertensión pulmonar sostenida y significativa.

La vena yugular de los camélidos es característica (Vera, 1975). Está formada por la confluencia de las venas lingual, facial y maxilar, aproximadamente a 1 cm en posición caudal al ángulo de la rama de la mandíbula. No se ha descrito gotera yugular y la irrigación arterial y drenaje venoso de los miembros anteriores y posteriores es diferente a la del vacuno.

Las características hematológicas de las alpacas, llamas y vicuñas han sido estudiadas tanto desde el punto de vista morfológico (Copaira, 1949; Crossley, 1994) como dinámico (Reynafarge y col., 1968). Cabe destacar el elevado número de glóbulos rojos (por encima de 13 millones por mm³ de sangre), sin embargo la hemoglobina fluctúa sólo entre 13 a 15 g/100 ml y un hematocrito que varía entre 35-40%. Otra característica es su pequeño tamaño, 28,8 a 28,0 micras cúbicas, con una concentración media de Hb globular alta (39,7%), presentando una forma elíptica u oval. El pequeño tamaño de los glóbulos rojos, conjuntamente con el elevado número de los mismos, determina una mayor superficie de contacto con el O₂ de los pulmones por unidad de glóbulo rojo y la forma elíptica facilita el movimiento hacia los capilares pequeños.

Algunas enzimas juegan un importante papel en la adaptación de los CSA a la altura. Se ha descrito un importante incremento de la actividad de deshidrogenasa láctica, la cual es 6 veces más alta que en el humano que vive a la misma altura (Reynafarge y col., 1975). El papel importante que esta enzima juega en la actividad glucolítica en el metabolismo anaeróbico

de los carbohidratos, indica que éste puede ser otro mecanismo que contribuye a una adaptación exitosa de los camélidos a las condiciones hipóxicas de altura. La actividad de esta enzima sufre fluctuaciones cuando el animal es trasladado a nivel del mar, pero siempre es más alta que la observada en humanos en las mismas condiciones.

La actividad de la glucosa-6-fosfato deshidrogenasa en los glóbulos rojos es cerca de 2 veces más alta que en humanos que viven en las mismas alturas. Un nivel elevado de esta enzima, la cual es de gran importancia en el metabolismo de la glucosa en los glóbulos rojos, se puede interpretar como consecuencia de una elevada producción de estos elementos, sumado al hecho de que el tiempo de vida de ellos en los camélidos es sólo de 60 días (Vallenas, 1991).

En Chile, desde hace varios años, se han venido realizando investigaciones en CSA mantenidos en diferentes condiciones ambientales y de manejo, con el objeto de determinar algunos parámetros, especialmente de la sangre. Muy poco se ha hecho con relación a la composición de la orina y otras constantes fisiológicas.

La información nacional recolectada se refiere a estas características, registradas ya sea en el ambiente natural, altiplano (Raggi y col., 1994), o bien en otras zonas del país donde estas especies han sido reintroducidas (Raggi y col., 1996).

Respecto de ciertas variables como frecuencia cardíaca, respiratoria, temperatura rectal y cutánea y movimientos ruminales (Cuadro 2), puede observarse que las diferencias diarias, mañana y tarde son apreciables y significativas sólo para temperatura rectal y cutánea en el caso de las alpacas mantenidas en el altiplano, las otras variables no muestran diferencias significativas (Raggi y col., 1994).

CUADRO 2
VALORES PROMEDIO +/- DESVIACIÓN ESTÁNDAR OBTENIDOS POR LA MAÑANA (AM) Y TARDE (PM) PARA FRECUENCIA CARDÍACA (FC), FRECUENCIA RESPIRATORIA (FR), TEMPERATURA RECTAL (TR), TEMPERATURA CUTÁNEA (TC), Y MOVIMIENTOS RUMINALES (MR) EN ALPACAS MANTENIDAS EN EL ALTIPLANO CHILENO

	FC lat./min	FR Mov./min	TR (a) °C	TC (b) °C	MR Mov./3 min
AM	54,76 +/- 12,69	22,89 +/- 6,44	37,93 +/- 0,63	34,95 +/- 1,43	4,90 +/- 1,40
PM	57,50 +/- 13,20	25,06 +/- 8,54	38,52 +/- 0,61	34,06 +/- 1,70	5,30 +/- 1,30

a, b valores medios de mañana y tarde estadísticamente diferentes (p<0,01) o (p<0,05), respectivamente.

En el caso de los animales mantenidos en la zona central (Cuadro 3), en los faldeos de la cordillera en Peñalolén (rebaño 1) o en el valle de Colina (rebaño 2), los valores de frecuencia cardíaca y frecuencia respiratoria no muestran diferencias por sexo, localización y hora del día, mientras que la localización afecta a la temperatura rectal ($p < 0,05$) de los animales del rebaño 2 que tienen una temperatura rectal más alta que los del rebaño 1. Esta característica se relaciona con la hora del día pero es independiente del sexo de los animales. En la zona más cálida (rebaño 2), fue posible detectar diferencias significativas entre

los valores de la mañana y la tarde, independiente del sexo de los animales. La temperatura cutánea muestra un patrón diferente al de la temperatura rectal, las diferencias entre mañana y tarde sólo se observaron en los machos del rebaño 1 y en las hembras del rebaño 2. Respecto a los movimientos ruminales se obtuvieron diferencias significativas, entre la mañana y la tarde, solamente en las hembras del rebaño 2. Las diferencias observadas a nivel de la temperatura cutánea, entre altiplano y zona central pueden explicarse en función de las diferentes temperaturas ambientales características de cada zona (Raggi y col., 1996).

CUADRO 3

VALORES PROMEDIO +/- DESVIACIÓN ESTÁNDAR OBTENIDOS POR LA MAÑANA (AM) Y TARDE (PM) PARA FRECUENCIA CARDÍACA (FC), FRECUENCIA RESPIRATORIA (FR), TEMPERATURA RECTAL (TR), TEMPERATURA CUTÁNEA (TC), Y MOVIMIENTOS RUMINALES (MR) EN ALPACAS MANTENIDAS EN LA ZONA CENTRAL DE CHILE

Grupo	Time	FC Lat./min	FR Mov./min	TR °C	TC °C	MR mov./3 min
Hembras	A.M	60,7+/-7,6	19,1+/-4,8	38,02+/-0,5**	35,71+/-1,1	4,3+/-0,9
Rebaño 1	P.M.	64,2+/-5,5	23,1+/-5,6	38,53+/-0,2	36,42+/-0,7	4,6+/-0,8
Hembras	A.M.	66,9+/-8,8	21,7+/-6,1	38,42+/-0,3 ^b	35,22+/-0,9*	3,6+/-1,1*
Rebaño 2	P.M.	67,1+/-7,1	25,5+/-5,3	38,58+/-0,2	36,58+/-0,6*	5,2+/-1,2*
Machos	A.M.	62,1+/-10,2	24,3+/-5,1	37,96+/-0,2**	35,52+/-0,8*	4,6+/-1,2
Rebaño 1	P.M.	69,6+/-11,3	27,4+/-7,2	38,36+/-0,4**	37,11+/-0,7*	4,9+/-1,4
Media		65,0+/-8,8	23,5+/-6,1	38,31+/-0,4	36,09+/-1,0	4,5+/-1,2

^{a, b} Indica diferencias estadísticamente significativas entre grupos, a la misma hora del día ($p < 0,05$).

* Indica diferencias estadísticamente significativas en el mismo grupo, entre la mañana y la tarde ($p < 0,05$). (Media +/- desviación estándar).

Respecto a algunas variables hematológicas (Cuadro 4) se aprecia que el VGA a pesar de los cambios de altura no presenta diferencias significativas lo que podría ser consecuencia de una adaptación sin poliglobulia. Es interesante destacar que las diferencias circadianas en los valores de cortisol plasmático, presentes en las alpacas ubicadas en el altiplano están ausentes en aquéllas mantenidas en la zona central. Debido a la similitud entre los valores de la mañana y la tarde de los animales mantenidos en la zona central, para todas las variables, se entrega un valor promedio sin considerar la hora del día (Raggi y col., 1994, 1996).

En cuanto a la cuenta diferencial leucocitaria, es posible apreciar que no se presentan mayores diferencias respecto de los datos que ofrece la literatura nacional, para el altiplano y la zona central de Chile

CUADRO 4

VALORES PROMEDIO +/- DESVIACIÓN ESTÁNDAR OBTENIDOS POR LA MAÑANA (AM) Y TARDE (PM) PARA GLICEMIA, CORTISOL PLASMÁTICO Y VOLUMEN GLOBULAR AGLOMERADO (VGA) EN ALPACAS MANTENIDAS EN EL ALTIPLANO Y ZONA CENTRAL DE CHILE

	Glicemia mg/dl	Cortisol Nmol/l	VGA %
Altiplano AM	94,56+/-9,35	28,63+/-20,54(a)	30,04+/-4,45
Altiplano PM	95,83+/-11,45	13,82+/-9,23(b)	30,13+/-4,27
Zona central	107,28+/-14,76	17,14+/-9,81	33,19+/-2,2

^{a, b} Mañana y tarde difieren estadísticamente ($p < 0,05$).

CUADRO 5

CUENTA DIFERENCIAL LEUCOCITARIA DE ALPACAS MANTENIDAS EN EL ALTIPLANO (ALT^a) Y EN LA ZONA CENTRAL DE CHILE (ZC^b)

	Neutrófilos (%)	Linfocitos (%)	Eosinófilos (%)	Monocitos (%)	Basófilos (%)	Juveniles (%)
ALT	38,8+8,2	52,8+8,9	6,7+2,9	2,3+1,8	0,04+0,10	-
ZC	51,1+/-11,5	41,6+/-13,2	5,6+/-8,4	0,5+/-1,3	0,03+/-0,12	1,1+/-3,3

Valores promedio +/- desviación estándar.

- a Montes y col., 1983.

- b Raggi y col., 1994.

CUADRO 6

VALORES HEMATOLÓGICOS EN ALPACAS Y LLAMAS, ADULTAS

Componentes	Alpaca (116 a 4.200 m.s.n.m.)		Llama (Altura no señalada)	
	Media +/- D.S.	Rango	Media	Rango
Eritrocitos (X10 ⁶ mm ³)	13,9+/-2,2	7,9-21,3	13,8	9,9-17,7
Hemoglobina (g/100 ml)	14,3+/-0,1	9,5-20,5	15,5	11,5-19,5
Hematocrito (%)	35,5+/-4,2	24,0-45,0	35,0	25,0-46,0
Volumen globular (U ³)	24,4+/-1,2	13,3-32,3	26,0	22,0-30,1
Hb med. Glob. (Ug)	10,6+/-1,2	7,6-13,4	11,2	9,8-12,7
Concentración Hb glob. (%)	39,7+/-2,7	33,3-48,4	43,3	37,7-49,0
Leucocitos X 10 ³ /mm ³	15,7+/-5,1	5,7-28,5	14,2	7,5-20,9
Neutrófilos (%)	55,2+/-7,6	41,0-67,0	9,192/mm ³	3,130-15,254
Eosinófilos (%)	8,5+/-7,2	0,5-22,5	2,244/mm ³	16-4,471
Basófilos (%)	0,7+/-0,5	0-1,5	146/mm ³	0-293
Monocitos (%)	6,8+/-6,9	1,0-26,8	477/mm ³	0-955
Linfocitos (%)	28,8+/-7,8	17,5-42,5	2,769/mm ³	689-4,848

Información tomada de: a) Copaira, 1949; b) Fowler, 1989.

(Cuadro 5) y aquellos entregados por la literatura internacional (Cuadro 6).

Respecto a la composición de la orina existen pocos trabajos en la literatura, no existiendo información de trabajos llevados a cabo en Chile. En el Cuadro 7 se presenta una serie de variables referidas a su composición. Resulta de interés destacar que el pH es mayoritariamente alcalino y a lo más neutro, tanto en alpacas como en llamas. Es importante destacar que, según los autores consultados, la orina de alpacas es positiva a cuerpos cetónicos, a ácido acetilacético, urobilinógeno y bilirrubina, mientras que dichos elementos se encuentran prácticamente inexistentes en la orina de las llamas.

SISTEMA DIGESTIVO; ALIMENTACIÓN Y SELECTIVIDAD

En la alimentación y nutrición de los CSA es necesario tener en cuenta la total dependencia alimenticia de estos animales a los pastizales naturales del

CUADRO 7

COMPOSICIÓN DE LA ORINA DE ALPACAS Y LLAMAS

Componentes	Alpaca (138 a 4.200 m.s.n.m.)	Llama (a nivel del mar)
Volumen (1/24 horas)	1,06+/-0,76 (0,13-3,80)	-
Peso Especifico	1,012+/-0,8 (1,010-1,048)	1,023 (1,013-1,048)
pH	Alcalino (94%)	neutro (4%), 7,0-8,5
Proteína, Glucosa, Lactosa, ácidos biliares, sangre	Negativos	Negativos
Cuerpos Cetónicos	3% positivos	Negativo
Ácido Acetil Acético	45% positivos	Trazas
Urobilinógeno	52% positivos	Negativo
Bilirrubina	45% positivos	Negativo
Sedimento	Fosfato triple, uratos de amonio, ácido úrico y oxalato de calcio	Oxalato de calcio común en orina alcalina, ácido úrico raro
Urea g/l	6,08+/-3,3 (0,8-16,9)	-
Amoníaco g/l	0,13+/-0,09 (0,01-0,42)	-

Cárdenas y Vallenias, 1958-1959; Fowler, 1989; Vallenias, 1960.

altiplano, lo anterior significa que están adaptados al consumo de pastos estacionales, muy toscos, de baja calidad nutricional y de una relativa baja variedad y disponibilidad, hecho que sufre importantes variaciones al modificar su hábitat, lo que frecuentemente ocurre cuando son trasladados a otras regiones del país.

Entre las características de la anatomía y fisiología digestiva que evidencian una adaptación al recurso vegetal de los pastizales del altiplano se encuentran los labios que son relativamente delgados y el superior está dividido por un surco medio; esta característica les brinda una gran movilidad lo que facilita la selección de las plantas e incluso de partes de una misma planta. Los dientes son de crecimiento continuo lo que protege del desgaste a que están sometidos al consumir pastos muy leñosos y lignificados. La lengua no es protruible por lo que no pueden lamer.

Los camélidos en general, al igual que los rumiantes domésticos más conocidos (bovino, ovino, caprino) tienen un compartimento digestivo muy espacioso y compartimentalizado. Sin embargo, estructuralmente, su sistema digestivo difiere considerablemente de otros rumiantes. Recientemente Vallenas y col. (1971) estudiaron la estructura macroscópica de los preestómagos y del estómago de la llama y el guanaco, homologable al de la vicuña y alpaca, utilizando técnicas *in vivo* e *in vitro*. Estos autores describen una división en tres compartimentos. El primer compartimento (C1), frecuentemente comparado con el rumen, es el más voluminoso (83% del volumen total pregástrico y gástrico), ventralmente posee un prominente surco transversal que lo divide en un saco craneal y uno caudal, ambos poseen saculaciones las que, aparte de proveer de una mayor superficie de contacto, poseen mucosa glandular que permite la secreción de tamponadores que contribuyen con la saliva en la mantención de un pH favorable para la acción de microorganismos celulolíticos. El resto del epitelio es escamoso estratificado no glandular que al igual que en otros rumiantes tiene una función dedicada a la absorción.

En el compartimento 2 también se describen ambos tipos de epitelio y la mucosa superficial de las paredes de la curvatura mayor de este compartimento está dividida en forma reticular; en general el contenido de este compartimento es muy líquido y tanto su forma como su función se homologan frecuentemente con el retículo de otros rumiantes. El (C2) se comunica con el tercer compartimento (C3) a través de un pasaje estrecho cubierto por epitelio escamoso estratificado; sin embargo el C3 está completamente recubierto de mucosa glandular, pero la disposición de ella varía a lo largo de este compartimento que tiene forma tubu-

lar. El quinto inicial tiene su mucosa dispuesta en forma reticular en su curvatura menor y en la curvatura mayor se distribuye en forma de pliegues no permanentes y aunque anatómicamente no poseen una estructura similar al omaso de otros rumiantes, se compara este quinto con un omaso funcional. En los siguientes tres quintos medios, la mucosa se dispone en forma de pliegues longitudinales permanentes, mientras que en el quinto final la mucosa se engrosa sensiblemente correspondiendo esta área a la mucosa propiamente gástrica (Raggi y Crossley, 1990).

La tasa de contracciones de los preestómagos es mayor a la observada en otros rumiantes, sin embargo la velocidad de tránsito por el digestivo es menor, estos dos hechos fisiológicos favorecen una mezcla eficiente con un mayor tiempo de retención, lo que sumado a una fermentación en un ambiente favorable a microorganismos celulolíticos hace a estas especies más eficientes en fermentación de pastos toscos y marginales que otros rumiantes como la oveja y la cabra (Raggi y Crossley, 1990).

Los estudios de la composición de la dieta de camélidos en un principio se hicieron por observación directa (Tapia y Lascano, 1970), sin embargo, no es una técnica que permita una evaluación eficiente de la selectividad de los animales. Debemos también considerar el hecho de que la selectividad varía en función del ambiente y de la época del año, entre otros factores. Los estudios realizados por nosotros se han basado en la microhistología fecal que permite la identificación de géneros y especies vegetales por residuos no digeridos presentes en las fecas (Spark y Malechek, 1968). Dichos estudios se han realizado en el altiplano y zona central y sus resultados se observan en los Cuadros 8 y 9.

CUADRO 8

COMPOSICIÓN BOTÁNICA DE LA DIETA DE ALPACAS MANTENIDAS EN EL ALTIPLANO DE CHILE (VALORES PROMEDIO)

Ecosistema	Especies de plantas	Invierno	Verano
Bofedal	Gramíneas y graminoides	%	%
	<i>Festuca nardifolia</i>	24,5	32,4
	<i>Deschampsia caespitosa</i>	8,7	7,3
	<i>Deyeuxia jamesonii</i>	2,6	4,0
	<i>Oxichloe andina</i>	12,8	4,1
	Total		
Pajonal	Gramíneas y graminoides	48,6	57,8
	<i>Festuca orthophylla</i>	11,7	7,4
	<i>Stipa leptostachia</i>	1,5	5,1
	Total	13,2	12,5
Tolar	<i>Parastrephia lucida</i>	8,9	6,1
	Otras especies	29,3	23,6

(Castellaro y col., 1996).

CUADRO 9

COMPOSICIÓN BOTÁNICA DE LA DIETA DE ALPACAS MANTENIDAS EN LA ZONA CENTRAL DE CHILE, EN DIFERENTES ESTADOS FENOLÓGICOS DE LA PRADERA (PROMEDIOS +/- DESVIACIÓN ESTÁNDAR)

Especies de plantas	Estado fenológico de la pradera		
	Vegetativo	Reproductivo	Seco
<i>Gramíneas Anuales</i>	%	%	%
<i>B. hordeaceus</i>	0,9+/-0,5	1,2+/-1,2	0,4+/-0,3
<i>H. berterioanum</i>	8,4+/-3,0	5,2+/-5,1	0,1+/-0,2
<i>L. rigidum</i>	7,8+/-5,2	5,2+/-4,1	1,2+/-1,1
<i>V. bromoides</i>	18,1+/-6,5	10,3+/-8,9	0,7+/-1,3
Total Gramíneas Anuales	35,2+/-11,7	21,9+/-15,5	2,4+/-2,7
<i>Gramíneas Perennes</i>			
<i>Piptochaetium stipoides</i>	21,7+/-3,3	4,2+/-6,1	1,8+/-1,7
<i>Stipa manicata</i>	12,2+/-3,2	3,6+/-3,4	4,1+/-4,0
Total Gramíneas Perennes	33,9+/-4,9	7,8+/-39,1	5,9+/-5,6
<i>Herbáceas</i>			
<i>Hypochoeris glabra</i>	4,2+/-5,3	15,3+/-13,7	1,1+/-0,8
<i>Medicago polymorpha</i>	-	1,5+/-1,6	3,2+/-4,7
<i>Carduus pinocephalus</i>	0,2+/-0,3	-	-
Total herbáceas	4,6+/-5,4	16,7+/-12,8	4,3+/-4,9
<i>Leñosas</i>			
<i>Acacia caven</i>	11,8+/-6,9	29,1+/-34,4	60,3+/-29,7
<i>Rubus ulmifolius</i>	14,6+/-13,7	24,4+/-12,2	27,1+/-24,6
Total leñosas	26,4+/-18,7	53,5+/-29,7	87,4+/-7,7

(León, 1998).

Los estudios antes señalados revelan que, frente a ambientes con pasturas de calidad de regular a pobre y que presentan notorias variaciones fenológicas de la pradera a lo largo del año, las alpacas demuestran una notoria capacidad para adecuar su dieta, fenómeno que no sólo ocurre en el altiplano (Castellano y col., 1996) (Cuadro 8), sino también en ambientes diferentes a su hábitat natural a los que han sido trasladadas las alpacas, por ejemplo la zona central del país (León, 1998), utilizando incluso de manera importante los arbustos leñosos que pasan a formar parte importante de su dieta (Cuadro 9).

CRECIMIENTO Y NUTRICIÓN

En el caso de los camélidos sudamericanos, la cría depende de la alimentación láctea materna, en forma exclusiva hasta los 3-4 meses y mixta ingiriendo leche y pasturas hasta los 6 meses de edad, por lo que la capacidad de crecimiento de ellas depende, en los primeros momentos de su vida neonatal, de la cantidad y calidad nutricional de la leche materna (Raggi y col., 1995).

El Cuadro 10 muestra la evolución en el crecimiento de las crías de alpaca en cuatro regiones de Chile, evidenciando que, a pesar de las diferentes calidades de las pasturas a las que tanto las madres como las

crías tienen acceso, las crías nacidas en el altiplano, con la más baja calidad nutricional de los pastos, presentan las curvas de crecimiento más sostenidas; además, en ninguna de las zonas en estudio se presentaron diferencias significativas al nacimiento en el peso por sexo e incluso al cabo de 6 meses de vida, lo que se podría explicar en función de una tardía participación de las hormonas sexuales, que en otras especies animales marcan las diferencias de peso corporal en función del sexo del individuo (Raggi y col., 1997).

Al evaluar conjuntamente las diferentes fases productivas de alpacas y llamas, con la estacionalidad de la disponibilidad y calidad del forraje durante el año, es posible identificar algunos períodos críticos. Uno de estos períodos es el destete, que independientemente de la zona en que se mantengan estos animales, generalmente coincide con el fin de la época seca. La edad del destete es variable, dependiendo del mes de nacimiento. Así, la edad del destete generalmente varía entre 5 a 6 meses en el secano de la zona central y 9 a 11 meses en el altiplano.

Otro período nutricional crítico de los camélidos sudamericanos corresponde al del último tercio de la gestación en el que, al igual que otras especies domésticas la nutrición materna influye notoriamente en el crecimiento y desarrollo fetal. En alpacas el

CUADRO 10

COMPARACIÓN POR SEXO DE LOS PESOS CORPORALES (kg), DESDE EL NACIMIENTO (Nacim.) Y HASTA LOS SEIS MESES DE EDAD, EN CRÍAS DE ALPACA EN 4 ZONAS DE CHILE (PROMEDIO +/- DESVIACIÓN ESTÁNDAR)

		Edad (meses)							
		N	Nacim.	1	2	3	4	5	6
Zona	Hembra	22	6,7+/-0,9	11,3+/-1,9	14,0+/-1,7	16,7+/-2,6	18,9+/-3,1	21,2+/-3,1	24,2+/-4,6
Altiplano	Macho	15	6,9+/-1,3	12,4+/-2,4	15,1+/-2,9	17,9+/-3,2	20,2+/-4,2	22,1+/-4,4	24,6+/-1,5
Zona	Hembra	4	7,6+/-0,9	11,5+/-2,5	13,1+/-2,7	14,8+/-2,9	14,3+/-2,2	13,8+/-3,6	16,0+/-6,5
Magallanes	Macho	8	7,8+/-0,9	13,7+/-3,4	15,9+/-2,8	18,0+/-2,4	18,3+/-2,6	17,7+/-3,3	21,0+/-4,4
Zona Central	Hembra	12	7,0+/-0,9	11,8+/-2,4	17,0+/-2,1	20,0+/-2,4	21,8+/-2,6	22,6+/-2,6	22,8+/-3,1
Secano Costero	Macho	8	7,4+/-1,2	11,3+/-2,5	16,8+/-2,7	19,4+/-2,7	21,4+/-2,7	22,4+/-3,2	22,1+/-3,7
Zona Central	Hembra	23	6,6+/-0,9	11,2+/-1,4	13,7+/-2,1	15,7+/-2,7	18,1+/-3,0	19,6+/-3,1	21,3+/-3,2
Secano precordillera	Macho	16	6,6+/-1,4	10,4+/-2,3	13,8+/-2,9	16,7+/-3,6	19,0+/-4,0	20,9+/-4,1	21,4+/-4,2

desarrollo fetal muestra un crecimiento exponencial a partir del séptimo mes de gestación, aproximadamente 210 días (Bravo y col., 1981; San Martín, 1991), lográndose en este período el 70% del peso al nacimiento. Este período coincide en el altiplano peruano con una pobre disponibilidad estacional de forraje.

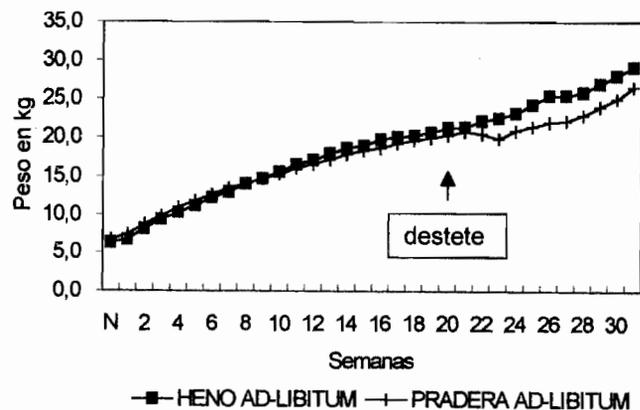
Como se podrá deducir de este análisis tres son los períodos que mayor énfasis requieren en el diseño de estrategias alimenticias, el último tercio de la gestación, la lactancia y el destete; en este último la calidad de la nutrición de las madres afecta significativamente a las crías (Figura 1) (Raggi y col., 1995).

COMPOSICIÓN DEL CALOSTRO Y DE LA LECHE MADURA

Estrechamente relacionado con los períodos críticos, está lo que se refiere a las características nutricionales

del calostro y de la leche. Así se puede observar que la leche de alpaca (Cuadro 11) contiene en promedio, al cabo de seis meses de lactancia, menos lactosa pero más proteína, grasa y cenizas que la leche de llama (Cuadro 12) en igual período y similar zona del país (Romano, 1996).

A su vez la composición calostrál y láctea ofrecen un marcado efecto en función de la zona geográfica donde se encuentren los animales. Así los datos preliminares señalan notorios cambios composicionales cuando se comparan los valores de macronutrientes obtenidos a partir de muestras de leche y calostro de alpacas ubicadas en el altiplano y en la zona de Magallanes (Cuadros 13 y 14) (Thenot, 1998). La información indica que sistemáticamente la lactosa es más abundante en leche y calostro de muestras provenientes de Magallanes, mientras que la grasa lo es en muestras altiplánicas. Estas diferencias estarían directamente relacionadas con lo observado en las



CUADRO 11

COMPOSICIÓN DE LECHE MADURA DE ALPACAS MANTENIDAS EN LA ZONA CENTRAL DE CHILE (% +/- DESVIACIÓN ESTÁNDAR EN BASE HÚMEDO)

Mes	Agua	Sólidos totales	Proteína	Materia grasa	Lactosa	Cenizas
1	82,76	17,24+/-0,6	6,65+/-0,1	3,65+/-0,3	4,83	0,95+/-0,1
2	82,15	17,85+/-0,1	6,40+/-0,1	4,90+/-0,2	4,67	0,91+/-0,1
4	83,78	16,22+/-0,4	5,96+/-0,3	4,32+/-0,2	3,93	0,90+/-0,1
5	86,48	15,88+/-0,1	5,63+/-0,2	3,89+/-0,2	4,19	0,91+/-0,1
6	85,58	14,40+/-0,2	4,48+/-0,1	3,51+/-0,1	4,69	0,95+/-0,0
Promedio	83,96	16,43+/-1,11	5,90+/-0,7	4,12+/-0,25	4,44	0,91+/-0,09

Romano (1996).

CUADRO 12

COMPOSICIÓN DE LECHE MADURA DE LLAMAS MANTENIDAS EN LA ZONA CENTRAL DE CHILE (% +/- DESVIACIÓN ESTÁNDAR EN BASE HÚMEDO)

Mes	Agua	Sólidos totales	Materia grasa	Proteína	Lactosa	Cenizas
1	83,49+/-2,0	16,51+/-2,0	3,73+/-1,0	6,38+/-1,0	5,49+/-0,2	0,91+/-0,1
2	83,62+/-3,1	16,38+/-3,1	5,07+/-2,6	5,52+/-0,9	4,94+/-0,3	0,85+/-0,1
3	86,15+/-1,2	13,85+/-1,2	2,50+/-0,8	4,91+/-0,6	5,52+/-0,5	0,92+/-0,1
4	86,70+/-0,9	13,30+/-0,9	2,55+/-1,0	3,72+/-0,1	6,25+/-0,1	0,78+/-0,0
5	86,62+/-0,8	13,39+/-0,8	2,48+/-0,2	4,27+/-0,7	5,80+/-0,3	0,84+/-0,1
6	85,73+/-1,6	14,27+/-1,6	3,20+/-1,1	4,41+/-0,6	5,85+/-0,2	0,81+/-0,1
Promedio	85,38+/-1,6	14,62+/-1,6	3,25+/-1,1	4,87+/-0,8	5,64+/-0,3	0,85+/-0,1

Romano, 1996.

CUADRO 13

COMPOSICIÓN DE CALOSTRO DE ALPACA EN ALTIPLANO (A) Y MAGALLANES (M) (% +/- DESVIACIÓN ESTÁNDAR BASE HÚMEDO)

Hr Posparto	Región	Sólidos totales	Proteína	Materia grasa	Lactosa	Cenizas
48	A	20,66+/-1,3	9,84+/-0,6	4,80+/-1,2	4,31	1,63+/-0,0
48	M	19,06+/-0,8	9,24+/-0,6	2,71+/-0,6	5,00	1,78+/-0,1

CUADRO 14

COMPOSICIÓN DE LECHE DE ALPACA EN ALTIPLANO (A) Y MAGALLANES (M) (% +/- D.E. BASE HÚMEDO)

Mes	Región	Sólidos totales	Proteína	Materia grasa	Lactosa	Cenizas
1	A	17,39+/-1,2	7,04+/-0,8	3,73+/-0,6	5,24	1,31+/-0,1
	M	15,29+/-0,4	6,19+/-0,6	1,36+/-0,3	5,45	1,77+/-0,4
2	A	17,43+/-1,2	6,47+/-0,4	5,10+/-0,1	4,32	1,71+/-0,3
	M	14,62+/-0,3	5,71+/-0,2	2,06+/-0,6	5,21	1,27+/-0,0
3	A	16,63+/-1,5	7,17+/-1,1	3,63+/-0,4	4,34	1,60+/-0,1
	M	15,84+/-0,6	6,50+/-0,6	2,50+/-0,6	5,17	1,59+/-0,1
4	A	15,86+/-1,4	6,77+/-0,7	2,89+/-0,6	4,46	1,67+/-0,2
	M	16,21+/-0,3	6,77+/-0,2	3,00+/-0,5	4,92	1,23+/-0,0
5	A	16,67+/-0,9	7,05+/-0,9	3,46+/-0,6	4,21	2,00+/-0,4
	M	16,91+/-1,2	7,22+/-0,0	4,03+/-0,4	4,45	1,26+/-0,1
6	A	19,96+/-0,8	8,64+/-0,7	4,93+/-0,3	4,00	2,45+/-0,1
X	A	17,32+/-1,2	7,19+/-0,8	3,96+/-0,4	4,43	1,79+/-0,2
	M	15,78+/-0,6	6,48+/-0,3	2,59+/-0,5	5,04	1,42+/-0,1



Vicuñas



Alpacas en Encaste Región Metropolitana



Llama en secano precordillerano de la Región Metropolitana



Alpacas y Llamas en Hidango VI Región



Alpacas en Magallanes XII Región

curvas de crecimiento de las crías características de dichas regiones (Cuadro 10).

Son muchos los estudios que aún faltan por desarrollar en estos animales; sin duda que un capítulo de gran interés es el que dice relación con sus características reproductivas, el que por sí solo se constituye en una publicación completa.

El futuro de estas especies en Chile está asegurado ya que se han incorporado en diferentes zonas y con distintas orientaciones, ya sea como mascotas, animales para la exportación de reproductores o como alternativas pecuarias productivas. En este ámbito cobran cada vez mayor importancia las especies silvestres, guanaco y vicuña, especies en que la investigación científica recién comienza.

REFERENCIAS

- ACEITUNO, P. 1997. Aspectos generales del clima en el altiplano. En: El altiplano, ciencia y conciencia en los Andes. Ed. Depto. Postgrado y postítulo, Vicerrectoría Académica y Estudiantil, Universidad de Chile.
- BRAVO, W., J. SUMAR, M. VARELA. 1981. Desarrollo fetal de la alpaca. IV Conferencia Internacional sobre Camélidos Sudamericanos. Punta Arenas, Chile.
- CARRERA, A. 1932. Sobre los Camélidos fósiles y actuales de la América Austral. Revista del Museo de la Plata 33: 89-117 (citado por Wheeler, 1991).
- CARDENAS, W., A. VALLENAS. 1958-1959. Contribución al estudio de la orina de alpaca. Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria, Lima, 13-14: 89-105.
- CASTELLARO, G., T. ULLRICH, B. WACKWITZ, G. FERRANDO, V. PARRAGUEZ, L. RAGGI. 1996. Composición botánica de dietas de alpaca en los pastizales de un sector de la provincia de Parinacota. Primer Congreso Mundial sobre Camélidos. Cajamarca, Perú.
- COPAIRA, M. 1949. Estudios hematológicos en auquénidos. Rev. Facultad de Medicina Veterinaria, Lima, Perú, 4: 73-85.
- CROSSLEY, J.C., M.P. MARIN, G. FERRANDO, L.A. RAGGI. 1994. Modificaciones adaptativas de algunas constantes fisiológicas de alpaca (*Lama pacos*) sometidas a cambios de ambiente. Archivos de Zootecnia, 43(163): 215-223.
- DE CAROLIS, G. 1987. Descripción del sistema ganadero y hábitos alimentarios de camélidos domésticos y ovinos en el bofedal de Parinacota. Tesis Ingeniero Agrónomo, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad de Chile. Santiago, Chile, 261 págs.
- FERNÁNDEZ-BACA, S. 1971. La alpaca, reproducción y crianza. Instituto Veterinario de Investigaciones Tropicales y de Altura. Boletín de Divulgación 7. Lima, Perú.
- FOWLER M.E. 1989. Medicine and surgery of south American camelids. Iowa State University Press/ Ames. First ed., pp. 264-267.
- GAJARDO, C. 1996. Descripción de los bofedales de un sector de Parinacota y su relación con la productividad de un rebaño de camélidos sudamericanos domésticos. Memoria para optar al título de Médico Veterinario. Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias, Universidad de Chile, Santiago, Chile, 130 págs.
- LEÓN, F. 1998. Composición Botánica de la dieta de alpaca en terrenos de pastoreo del secano mediterráneo central y degradabilidad *in sacco* de las especies mayoritariamente seleccionadas. Memoria para optar al título de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad de Chile. Santiago, Chile (en ejecución).
- MONTES, G., M. STUTZIN, J. CORREA, A. GLADE. 1983. Estudio hematológico de proteínas totales y fibrinógeno en alpacas (*Lama pacos*) de la provincia de Parinacota, Chile. Archivos de Medicina Veterinaria, 15(1): 37-41.
- RAGGI, L.A., J. CROSSLEY (1990). Características del Proceso Digestivo en Camélidos Sudamericanos. Monografías de Medicina Veterinaria, 12(1): 11-18.
- RAGGI, L.A. 1992. Camélidos: Una opción ganadera. El Campesino, CXXIII: 16-23.
- RAGGI, L.A., J. CROSSLEY, S. COPPIA, G. FERRANDO 1994. Características fisiológicas de la alpaca (*Lama pacos*) sometida a manejo extensivo en el altiplano chileno. Archivos de Zootecnia, 43(163): 201-206.
- RAGGI, L.A., V. MACNIVEN, G. FERRANDO. 1995. Ganancia de peso nacimiento-posdestete en crías de alpaca bajo diferente manejo alimentario materno. IX Congreso Nacional de Medicina Veterinaria, Chillán, Chile.
- RAGGI, L.A., X. QUIROGA, J. CROSSLEY, G. FERRANDO. 1996. Physiological characteristics of alpacas (*Lama pacos*) in semiarid central valley of Chile. Archivos de Zootecnia, 45(169): 45-50.
- RAGGI, L.A., V. MACNIVEN, R. ROJAS, G. CASTELLARO, M. ZOLEZZI, E. LATORRE, V.H. PARRAGUEZ, G. FERRANDO. 1997. Caracterización de la ganancia de peso corporal de alpacas (*Lama pacos*) desde el nacimiento y hasta los seis meses de edad en cuatro regiones de Chile. Agro Sur, 24(2): 219-226.

- REYNAFAEGE, C., J. FAURA, A. PAREDES, D. VILLAVICENCIO. 1968. Erythrokinetics in high-altitude-adapted animals (llama, alpaca and vicuña). *J. Applied Physiology*, 24: 93-97.
- RAYNAFARGE, C., J. FAURA, D. VILLAVICENCIO, A. CURACA, B. RAYNAFARGE, L. OYOLA, L. CONTRERAS, E. VALLENAS, A. FAURA. 1975. Oxygen transport of hemoglobin in high-altitude animals (*Camelidae*). *J. Applied Physiology*, 38: 806-810.
- ROMANO, G. 1996. Caracterización de macronutrientes y factores de crecimiento en leche de alpacas (*Lama pacos*) en la zona central de Chile. Memoria para optar al título de Magister en Ciencias Veterinarias. Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad de Chile. Santiago, Chile, 92 págs.
- SAN MARTÍN, F. 1991. Alimentación y nutrición. En: Avances y Perspectivas de los Camélidos Sudamericanos. E. Saúl Fernández-Baca. Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe.
- SPARK, D.R. MALECHEK. 1968. Estimating percentage dry weight in diets using a microscopic technique. *J. Range Management*, 21: 264-265.
- TAPIA, M., J. LASCANO. 1970. Contribución al conocimiento de la dieta de alpacas pastoreando. I Convención Internacional sobre camélidos sudamericanos. Universidad Nacional Tecnológica del Altiplano. Puno, Perú.
- THENOT, M. 1998. Determinación de la composición de la leche de alpaca en el altiplano de la Primera Región y Magallanes XII Región. Memoria para optar al Título de Médico Veterinario. Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad de Chile. Santiago, Chile, 96 págs.
- TRONCOSO, R. 1983. Caracterización ambiental del ecosistema bofedal de Parinacota y su relación con la vegetación. Tesis Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Universidad de Chile. Santiago, Chile, 252 págs.
- VALLENAS, A. 1991. Características anatómo-fisiológicas. En: Avances y Perspectivas de los Camélidos Sudamericanos. Ed. Saúl Fernández-Baca. Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe.
- VALLENAS, A., J.F. CUMMINGS, J.F. MUNNELL. 1971. A gross study of the compartmentalised stomach of the new-world camelids, the llama and guanaco. *J. Morphology*, 134: 399-424.
- VALLENAS A. 1960. La urea en la orina de la alpaca. *Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria*. Lima, Perú, 15: 113-123.
- VIERA, F., A. SATO, Q. NÚÑEZ. 1968. Los pulmones y la arborización bronquial en las alpacas (*Lama pacos*). *Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria*. Lima, Perú, 22: 54-60.
- VERA, O.F. 1975. Estudio anatómo-descriptivo de la vena yugular externa de la alpaca (*Lama pacos*). Tesis Bachiller, Facultad de Medicina Veterinaria, Universidad de San Marcos, Lima, Perú, 42 págs.
- WEBB, S.D. 1972. The osteology of Camelops. *Bulletin of the Los Angeles County Museum*, 1 (citado por Wheeler, 1991).
- WHEELER, J.C. 1991. Origen, evolución y status actual. En: Avance y perspectivas de los camélidos sudamericanos. Ed. Saúl Fernández-Baca. Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe.