

MANEJO Y PRODUCCION DE CAMELIDOS

"Crió Dios las llamas en estas tierra frías para el bien de los moradores dellas, 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 deste 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.

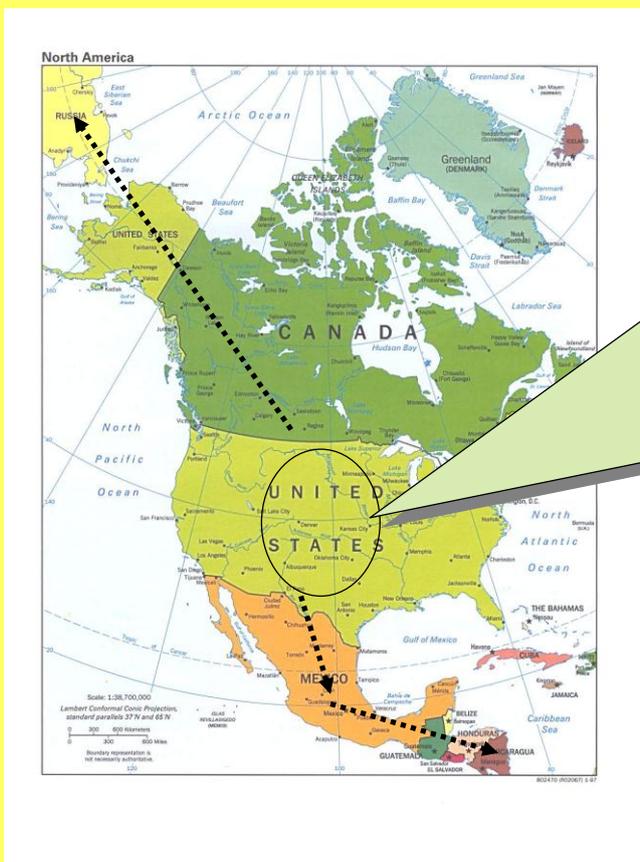
La crianza de alpacas y llamas se constituye en una de las pocas actividades ganaderas que se pueden llevar a cabo en terrenos geográficos ubicados en las grandes alturas, y aridos o semiaridos lo que por sí sólo constituye un motivo más que justificado para estudiarlas, independientemente del conocimiento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

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

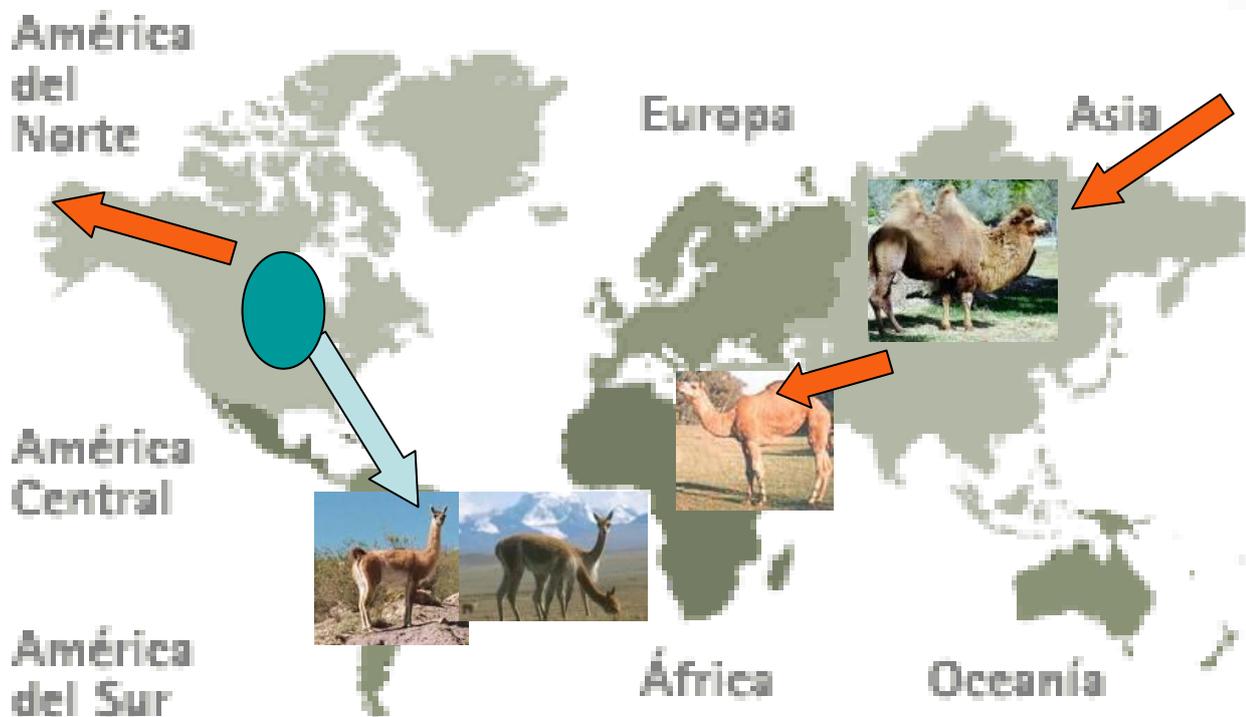
CAPITULO 1 ORIGEN DE LOS CAMELIDOS SUDAMERICANOS

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 *Plianchenia* encontrados en los llanos de América del Norte y con una antigüedad de 9 a 11 millones de años (Wheeler, 1991).



El género *Plianchenia* 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.

TAXONOMIA

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)



GUANACO

CAMELLO BACTRIANO



VICUÑA



DROMEDARIO



Las cuatro especies de camélidos sudamericanos 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 refuerzan 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).



VICUÑA

GUANACO



LLAMA



**ALPACA
SURI**

**ALPACA
HUACAYA**



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).

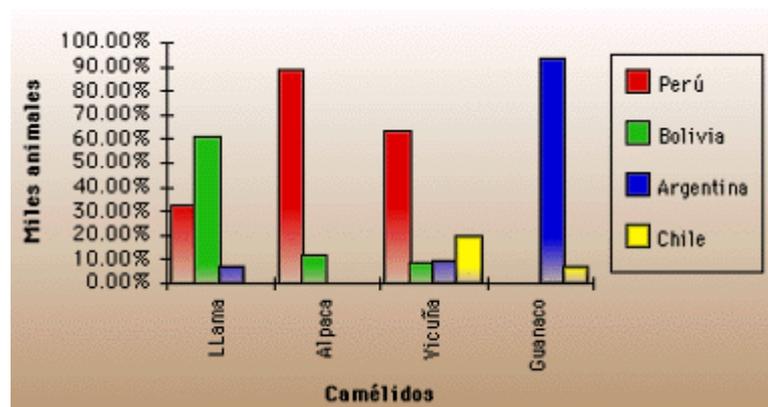
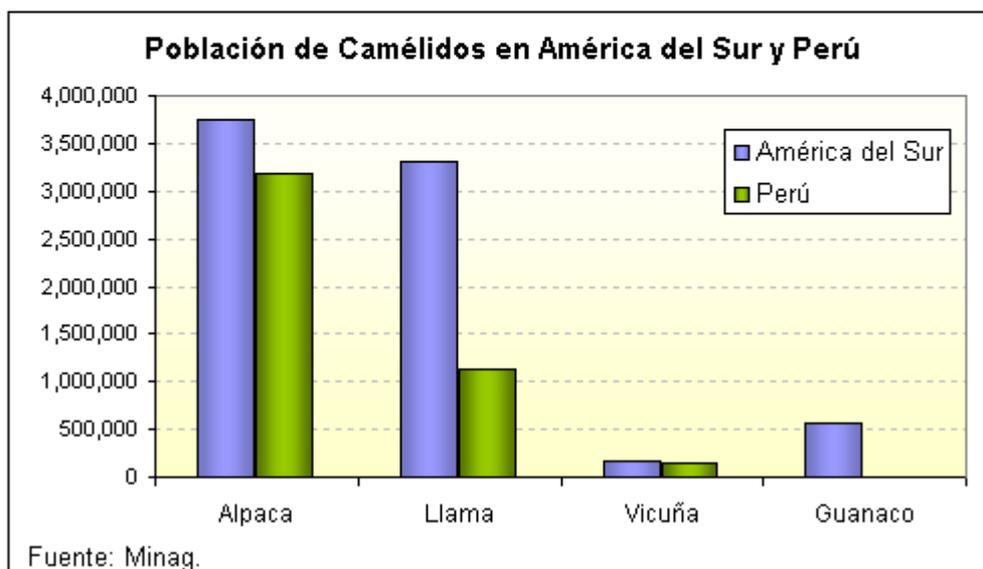
POBLACION

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

CUADRO 1

POBLACION DE CAMELIDOS			
ESPECIE	AMERICA DEL SUR	PERU	%
Alpaca	3,750,000	3,192,870	85%
Llama	3,300,000	1,130,543	34%
Vicuña	160,700	149,500	93%
Guanaco	571,200	3,810	0.67%
Total	7,781,900	4,476,723	57.53%

Fuente: MINAG



HABITAT

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, 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 esta sea más transparente a los flujos radiativos en el rango infrarrojo del espectro. Esto determina una menor contra-radiación 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 periodo 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).

CAPITULO 2

CARACTERISTICAS MORFOLOGICAS Y FISIOLOGICAS

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 RESPIRATORIO CARDIOVASCULAR Y LIQUIDOS 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 traquea, 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 4720 m.s.n.m, no encontraron 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 mm^3 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 O_2 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 mas 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 cardiaca, 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).

En el caso de los animales mantenidos en la zona central (Cuadro 3), en los faldeos de la cordillera en Peñalolen (rebaño 1) o en el valle de Colina (rebaño 2), los valores de frecuencia cardíaca y frecuencia respiratoria no muestran diferencias por sexo, localización u 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).

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 aquellas 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 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 presentan 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.

CUADRO 2

Valores promedio \pm 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/3min
AM	54,76 \pm 12,69	22,89 \pm 6,44	37,93 \pm 0,63	34,95 \pm 1,43	4,90 \pm 1,40
PM	57,50 \pm 13,20	25,06 \pm 8,54	38,52 \pm 0,61	34,06 \pm 1,70	5,30 \pm 1,30

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



llama en la mesa de operaciones

CUADRO 3

Valores promedio \pm 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/3min
Hembras Rebaño 1	A.M.	60,7 \pm 7,6	19,1 \pm 4,8	38,02 \pm 0,5 ^a	35,71 \pm 1,1	4,3 \pm 0,9
	P.M.	64,2 \pm 5,5	23,1 \pm 5,6	38,53 \pm 0,2	36,42 \pm 0,7	4,6 \pm 0,8
Hembras Rebaño 2	A.M.	66,9 \pm 8,8	21,7 \pm 6,1	38,42 \pm 0,3 ^b	35,22 \pm 0,9 [*]	3,6 \pm 1,1 [*]
	P.M.	67,1 \pm 7,1	25,5 \pm 5,3	38,58 \pm 0,2	36,58 \pm 0,6 [*]	5,2 \pm 1,2 [*]
Machos Rebaño 1	A.M.	62,1 \pm 10,2	24,3 \pm 5,1	37,96 \pm 0,2 ^a	35,52 \pm 0,8 [*]	4,6 \pm 1,2
	P.M.	69,6 \pm 11,3	27,4 \pm 7,2	38,36 \pm 0,4 ^a	37,11 \pm 0,7 [*]	4,9 \pm 1,4
Media		65,0 \pm 8,8	23,5 \pm 6,1	38,31 \pm 0,4	36,09 \pm 1,0	4,5 \pm 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 \pm desviación estándar).

CUADRO 4

Valores promedio \pm 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 \pm 9,35	28,63 \pm 20,54 (a)	30,04 \pm 4,45
Altiplano PM	95,83 \pm 11,45	13,82 \pm 9,23 (b)	30,13 \pm 4,27
Zona central	107.28 \pm 14.76	17.14 \pm 9.81	33.19 \pm 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 (X 10 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 (μ ³)	24,4 +/- 1,2	13,3 - 32,3	26,0	22,0 – 30,1
Hb med. Glob. (μg)	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 – 4848

CUADRO 7
COMPOSICION DE LA ORINA DE ALPACAS Y LLAMAS

COMPONENTES	ALPACA (138 a 4.200 m.s.n.m)	LLAMA (a nivel del mar)
Volumen (l/24 horas)	1,06 +/- 0,76 (0,13 - 3,80)	-
Peso Específico	1.012 +/- 0,08 (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
Acido 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)	-
Amoniaco g/l	0,13 +/- 0,09 (0,01 – 0,42)	-

Cárdenas y Vallenas, 1958-1959; Fowler, 1989; Vallenas, 1960

SISTEMA DIGESTIVO; ALIMENTACION 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 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 protruíble por lo que no pueden lamer.

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 \pm desviación estándar).

ESPECIES DE PLANTAS	ESTADO FENOLOGICO DE LA PRADERA		
	VEGETATIVO	REPRODUCTIVO	SECO
Gramíneas Anuales	%	%	%
<i>B. hordeaceus</i>	0,9 \pm 0,5	1,2 \pm 1,2	0,4 \pm 0,3
<i>H. berterioanum</i>	8,4 \pm 3,0	5,2 \pm 5,1	0,1 \pm 0,2
<i>L. rigidum</i>	7,8 \pm 5,2	5,2 \pm 4,1	1,2 \pm 1,1
<i>V. bromoides</i>	18,1 \pm 6,5	10,3 \pm 8,9	0,7 \pm 1,3
Total Gramíneas Anuales	35,2 \pm 11,7	21,9 \pm 15,5	2,4 \pm 2,7
Gramíneas Perennes			
<i>Piptochaetium stipoides</i>	21,7 \pm 3,3	4,2 \pm 6,1	1,8 \pm 1,7
<i>Stipa manicata</i>	12,2 \pm 3,2	3,6 \pm 3,4	4,1 \pm 4,0
Total Gramíneas Perennes	33,9 \pm 4,9	7,8 \pm 39,1	5,9 \pm 5,6
Herbáceas			
<i>Hypochoeris glabra</i>	4,2 \pm 5,3	15,3 \pm 13,7	1,1 \pm 0,8
<i>Medicago polymorpha</i>	-	1,5 \pm 1,6	3,2 \pm 4,7
<i>Carduus picnocephalus</i>	0,2 \pm 0,3	-	-
Total herbáceas	4,6 \pm 5,4	16,7 \pm 12,8	4,3 \pm 4,9
Leñosas			
<i>Acacia caven</i>	11,8 \pm 6,9	29,1 \pm 34,4	60,3 \pm 29,7
<i>Rubus ulmifolius</i>	14,6 \pm 13,7	24,4 \pm 12,2	27,1 \pm 24,6
Total leñosas	26,4 \pm 18,7	53,5 \pm 29,7	87,4 \pm 7,7

(León, 1998).

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 rúmen, 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 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 tubular. 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.

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 solo ocurre en el altiplano (Castellaro 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 NUTRICION

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, lo que se detallará más adelante (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 en el peso por sexo al nacimiento 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 periodos críticos. Uno de estos periodos 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 periodo 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 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 periodo el 70% del peso al nacimiento. Este periodo coincide en el altiplano peruano con una pobre disponibilidad estacional de forraje.

Como se podrá deducir de este análisis tres son los periodos 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).

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 \pm Desviación estándar).

		MESES							
		N	Nacim.	1	2	3	4	5	6
Zona	Hembra	22	6,7 \pm 0,9	11,3 \pm 1,9	14,0 \pm 1,7	16,7 \pm 2,6	18,9 \pm 3,1	21,2 \pm 3,1	24,2 \pm 4,6
Altiplano	Macho	15	6,9 \pm 1,3	12,4 \pm 2,4	15,1 \pm 2,9	17,9 \pm 3,2	20,2 \pm 4,2	22,1 \pm 4,4	24,6 \pm 1,5
Zona	Hembra	4	7,6 \pm 0,9	11,5 \pm 2,5	13,1 \pm 2,7	14,8 \pm 2,9	14,3 \pm 2,2	13,8 \pm 3,6	16,0 \pm 6,5
Magallanes	Macho	8	7,8 \pm 0,9	13,7 \pm 3,4	15,9 \pm 2,8	18,0 \pm 2,4	18,3 \pm 2,6	17,7 \pm 3,3	21,0 \pm 4,4
Zona Central	Hembra	12	7,0 \pm 0,9	11,8 \pm 2,4	17,0 \pm 2,1	20,0 \pm 2,4	21,8 \pm 2,6	22,6 \pm 2,6	22,8 \pm 3,1
Secano Costero	Macho	8	7,4 \pm 1,2	11,3 \pm 2,5	16,8 \pm 2,7	19,4 \pm 2,7	21,4 \pm 2,7	22,4 \pm 3,2	22,1 \pm 3,7
Zona Central	Hembra	23	6,6 \pm 0,9	11,2 \pm 1,4	13,7 \pm 2,1	15,7 \pm 2,7	18,1 \pm 3,0	19,6 \pm 3,1	21,3 \pm 3,2
Secano precordillera	Macho	16	6,6 \pm 1,4	10,4 \pm 2,3	13,8 \pm 2,9	16,7 \pm 3,6	19,0 \pm 4,0	20,9 \pm 4,1	21,4 \pm 4,2

COMPOSICION 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 periodo y similar zona del país (Romano, 1996).

A su vez la composición calostrual 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 (Cuadro 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 curvas de crecimiento de las crías características de dichas regiones (cuadro 10).

Son muchos los estudios que aún falta 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.

CUADRO 11

Composición de leche madura de alpacas mantenidas en la zona central de Chile (% \pm Desviación estándar en base húmedo).						
MES	AGUA	SOLIDOS TOTALES	PROTEINA	MATERIA GRASA	LACTOSA	CENIZAS
1	82,76	17,24 \pm 0,6	6,65 \pm 0,1	3,65 \pm 0,3	4,83	0,95 \pm 0,1
2	82,15	17,85 \pm 0,1	6,40 \pm 0,1	4,90 \pm 0,2	4,67	0,91 \pm 0,1
4	83,78	16,22 \pm 0,4	5,96 \pm 0,3	4,32 \pm 0,2	3,93	0,90 \pm 0,1
5	86,48	15,88 \pm 0,1	5,63 \pm 0,2	3,89 \pm 0,2	4,19	0,91 \pm 0,1
6	85,58	14,40 \pm 0,2	4,48 \pm 0,1	3,51 \pm 0,1	4,69	0,95 \pm 0,0
PROMEDIO	83,96	16,43 \pm 1,11	5,90 \pm 0,7	4,12 \pm 0,25	4,44	0,91 \pm 0,09

Romano (1996)

CUADRO 12

Composición de leche madura de llamas mantenidas en la zona central de Chile (% \pm desviación estándar en base húmedo).						
MES	AGUA	SOLIDOS TOTALES	MATERIA GRASA	PROTEINA	LACTOSA	CENIZAS
1	83,49 \pm 2,0	16,51 \pm 2,0	3,73 \pm 1,0	6,38 \pm 1,0	5,49 \pm 0,2	0,91 \pm 0,1
2	83,62 \pm 3,1	16,38 \pm 3,1	5,07 \pm 2,6	5,52 \pm 0,9	4,94 \pm 0,3	0,85 \pm 0,1
3	86,15 \pm 1,2	13,85 \pm 1,2	2,50 \pm 0,8	4,91 \pm 0,6	5,52 \pm 0,5	0,92 \pm 0,1
4	86,70 \pm 0,9	13,30 \pm 0,9	2,55 \pm 1,0	3,72 \pm 0,1	6,25 \pm 0,1	0,78 \pm 0,0
5	86,62 \pm 0,8	13,39 \pm 0,8	2,48 \pm 0,2	4,27 \pm 0,7	5,80 \pm 0,3	0,84 \pm 0,1
6	85,73 \pm 1,6	14,27 \pm 1,6	3,20 \pm 1,1	4,41 \pm 0,6	5,85 \pm 0,2	0,81 \pm 0,1
PROMEDIO	85,38 \pm 1,6	14,62 \pm 1,6	3,25 \pm 1,1	4,87 \pm 0,8	5,64 \pm 0,3	0,85 \pm 0,1

Romano, 1996.

Cuadro 13

Composición de calostro de alpaca en altiplano (A) y Magallanes (M) (% \pm Desviación estándar base húmedo).

Hrs. Posparto	Región	Sólidos Totales	Proteína	Materia Grasa	Lactosa	Cenizas
48	A	20,66 \pm 1,3	9,84 \pm 0,6	4,80 \pm 1,2	4,31	1,63 \pm 0,0
48	M	19,06 \pm 0,8	9,24 \pm 0,6	2,71 \pm 0,6	5,00	1,78 \pm 0,1

Cuadro 14

Composición de leche de alpaca en Altiplano (A) y Magallanes (M) (% \pm D.E. base húmedo).

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

REQUERIMIENTOS NUTRIMENTALES

Los requerimientos nutrimentales para llamas no han sido establecidos específicamente. Como en más de un especie es un desafío establecer y formular raciones próximas a sus requerimientos.

A continuación se muestran una serie de compilados de distintas fuentes que ciertamente coinciden en muchos criterios, además de experiencias en la zona andina de Bolivia (altiplano norte).

En general, los requisitos de nutrientes para las llamas son considerados muy similares al de ovejas. Para requerimientos no establecidos se recomienda usar los requerimientos de oveja, haciendo conversiones de acuerdo al peso metabólico.

REQUERIMIENTOS DE MATERIA SECA

El consumo diario de materia seca (MS) de modo general se establece en 1.8-2.0% de su peso corporal. Por ejemplo, si una llama pesa 80 Kg. consumirá una MS equivalente a 2.0% de su peso corporal, es decir:

$$80 \text{ Kg} * 2\% / 100\% = 1.6 \text{ Kg de materia seca.}$$

Si se le provee forraje o concentrado (con 60% o 10% de humedad por ejemplo), el valor de MS calculado no será el mismo peso de los alimentos, deberán considerarse su humedad. Por ejemplo, si se requiere 1.6 Kg de MS y empelamos alfalfa con 30 % de MS se necesitarán:

$$1.6 \text{ Kg} * 100\% / 30\% = 5.33 \text{ Kg de alfalfa verde diaria}$$

Cálculo realizado para un peso vivo de 80 Kg y válido hasta que alcance 10 Kg más y luego calcular de nuevo.

CONSUMO DE AGUA

El consumo normal de agua para las llamas es aproximadamente 4 litros por cada 50 Kg de peso vivo corporal. El consumo de agua subirá con lactación y se reducirá en un clima frío. Las llamas son melindrosas respecto al agua, por tanto deberá limpia y fresca para su consumo.

REQUERIMIENTOS GENERALES DE LA LLAMA

Nutrimento	Mantenimiento	Gestación/Lactancia	Crecimiento
NDT	55-65%	60-65%	60-65%
Proteína Cruda	8-10%	12-14%	13-14%
Fibra Bruta	20-30%	20-30%	20-30%
Calcio	0.6-0.8%	0.8-1.0%	0.6-0.8%

Fuente: [Llamapaedia \(1997\)](#)

NDT simboliza los Nutrientes Digestibles Totales y es una estimación brusca del volumen de energía de un alimento. Es determinado sumando la proteína cruda digestible, hidratos de carbono digestibles y 2.25 veces el extracto etéreo y se expresa en unidades de peso. También puede expresarse como Energía Digestible (ED) y Energía Metablizable (EM) que se expresan en calorías en lugar del peso y es una mejor medida para la energía de los alimentos, pero la determinación de éstos valores (requerimientos de ED y EM) para una especie en particular sólo puede hacerse a través de muchos estudios en nutrición.

La proteína cruda (PC) y la fibra cruda (FC) también son determinaciones bruscas de la cantidad de proteína y fibra en la dieta. La fibra puede expresarse en FDA (Fibra Detergente Ácida) y FDN (Fibra Detergente Neutra). La FDA se compone de fibra no digerible y ésta debe ser mayor a 19-20% para cualquier rumiante o pseudoruminante como en este caso.

Los minerales están a menudo presentes en cantidades pequeñas en los alimentos, existen múltiples maneras de expresar su cantidad. Pueden verse contenidos minerales en etiquetas de alimentos expresado como: % de MS en el alimento, % en el alimento, mg/kg de alimento, ppm (parte por millón), o sólo mg. Considérelos al utilizar las tablas y realice las conversiones necesarias. Le sugerimos utilizar mg/kg de alimento tal como se ofrece. A continuación le presentamos algunos factores de conversión.

$$\text{ppm} = 1 \text{ mg/kg}$$

$$\text{ppm} = \% / 10000 = 1 \text{ g} / 1000000 \text{ g de alimento} = 1 \text{ g} / \text{TM de alimento}$$

$$\text{mg total} = \text{mg/kg de peso corporal}$$

ESTIMACIONES DEL REQUERIMIENTO DE MINERALES

Expresado por Kg de MS requerida.

Nutrimento	Para todas las fases
Fósforo (P)	$\geq 0.4\%$
Magnesio (Mg)	0.25-0.4%
Potasio (K)	1.0-2.0%
Azufre (S)	0.2-0.25%
Hierro (Fe)	300-800 ppm
Zinc (Zn)	40-300 ppm
Manganeso (Mn)	200-300 ppm
Cobre (Cu)	10-20 ppm
Molibdeno (Mo)	60-120 ppm
Cobalto (Co)	1-2 ppm
Iodo (I)	0.25-0.5 ppm
Selenio (Se)	0.5-3.0 mg

Fuente: [Llamapaedia \(1997\)](#)

¿Para qué son necesarios todos estos nutrimentos en la llama?

Fibra

Necesaria para la salud de la flora del rumen (bacterias y protozoos), previene de la formación de úlceras, estimula la sensación de apetito y desprende células del epitelio ruminal para su renovación.

Proteína

Es la fuente de aminoácidos que se emplea en la renovación celular, crecimiento, reparación de tejidos, función del sistema inmunológico, lactación, sistema de enzimas y producción de fibra.

Calcio (Ca)

Necesario para los huesos y dientes, similar al de las otras especies. Debe estar equilibrado con el fósforo en una proporción de Ca:P entre 1.5:1 a 2.0:1.

Fósforo (P)

Necesario para los huesos y dientes, transporte metabólico de grasas, membranas celulares, metabolismo energético, ADN y ARN, síntesis de proteínas, y sistemas de enzimas. Debe ser equilibrado con calcio.

Magnesio (Mg)

Necesario para la función del sistema nervioso, similar al de otras especies. En el altiplano boliviano no se han reportado síntomas de deficiencia debido a la riqueza de este mineral en las praderas nativas.

Potasio (K)

Mantiene el equilibrio de fluidos, equilibrio del ácido-base y se usa en el sistema de enzimas, síntesis de la proteína y metabolismo de los hidratos de carbono.

Azufre (S)

Necesario para el metabolismo de las enzimas digestivas, tejido conjuntivo y colágeno, el coagulado de sangre, equilibrio del ácido-base dentro de las células, la síntesis de las vitaminas del complejo B por microbios del rumen, estructura de la proteína, crecimiento de lana, y secreciones del cuerpo.

Hierro (Fe)

Usado en producción de hemoglobina, metabolismo de energía, cobre y metabolismo del molibdeno y función del sistema inmune. Se han reportado algunos síntomas de deficiencia deben considerarse en la formulación de raciones.

Zinc (Zn)

Necesario para muchos sistemas de la enzima, integridad superficial, crecimiento, reproducción, síntesis de la proteína, crecimiento de lana y apetito.

Manganeso (Mn)

Necesario para el crecimiento normal, formación de huesos, hidrato de carbono y lípidos (grasa), y en la reparación de tejidos.

Cobre (Cu)

Esencial para el pelo y pigmentos del cuerpo, sangre y producción de hemoglobina, formación de huesos y formación de colágeno, integridad del sistema nervioso, los sistemas de la enzima vitales y rizando de fibra. Las llamas y ovejas son muy sensibles al cobre y puede ser tóxico si se suministra niveles mayores a 20ppm. El cobre debe ser equilibrado con molibdeno en una relación Mo:Cu de 6:1.

Molibdeno (Mo)

Es parte de algunos sistemas de enzimas y actúa recíprocamente con el cobre. Demasiado molibdeno impide la absorción de cobre y produce su deficiencia.

Cobalto (Co)

Es un componente de la Vitamina B12. Es necesario para la síntesis de vitamina B12 realizada por las bacterias del rumen.

Yodo (I)

Es usada en la síntesis de hormonas tiroideas que se necesitan para las funciones múltiples en el cuerpo.

Selenio (Se)

Necesaria para la reproducción, crecimiento, función pancreática normal y función inmune apropiada. El Selenio no necesita ser complementado en regiones que tienen niveles elevados en sus suelos. Las llamas

ESTIMACIONES DEL REQUERIMIENTO DE VITAMINAS

Expresado por cada lb de alimento ofrecido

Nutrimento	para todas las fases
Vitamina A	200,000 IU/lb
Vitamina D	3,000 IU/lb
Vitamina E	1 IU/lb
Biotina	0.2-0.3 mg
dl-methionina	0.25%

Fuente: [Llamapaedia \(1997\)](#)

Vitamina A

Necesaria para la visión, vías respiratorios, crecimiento de huesos, función del sistema inmune, y como un antioxidante.

Los niveles suficientes son proporcionados por la propia conversión del animal a partir del caroteno de los heno y pasturas [Stephen \(2000\)](#)

Sin embargo, se han reportado síntomas de su deficiencia principalmente en la época seca de la región andina (Junio-Septiembre)

Vitamina D

Mantiene dientes y huesos. Necesario para la absorción intestinal de calcio y fósforo. Se han reportado síntomas de deficiencia en la zona andina.

Vitamina E

Es un antioxidante que mantiene las membranas de las células del cuerpo. Es necesario para el engorde y la reproducción. Los análisis en muestras fecales indican bajos niveles de Vitamina E en la zona andina.

Tiamina

Importante para la función del sistema nerviosa, metabolismo energético y la tensión o estrés [Stephen \(2000\)](#).

Vitaminas del complejo B

Son sintetizadas en el tracto digestivo, no necesitan ser complementadas [Stephen \(2000\)](#).

ALIMENTACIÓN

Las opciones para alimentar llamas son casi ilimitadas y mantienen muchas posibles combinaciones de materiales toscos, concentrados y suplementos comerciales.

Los factores que impiden el uso de alimentos adecuados en la zona andina, son el costo y la rentabilidad, por ello se ha estereotipado a este animal como rústico y de pradera nativa. Sin embargo experiencias demuestran que llamas jóvenes en crecimiento activo, alimentadas en base a concentrados obtuvieron pesos corporales sobresalientes, hasta llegar a 150 Kg en su madurez, disminuyendo a la vez la capacidad de su tracto digestivo.

El siguiente cuadro, proporciona estimaciones de consumo diario para algunos forrajes: Cada uno se administró en ensayos separados [\(Sell, 1993\)](#)

	Heno de pasto bromo con 87 % de MS	Heno de alfalfa con 90% de MS	Ensilaje de maíz con 26% de MS
Peso Corporal en Kg	T.C.O.	T.C.O.	T.C.O.
10	0.36	0.22	0.68
20	0.59	0.41	1.18
40	0.95	0.68	1.95
50	1.18	0.77	2.36
75	1.54	1.04	3.13
125	2.27	1.54	4.58
175	2.90	1.95	5.85
225	3.54	2.40	7.16
250	3.72	2.58	7.71

T.C.O. Alimento tal como se ofrece (incluida humedad)

PROBLEMAS COMUNES EN LA ALIMENTACIÓN DE LLAMAS

Pesos bajos al nacimiento. Debido a una mala alimentación de las madres por escasez de alimentos.

Pesos bajos al destete. Suministro de leche pobre. Mala alimentación de la madre. En la zona andina debido a una escasez de forrajes..

Crías pequeñas y de crecimiento retardado. Consecuencia de pesos bajos al destete y una mala nutrición deficiente en Fósforo y Vitamina D principalmente.

Grupos de alimentación. (FeedLot). Se recomienda dividir en animales en crecimiento, reproductores, mantenimientos y engorde.

Dientes malos. Dientes débiles y molares excesivamente afilados provocan ganancias de peso insuficientes. Son problemas claros por deficiencia de Calcio principalmente o asociados con una deficiencia de Fósforo o Vitamina D.

Capones obesos. Los capones disminuyen sus requisitos energéticos sin la influencia de testosterona. Su alimentación será diferente al de los machos normales. Para evitar mayores dificultades se recomienda establecer grupos de alimentación y dividir los animales mínimamente en grupos de: crecimiento, reproducción, mantenimiento y engorde



*Alimentando con
mamadera*



alimentador

CAPITULO 3**REPRODUCCIÓN****RESUMEN**

La hembra llega a su madurez sexual al año de edad, y si bien es posible que una hembra menor pueda quedar preñada esto no es aconsejable. El estado ideal para el primer servicio es de 12 meses de edad y aproximadamente 70 kilos de peso (60% del peso de un adulto).

El macho llega a los 2 años a su desarrollo sexual ideal y si bien se pueden producir preñeces con animales menores no es deseable con relación a la viabilidad de la cría.

La hembra no posee ciclo estral y tiene ovulación inducida la que se produce luego de la monta.

El período de gestación es de 11 meses y medio aunque se han dado casos de hasta 13 meses.

Si bien la hembra esta receptiva para una nueva monta a las 48 horas del parto es ideal dejarle un período de 7 a 10 días solos con la cría para permitir la recuperación del conducto vaginal y a la vez fomentar el vínculo madre-hijo.

Pasado éste período se deja a la hembra con el macho el que luego del cortejo la monta por espacio de 20 a 50 minutos y varias veces en el día. Separar la pareja por espacio de siete días y repetir la operación. Si la hembra no permite la monta es por que quedo preñada de la monta anterior. Si se repite la monta es por que la anterior fue negativa y se deberá repetir este esquema hasta que la hembra se muestre claramente no receptiva lo que es signo de preñez.

El desarrollo fetal es mínimo los primeros 8 meses y más rápido en los últimos 3 y los signos externos del embarazo no se perciben claramente hasta el último mes.

El parto dura entre 10 y 50 minutos y ocurre entre las 5 de la mañana y las 2 de la tarde.

La placenta se despidе dentro de las 4 a 6 horas del parto.

Es esencial que la cría mame dentro de las primeras seis horas de vida.

En hembras de primer parto verificar la existencia de leche, de no ser así, para provocar la producción de leche inyectar oxitocina subcutánea dentro de las 2 horas de ocurrido el parto.

DESARROLLO**INTRODUCCION**

Al examinar el rendimiento reproductivo de los Camelidos Sudamericanos es indispensable analizar los componentes que estan involucrados. La ovulación o numero de ovulaciones que ocurren en un servicio determinan el potencial reproductivo de la hembra; este potencial puede ser reducido por fallas en la fertilizacion o subsecuentes perdidas embrionarias o fetales. Este proceso depende de mecanismos fisiológicos susceptibles de variacion debido a factores medio ambientales, de la suerte que en la practica se trata de manejar estos factores para reducir el numero de hembras vacias.

Esta revision examina la anatomia y fisiologia del aparato reproductor femenino de los Camelidos. La informacion sobre este ultimo aspecto dista mucho de ser completa; sin embargo. se trata de integrar la informacion disponible sobre los factores involucrados en la estacion sexual, celo y ovulacion, pubertad. conducta sexual. gestacion, parto y puerperio, y se sugiere como estos factores pueden ser manipulados para propositos practicos. Finalmente se intenta identificar algunos vacios en el conocimiento, que deben merecer atencion prioritaria en la investigacion.

1. ANATOMIA DEL APARATO REPRODUCTOR FEMENINO

1.1 Ovarios

La situación de los ovarios varía con la edad y estadio reproductivo en que la hembra se encuentra. Son de forma ovalada. En alpacas, recién a los 12 meses de edad aparecen folículos de 8-12 mm de diámetro. En adultas vacías usualmente se aprecian numerosos folículos de 3-4 mm y un folículo de entre 8-12 mm, que se proyecta casi totalmente sobre la superficie ovarica. El ovario izquierdo tiene un peso similar ($2,4 \pm 1.0$ g) que el derecho ($1,9 \pm 1.0$ g). Este peso sufre modificación con la presencia del cuerpo luteo que en el caso de preñez mide 13,5 mm de diámetro y pesa 1,2-1,7 g, de tal suerte que esta estructura representa la mayor proporción del peso total del ovario. Las dimensiones del ovario son 15 mm de longitud x 12 mm de ancho x 9 mm de espesor. En la alpaca, la bursa ovarica envuelve totalmente al ovario.

2.2 Oviductos

Son tubos delgados y sinuosos que miden $20,4 \pm 4,2$ Cm de longitud, suspendidos en el mesoalpinx. A la altura del istmo, el diámetro es de 2-3 mm.

2.3 Utero

El útero es bifurcado con dos cuernos uterinos separados. Externamente, desde el punto de bifurcación a la extremidad distal, el cuerno izquierdo mide $7,9 \pm 1,3$ cm y el derecho $7,4 \pm 0,9$ cm. Internamente existe una pared medial (velo uterino) de aproximadamente 2 cm de longitud, que divide ambos cuernos.

El cuerpo del útero es pequeño (longitud 1,5 x 2 cm de diámetro). El cervix presenta 3-4 pliegues anulares; el canal cervical es sinuoso y mide alrededor de 2 cm de largo.

2.4 Vagina y vulva

La vagina mide $13,4 \pm 2$ cm de largo por 2 cm de diámetro. La hendidura vulvar tiene una dirección ventro-caudal, de aproximadamente 3 cm de longitud. La comisura labial dorsal es ligeramente redondeada y se encuentra a 2-3 cm del orificio anal. La comisura labial ventral es aguda y termina en una corta proyección cónica.

3. FISILOGIA DE LA REPRODUCCION

La mayor parte del conocimiento disponible sobre la fisiología reproductiva de los camelidos proviene, primero de la labor pionera desarrollada por estudiantes bajo la dirección del Dr. Mauricio San Martín y, luego, del trabajo del equipo fundado por el Dr. Saul Fernández-Baca en la década del 60; ambos, profesores de la Facultad de Medicina Veterinaria de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Este trabajo tuvo una orientación definida con objetivos y metas precisos. Se partió del reconocimiento de que una de las mayores limitantes de las explotaciones alpaqueras es la baja eficiencia reproductiva y no se contaba entonces con conocimiento científico sobre los procesos involucrados en la función reproductiva. En consecuencia, los objetivos fueron generar ese conocimiento y en base a este, desarrollar procedimientos de manejo para reducir las fallas reproductivas en hembras jóvenes y adultas.

3.1 Estación sexual

En Los Andes, la parición de los Camelidos domésticos coincide con la estación de lluvias (diciembre-marzo) y, en consecuencia, con una mayor disponibilidad de alimento y mejor temperatura media ambiental. Los Camelidos silvestres paren también en la mejor época del año; así, en Pampa Galeras ($14^{\circ} 40'S$) las vicuñas dan cría desde febrero a abril, con el 75% en marzo (Franklin, 1978); los guanacos de Isla Grande, Magallanes ($52-55^{\circ}S$) exhiben actividad copulatoria desde el 30 de diciembre hasta mediados de febrero, con la mayor concentración (75%) entre el 15 de diciembre y 20 de enero (Raedeke, 1979); en la Patagonia ($40^{\circ} S$) la parición de los guanacos ocurre durante noviembre y diciembre (Cabrera y Yezpez, 1940) y en Callipuy, Perú ($8^{\circ} S$) durante febrero a mayo (Franklin, 1975).

En el Hemisferio Norte, información procedente de zoológicos (Schmidt, 1973) indica que el

guanaco y la vicuña presentan estacionalidad reproductiva (mayo-agosto); la llama en cambio, tiende a reproducirse a través de todo el año. En Estados Unidos, llamas hembras y machos mantenidos en asociación permanente, dan cría durante todo el año, con mayor incidencia en los meses de abril a octubre (Patterson, 1984).

Mientras la información anterior indica que la parición de los Camelidos tiende a coincidir con la estación del año en que las condiciones medio ambientales son más favorables para la madre y la cría, estudios en la alpaca demuestran que dicha estacionalidad depende más del manejo que de influencias estacionales sobre la fisiología reproductiva. En efecto en rebaños de comunidades campesinas cuya práctica usual es mantener hembras y machos juntos a través del año, las alpacas paren solamente en los meses de diciembre a marzo, con mayor frecuencia en enero y febrero. En cambio, cuando no hay asociación permanente entre hembras y machos y se los junta periódicamente, ocurren apareamientos y preñeces en meses diferentes a los señalados (Fernández Baca y col., 1972a). Estos autores demostraron que a lo largo del año la conducta sexual fue similar a la observada en la época de lluvias; la variación mensual de la tasa ovulatoria no fue significativa aunque disminuyó a partir de agosto, principalmente en las hembras vírgenes (Cuadro 3.1). En este estudio, el 50% de las hembras eran primerizas de poco más de un año de edad; es probable que la disminución anotada este asociada a una menor disponibilidad de forraje coincidente con los meses de mayor sequía. Nótese también en el Cuadro 3.1 las tasas de fertilización, que fueron similares a las obtenidas por Fernández Baca y col. (1970) en los meses de enero a abril. Por último, en dicho estudio se midió también la sobrevivencia embrionaria hasta los 60 días y los resultados no mostraron variación atribuible a la época de servicio.

Por otro lado, en un ensayo destinado a evaluar el efecto de la extensión del empadre sobre la natalidad en alpacas, 80 hembras que quedaron vacías del empadre de febrero-marzo fueron servidas nuevamente durante mayo-junio del mismo año. De este servicio parieron 64, 31 % en abril, 58% en mayo y 11 % en junio. El desarrollo de las crías fue normal hasta los dos meses de edad en que concluyó la observación (Novoa y col., 1974).

De lo expuesto, es evidente que la alpaca hembra mantenida en rebaños separados del macho no presenta estacionalidad reproductiva; existen indicios de que la llama tiene similar comportamiento. Donde las hembras se mantienen con los machos todo el año, la parición se circunscribe a la estación de lluvias y considerando la gestación en la alpaca (342-345 días) y en la llama (348 ± 9 días) los servicios son restringidos también a dicha estación. Este comportamiento sugiere que la asociación continua de machos y hembras inhibe la actividad sexual de los machos, efecto que desaparece temporalmente en la estación del verano, debido a influencias aún no determinadas. En efecto, investigaciones realizadas por Fernández Baca y col. (1972) han demostrado que la asociación continua de ambos sexos por más de 15 días inhibe el interés sexual de los machos; este hecho ha sido reproducido tanto en machos enteros como vasectomizados y el cambio de hembras contrarresta la inhibición, reiniciándose la actividad copulatoria. Es probable que en comunidades campesinas, el reinicio de la actividad sexual después de la etapa de inactividad temporal se deba al cambio de estación, con el consiguiente cambio en la disponibilidad alimenticia o a la presencia de un mayor número de hembras receptivas como consecuencia de los partos.

Monta natural a campo



CUADRO 3.1.
Tasas de ovulación y fertilización de alpacas en diferentes meses del año
(Fernández Baca y col., 1972a).

Mes	Servidas	Ovularon		Fertilizadas		Con ovulación múltiple
	n	n	%	n	% ¹	n
Mayo	10	8	80	5 ²	83	1
Junio	10	8	80	7	88	1
Julio	9	8	89	4 ²	67	1
Agosto	15	9	60	8	89	1
Setiembre	15	10	67	5 ³	83	1
Octubre	13	9	69	7 ⁴	88	1
Noviembre	10	9	90	8 ⁴	100	0
Diciembre	10	9	90	6	67	0
Total	92	70	76	50	71	6

1 (Hembras con óvulo en división/hembras de las cuales se recuperó óvulo) x 100

2 En mayo se recuperó óvulo en una vírgen y una adulta y en julio en dos adultas.

3 No se recuperó óvulo en dos vírgenes y dos adultas.

4 No se recuperó óvulo en una adulta.

3.2 Celos y ovulación

Zuniga (1958) informó por primera vez que las alpacas no muestran ciclos estrales definidos; estos resultados fueron más tarde resumidos por San Martín y col. (1968). En el Cuadro 3.2 se podrá notar que las hembras separadas de los machos, excepto por periodos cortos de exposición para detección de celo, permanecen en estro hasta 30-40 días con periodos cortos de anestros no mayores de 48 hs. En línea con este comportamiento, Fernández Baca y Novoa (1968) observaron una presentación masiva de celo en alpacas durante los primeros días de empadre.

Esta conducta es típica de animales de ovulación inducida y se debe a que los folículos no se rompen a menos que sean estimulados por factores apropiados.

Se ha demostrado que la ovulación en la alpaca depende del estímulo coital y ocurre 26 hs después de la copula (Rodríguez, 1959; San Martín y col., 1968); también puede ser inducida artificialmente mediante inyecciones endovenosas de HCG, que varían desde 10 a 1600 U.I (San Martín y col., 1968) o de GnRH en dosis de 4,8 mg (Sumar y Bravo, 1981). También en la llama la ovulación es inducida por la copula (England y col., 1969; Sumar y col., 1988; Bravo y col., 1990a y b). Es probable que la vicuña también tenga este comportamiento, dado que cinco hembras con folículo de tamaño ovulatorio, verificado a la palpación rectal en el mes de noviembre recibieron cada una 750 U.I de HCG y después de 72 horas se constató mediante laparoscopia la presencia de cuerpo lúteo reciente (Novoa, 1988, inédito).

Por otro lado, sobre la efectividad de la respuesta ovulatoria. Fernández Baca y col. (1970) demostraron que las montas por machos impedidos para copular (mandil protector en zona genital) resultó en bajo porcentaje de ovulación, similar al testigo. En cambio, el servicio con introducción de pene tanto de machos enteros como vasectomizados elevó significativamente la tasa de ovulación (Cuadro 3.3). Nótese que alrededor de 20-30% de hembras no llegaron a ovular después de uno o más servicios; en cambio, las inyecciones I.M. de HCG resultaron en 100% de ovulación. Fallas ovulatorias pos copula fueron también encontradas por Bravo y col. (1987) y no se tiene aún una explicación satisfactoria.

Vivanco y col. (1985) informaron que en la alpaca la descarga ovulatoria de LH está asociada con niveles altos de estrógenos, hecho que ha sido confirmado por Sumar y col. (1988). Estos autores encontraron en alpacas y llamas una elevación brusca de los niveles de estradiol (de 100-200 a más de 700 pmo/l) como consecuencia de la copula y fue seguida de ovulación y de formación de cuerpo lúteo.

Por otro lado, Bravo y col. (1990) registraron en llamas una correlación positiva significativa entre tamaño folicular y concentración de estrógenos conjugados en la orina. Sin embargo, a pesar de la presencia de folículos preovulatorios, las concentraciones de LH fueron de 1 mg/ml o menos. Es más, Bravo y col. (1990b) demostraron en llamas que la copulación es necesaria para la descarga ovulatoria de LH y no los estrógenos.

Mientras los resultados descritos son contradictorios, no se puede ignorar la interrelación que existe entre los estrógenos y las gonadotropinas. El estradiol facilita la fijación de FSH por las células de la granulosa y juntos generan receptores para LH. Esta hormona, a su vez, es esteroideogénica, facilitando la maduración folicular (Baird y McNeilly, 1980).

En llamas (Bravo y col., 1990a) y en alpacas (Bravo y Sumar, 1989) se han descrito ondas foliculares que duran 9-13 días, tiempo necesario para que un folículo de 3 mm de diámetro alcance su madurez (8-12 mm) y luego regresione para dar paso a uno nuevo. De este tiempo, la fase de crecimiento (de 3 a 8-12 mm) dura $4,8 \pm 1,5$ días y la fase madura o preovulatoria (8-12 mm), $5,0 \pm 1,6$ días. Aunque las hembras aceptan al macho, es probable que el servicio sea más efectivo en inducir la ovulación cuando los folículos se encuentran en la fase preovulatoria; esta explicación parece razonable desde que las hembras que no ovulan como consecuencia de un primer servicio logran hacerlo si son reservadas 7-15 días más tarde (Novoa, 1990).

En un empadre a campo durante febrero a marzo se observó que la alpaca continúa en celo después de la copula (Cuadro 3.4). Es probable que las hembras que fallan en ovular continúen en celo hasta recibir el estímulo capaz de inducir la ovulación; por otro lado, las hembras que llegan a ovular siguen en celo mientras transcurre un tiempo (3-5 días) necesario para que el cuerpo luteo inicie su actividad secretora (Fernández Baca y col., 1970b) y, en las que no preñan, alcanza su máximo desarrollo y capacidad secretora a los días 8-9 días y luego declina abruptamente, de tal suerte que los días 12-13, la concentración sanguínea de progesterona se encuentra en niveles basales (Cuadro 3.5). En las hembras preñadas, en cambio, el tamaño y actividad del cuerpo luteo alcanzados el día 8, permanecen estables, excepto una ligera disminución que se nota el día 13 pos copula. En este caso, las hembras no vuelven a mostrar celo (Fernández Baca y col. 1970).

Existe alternancia de ovarios en el desarrollo folicular (Bravo y col. 1990) de tal suerte que no existe diferencia funcional significativa entre ambos ovarios. Así, Fernández Baca y col. (1973) de un total de 928 observaciones encontraron que 50,9% de cuerpos luteos estuvieron ubicados en el ovario derecho y 47,4% en el izquierdo. Se ha informado también ovulación múltiple en 10% de las hembras; sin embargo, no se registran nacimientos de mellizos (Fernández Baca, 1971).

3.3 Pubertad

En alpacas, es práctica generalizada iniciar la reproducción de las hembras a los dos años de

CUADRO 3.3.
Número de hembras en celo que ovularon después de diferentes estímulos
(Fernández Baca y col., 1970a)

CUADRO 3.5.
Concentración sanguínea de progesterona ($\bar{X} \pm$ error estándar)

CUADRO 3.4
Clasificación de hembras de acuerdo al número y frecuencia de servicios recibidos (Fernández Baca y Novoa, 1968a).

Número y frecuencia de servicios	Rebaño A		Rebaño B		Progesterona (mg/ml)
	n	%	n	%	
a) uno o más en un solo día	61	30.5	2	10.0	18.3
b) uno o más en 2-4 días	11	5.5	5	25.0	36.0
c) varios servicios separados por 5 o menos días	26	13.0	2	10.0	1.0
d) varios servicios con intervalos mayores de 5 días	75	37.5	10	50.0	3.5
e) ningún servicio	27	13.5	1	5.0	HCG. positivas

Datos basados en 200 (rebaño A) y 20 (rebaño B) hembras.

edad; la tasa media de natalidad es alrededor de 50%; la mitad produce su primera cria a los 3 años y el resto a los 4 o mas años. Una practica similar se sigue en llamas. Por otro lado, se sabe que las vicuñas (Franklin, 1978) y guanacos silvestres (Raedeh, 1979) tambien producen su primera cria a los tres años de edad. Sin embargo, observaciones en alpaca (Fernandez Baca y Novoa, 1968b) mostraron que las hembras de un año de edad exhiben una conducta sexual similar a la observada en adultas; estudios posteriores permitieron comprobar que las tasas de ovulacion y fertilizacion no eran diferentes entre hembras adultas y las de un año de edad (Fernandez Baca y col, 1970) y, que las tasas de paricion, peso corporal y sobrevivencia de las crias resultantes de las hembras de un año eran similares a las de las adultas (Novoa y col., 1972). Este estudio tambien demostro que las hembras que alcanzan 60% (33-36 kg) de su peso adulto se reproducen sin problemas. En las condiciones de pastoreo natural en Los Andes, dicho peso puede ser alcanzado a la edad de 12-14 meses. En el Cuadro 3.6 se muestran resultados reproductivos de hembras servida da los 12-14 meses de edad. En estos tres casos se uso el mismo metodo de empadre, variando solamente la duracion; notese los resultados de Codorena (1979) quien uso un empadre mas prolongado, lo que permitio que las hembras las que inicialmente no tenian el peso sufiiciente a medida que avanzaba el tiempo y, por tanto, tuvieran mayor oportunidad de crecer en la estacion de lluvias en que hay mas pasto.

Estos resultados demuestran que la practica generalizada de iniciar la reproducción en hembras de 2 años de edad carece de fundamento tecnico y produce perdidas innecesarias. Es mas, es posible elevar la eficiencia reproductiva mejorando el ambiente nutricional de los animales en crecimiento o mediante seleccion por peso corporal o a traves de ambos procedimientos.

3.4 Conducta sexual

La conducta sexual en Camelidos ha sido descrita por Fernandez Baca y Novoa(1968), Koford (1957) Y Raedeke (1979). El coito es precedido de una fase exploratoria en que el macho persigue a la hembra emitiendo sonidos ritmicos. El macho al ser introducido en un rebaño de hembras, embiste inmediatamente a la primera hembra que tiene a su alcance. La hembra, al ser requerida, usualmente emprende veloz carrera hasta que finalmente, si esta en celo, se para y se deja montar de pie, para luego caer echada sobre su vientre y aceptar la copula. En contraste , con esta conducta, otras hembras en celo se acercan cautelosamente a las parejas que estan en apareamiento, huelen al macho y luego se echan al suelo permaneciendo a veces en esa posicin por todo el tiempo que dura la copula. Algunas hembras montan a otras que estan echadas, ejecutando movimientos pelvicos similares a los del macho. La hembra no receptiva, al ser requerida por el macho, trata de escapar por todos los medios y se defiende pateando y escupiendo.

Durante la copula, la hembra permanece de cubito ventral como en reposo, y el macho sobre ella, abrazandola con sus miembros anteriores. Mientras la hembra muestra una actitud de relativa calma, el macho se muestra excitado, respira agitadamente, dilatando y contrayendo los ollares ritmicamente. Al inicio de la monta, el macho ejecuta movimientos pelvicos vigorosos de aproximacion y retiro, tratando probablemente de lograr la introduccion del pene; luego se adhiere fuertemente a la hembra, ejecutando ocasionales movimientos pelvicos.

CUADRO 3.6
Resultados reproductivos de alpacas servidas a los 12-14 meses de edad

Autor	Alpacas servidas n	Crias nacidas %	Duración empadre días
Novoa y col. 1973 ¹	475	77.3	60
Condorena y Velasco 1979 ²	225	85.6	93
	225	88.1	91
Leyva y col. 1977 ³	136	57.4	45
	136	59.3	45

No es posible ni en la hembra ni en el macho observar signos indicativos del momento en que ocurre la eyaculacion. Se ha informado que la deposicion del semen es intrauterina (Franco y col., 1981)

La duracion de la copula es variable. En empadre libre, donde hay competencia entre machos, se registra $8,1 \pm 5,4$ minutos; en cambio, en empadre controlado con un solo macho, el tiempo es $17,5 \pm 12,1$.

Finalizada la copula, el macho se pone de pie y a menudo acomete inmediatamente a otra hembra, bien sea a una de las echadas a su lado, a otra del rebaño repite la copula con la misma hembra.

3.5. Gestacion

La gestacion en Camelidos en general dura alrededor de 11,5 meses y las crias nacen en un estado avanzado de desarrollo (Cuadro 3.7).

A pesar de que la actividad ovulatoria de ambos ovarios es similar, la implantacion de los embriones se localiza en el cuerno uterino izquierdo. En el Cuadro 3.8 se podra notar que en el 98,4% ($n=928$) de las hembras estudiadas entre 4 a 10 meses de preñez, el feto estuvo localizado en el cuerno izquierdo.

CUADRO 3.7
Algunos datos biológicos sobre Camélidos Sudamericanos

Parámetros	Llama	Alpaca	Guanaco	Vicuña
Gestación (d)	348.0 ± 9.0 350.0 ± 4.0	345.0 ± 0.1 341.0 ± 0.4	345 ± 7	343.0 ± 7.0
Peso al nacer (kg)	11.9 ± 1.6	6 - 8	8 - 15	4 - 6
Peso al destete (kg)	45.4 ± 7.2	25 - 35	—	—
Peso adulto (kg)	115.7 ± 22.0	58.3 ± 9.0	110 - 115	35.3 ± 1.6

Fuentes: San Martín y col. (1968); León y col. (1990); Schmidt (1973); Calderón y Fernández Baca (1972); Franklin (1978); Raedeke (1979).

CUADRO 3.8
Relación entre la localización del cuerpo luteo y el embrión en la alpaca
(Fernández Baca y col., 1973).

Localización C. Lúteo	Hembras		Hembras con embriones en	
	n		Cuerno derecho	Cuerno izquierdo
Ovario derecho	472	(50.9%)	12 (2.5%)	460 (97.5%)
Ovario izquierdo	440	(47.4%)	3 (0.7%)	437 (99.3%)
Ambos ovarios	16	(1.7%)	0	16 (100.0%)
Total	928		15 (1.6%)	913 (98.4%)

CUADRO 3.9
Localización de embriones y cuerpos lúteos en alpacas preñadas
a varios intervalos pos cópula (Fernández Baca y col., 1970c).

Días pos cópula	n	Ovularon (n)	Preñadas		Embriones en cuerno izquierdo (%)
			n	%	
3	20	16 ^a	14 ^b	70	56
28-31	20	—	7 ^c	35 ^d	87
40-45	20	—	7	35 ^d	71
87-95	20	—	8	40 ^d	100 ^d

^a Dos hembras con ovulación múltiple. ^b Se recuperaron 16 embriones de 14 hembras. ^c Se recuperaron 8 embriones. ^d Significativamente diferentes ($P < 0.05$) de valores del día 3.

También se notara que a pesar que el 1,7 % de las hembras tuvo un cuerpo luteo en cada ovario, ninguna presentó preñez doble. Es interesante destacar que el número de preñeces con cuerpo luteo el ovario izquierdo no difiere de aquellas con cuerpo luteo en el ovario derecho, lo que parece indicar que las pérdidas embrionarias por efecto de la migración de derecha a izquierda no son importantes. La migración en sentido contrario es mínima (0,7%) Y en los casos de ovulación doble, la pérdida de uno de los embriones probablemente se debe a que el cuerno izquierdo solo permite el desarrollo de un embrión. Existen indicaciones de que este fenómeno también ocurre en llamas (Leiva comunicación personal) y en guanacos (Racdeke, 1979).

Existe evidencia de que la actividad luteolítica del cuerno derecho en la alpaca tiene acción local, mientras el cuerno izquierdo tiene efecto tanto local como sistémico; es decir, actúa también sobre el ovario derecho. Esto indicaría que el embrión procedente del ovario derecho debe migrar al izquierdo para sobrevivir (Fernández Baca y col., 1979). Por otro lado, se ha demostrado que en hembras sin ovario y cuerno uterino izquierdos (removidos quirúrgicamente), el ovario derecho ovula y mantiene preñeces normalmente (Bravo y col., 1987).

Con respecto a la sobrevivencia embrionaria, las comparaciones entre el número de ovulos fertilizados que fueron recuperados a los 3 días pos servicio y el número de embriones presentes en estadios posteriores, demostraron que alrededor de 50% sobreviven después de 30 (Hs de gestación (Cuadro 3.9). Los factores involucrados en esta pérdida son desconocidos; sin embargo, se ha demostrado que las hembras que fallaron previamente en producir un feto viable no están totalmente impedidas de quedar preñadas y llegar a término, si son servidas nuevamente (Novoa y col., 1970). Con un manejo intensivo durante el empadre y el servicio repetido de estas hembras que retornan en celo, se puede fácilmente elevar el porcentaje de natalidad de 50 a 80%.

Los niveles de progesterona sanguínea en alpacas preñadas cambian de 0,66 ng/ml el día 3, a 2,2 ng/ml el día 8, manteniéndose elevada por lo menos hasta 90 días en que concluyó el estudio (Fernández Baca, 1970); estas hembras con niveles elevados de progesterona no exhiben celo, lo cual facilita el diagnóstico de hembras preñadas. Este hecho fue también confirmado mediante palpación rectal en exámenes sucesivos a 30, 45, 60, 90, 180, 210 Y 240 de preñez (Calderón y col., 1970).

Por otro lado, Sumar y Leyva (1981) demostraron en alpacas que el cuerpo luteo es indispensable para el sostenimiento de la preñez durante los 10 primeros meses. La destrucción del cuerpo luteo en el 11^o mes no provocó el aborto y aunque las crías nacieron cerca de término, tuvieron bajo peso y alta mortalidad.

En llamas preñadas, los niveles de progesterona comienzan a incrementarse a los 5 días posmonta

y permanecen elevados (> 2.0 ng/ml) a través de toda la preñez, excepto alrededor de las 2 últimas semanas en que empiezan a declinar, llegando el día del parto a <0,5 ng/ml (Leon y col., 1990). Similares resultados han sido informados por Faote y Huie (1987) y Urquieta y col. (1986).

3.6 Parto y Puerperio

Los partos en Camelidos ocurren solamente desde las 05.00 hasta las 14.00 horas (BusLirna y col., 1970; Sumar y col., 1978). Similamente a lo descrito en otras especies, en la cría alpaca se incrementa el cortisol plasmático inmediatamente antes y durante el parto; es posible que esta sustancia juegue un rol en la iniciación del parto en esta especie. Sin embargo, se desconoce el mecanismo que estimula a los animales a parir dentro de este horario, tampoco los mecanismos maternos que lo controlan. A 4.200 m de altitud en Los Andes, las temperaturas nocturnas son bajo cero; en cambio, en las horas indicadas la temperatura es más abrigada y menor la precipitación pluvial. En el hemisferio norte también se ha descrito este fenómeno en vicuñas en cautiverio (Schmidt, 1973). El primer estadio del parto comienza con la relajación cervical y contracciones uterinas que empujan al feto hacia la pelvis, dilatando la cervix. Este estadio dura de 20 minutos a 2.5 horas; el segundo estadio o expulsión del feto dura de 8 a 40 minutos y el tercero o expulsión placentaria de 42 a 120 minutos. La placenta es de tipo epiteliocorial difuso (Steven y col., 1980) y nunca se produce retención placentaria.

Las alpacas y llamas son excelentes madres; jamás rechazan sus crías y por el contrario es usual observar que aceptan cualquier cría en el rebaño.

Los camelidos presentan celo inmediatamente después del parto; sin embargo, la ovulación solo ocurre a partir de los 10 d. completándose la involución uterina a los 20 días posparto (Sumar y col., 1972); durante este proceso nunca se observa descarga uterina. Datos de Leon y col. (1990) muestran que en la llama, los niveles de progesterona descienden a niveles basales el día del parto (0.5 ng/ml); paralelamente, los niveles de estrógenos se incrementan en la última semana de la preñez para después declinar durante la primera semana posparto, y el cortisol sufre un ligero incremento asociado con el parto.

4. MANEJO Y CONTROL DE LA REPRODUCCION

El ciclo reproductivo de los Camelidos es anual; sin embargo, en el período preparto coincidente con la sequía, las hembras preñadas pierden peso y si no logran recuperarlo en la estación de lluvias es probable que queden vacías hasta el próximo año. Hay indicios de que esto ocurre, ya que hembras vacías de empadres anteriores, comparadas con las lactantes, tienden a tener mayores pesos corporales y tasas de ovulación y sobrevivencia embrionaria (Novoa). El manejo, entonces, en las condiciones de crianza de Los Andes debe estar dirigido a minimizar el número de hembras vacías. Para este efecto, la información sobre la fisiología reproductiva antes anotada ha mostrado ser de gran utilidad en la práctica.

Integrando dicho conocimiento hoy sabemos porque muchas hembras potencialmente fértiles no preñan. A continuación se hace un resumen:

1. La ovulación es inducida por la copula .

2. Existen ondas de crecimiento folicular, pero las hembras tienden a mostrar celo continuo a través del año.

3. Lo anterior determina que los machos tengan un trabajo sexual intenso los primeros días del empadre y luego declinan su actividad.

4. Después del parto, la hembra presenta celo inmediatamente pero solo está apta para concebir a partir de 10-15 días posparto

5. Si ocurre la copula alrededor del 20% de las hembras fallan en ovular y en las restantes por lo menos 90% son fertilizadas, pero un 40% de estos embriones mueren el primer mes de vida.

6. Tanto las hembras que no ovulan como las que no son fertilizadas y las que pierden el embrión vuelven a presentar celo. y si son reservadas tienen posibilidad ,de concebir y llevar una preñes a termino

7. La asociación continua de machos y hembras por mas de 15 dias inhibe la acuvidad sexual de los machos. La inhibicion se rompe cambiando a las hembras o haciendo trabajar a los machos en forma discontinúa por periodos cortos de exposicion con las mismas hembras.

8. Las hembras de 12-14 meses de edad estan capacitadas para reproducirse si alcanzan 60% de su peso corporal.

De lo anterior se podra desprender que mantener la actividad de los machos resulta determinante para lograr el servicio de las hembras que por diferentes razones retornan en celo. Es tambien importante permitir un descanso sexual pos parto de 10-15 dias, para evitar infecciones mientras ocurre la involucion uterina. Es obvio que se necesitan machos sanos que produzcan espermatozoides.

Con las consideraciones anteriores se ha desarrollado un sistema de manejo de machos consistente en usar un total de 6% de machos, de los cuales el 50% inicia el empadre por un lapso 7 dias, al termlo del cual Son reemplazados por el 50% restante y por un lapso igual. Asi, alternando periodos de trabajo y descanso se continua por 8 semanas o mas. Mientras mas se prolonga la duracion del empadre siguiendo este sistema, mayor es el numero de hembras que logran preñar (> 85%). Este metodo es ulil en rebaños grandes.

Siguiendo el mismo principio se puede desarrollar procedimientos que se ajusten al tamaño del rebaño, disponibilidad de mano de obra, etc. En la Facultad de Medicina Veterinaria de Lima se tiene un rebaño de 40 alpacas, donde las hembras son llevadas al macho solamente para la monta, que in variablemente ocurre el primer o segundo dia de exposicion y en forma inmediata. Luego cada hembra servida es expuesta nuevamente al macho 15 dias despues de la monta y si acepta es nuevamente servida, y la que rechaza vuelve simplememe a su corral. Así se sigue por dos o tres veces. lograndose que la mayoría preñe.

En las comunidades campesinas donde machos y hembras estan en asociacion continua por falta de mano de obra o instalaciones, se puede intercambiar machos entre criadores por periodos de 15 dias durante el empadre. Esto tendria el beneficio adicional de reducir la consanguinidad, que es un problema en dichas explotaciones.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Si bien debe estimularse y apoyarse la investigación y generación de tecnologías nuevas como alternativas futuras, el incremento actual de la Reproducción no depende tanto de ello sino de aplicar la tecnología ya generada; ya sabemos porque no se preñan los animales y conocemos los correctivos para elevar la natalidad de 50 a mas del 80%. Esta tecnología debe ser adaptada particularmente a las condiciones del pequeño productor de las comunidades rurales donde se encuentra la mayor población de camélidos.

Si bien la reproducción básica es gobernada por mecanismos fisiológicos, estos son influidos por variaciones medio ambientales. En los ambientes de Puna, la reproducción debe ser regulada en concordancia con los otros componentes del sistema. De esencial interés es ajustar el ciclo reproductivo a la época del año. El objetivo debe ser explotar mejores oportunidades para lograr máximos de ovulación, fertilización, implantación y sobrevivencia de embriones y fetos, asegurar condiciones favorables para la sobrevivencia de la madre y la cría, y que el incremento en el número de animales coincida con los incrementos estacionales de la pradera natural o de la disponibilidad de pastos cultivados.

Considerando el periodo de gestación de los camélidos, fácilmente se puede atrasar o prolongar el tiempo de empadre para acomodar la parición y subsiguiente reproducción al mejor momento alimenticio de la pradera natural. Para esto hace falta estudios sobre la interrelación de nutrición y reproducción tanto en hembras jóvenes y adultas, hembras lactantes y preñadas.

Capitulo extraido del libro

Avances y perspectivas del conocimiento de los camélidos sudamericanos de Saul Fernandez Baca

Biblioteca de la FAO.

2. ANATOMIA DEL APARATO REPRODUCTOR MASCULINO

Descripcion

I. Cuidad pelviana del llama macho

Pliegues peritoneales

Los recessos peritoneales, ubicados dentro de la cavidad pelviana son muy caudales y llegan a la altura de la articulacion sacro-coxigea. El mesorrecto acompaña al recto hasta que este hace protusion por fuera de la cavidad pelviana. El pliegue genital se halla ubicado sobre la vejiga y en el se encuentran los conductos deferentes y las ampollas del conducto deferente, los uréteres y el utero masculino, estructuras que acompañan hasta llegar al cuello de la vejiga.

Los ligamentos laterales de la vejiga unen las paredes laterales de la cavidad pelviana con la vejiga y luego se continúan con el pliegue genital.

El ligamento vesical medio o pubo-vesical es mas caudal, mas corto y grueso, se ubica sobre el cuello de la vejiga a la cual une al piso de la cavidad pelviana.

II Aparato reproductor masculino

Testiculos:

Ambos testiculos poseen el mismo tamaño. El tamaño testicular es normalmente pequeño en los Camelidos Sudamericanos. De forma ovoide, con el eje longitudinal dirigido hacia caudo-dorsal, tienen un largo de 4 cm. x 2,60 cm. de ancho; el peso aproximado es de 17 grs. y el peso relativo de 0.18% del peso corporal.

Las superficies medial y lateral son convexas. Los extremos craneal y caudal son redondeados.

En dorsal hallamos el borde de insercion del epididimo, es recto. El borde ventral es libre y convexo. Presenta una albuginea gruesa que se continua recubriendo el epididimo por su lado medial. Con un poco de practica se puede palpar en dorsal de los testiculos la cabeza, cuerpo y cola del epididimo.

Escroto

Los testiculos se encuentran en la region perineal protegidos por un escroto sesil. Estan situados bajo el arco isquial a unos 10 a 12 cm. distal al ano. Tiene forma ovalada. Internamente se halla dividido por un tabique o septum formando dos cavidades donde se alojan los testiculos. Se halla cubierto por abundantes pelos delgados y se presenta untuoso al tacto. Es de consistencia membranosa y delgado. Se halla dividido externamente por un rafe epididimo nos se continua con el rafe prepucial.

Ubicado en el borde dorsal del testiculo, presenta las CABEZA sobre la parte craneal del testiculo, el CUERPO aplanado de dorsal hacia ventral e insertado en el testiculo mediante el mesorquio. Entre el cuerpo del epididimo y el testiculo se presenta un receso lateral limitado por el mesoepididimo. La COLA menos extensa se relaciona con el extremo caudal del testiculo donde emerge el conducto deferente.

Conducto deferente

Mide en total unos 40 cm. con un grosor aproximado de 1 mm. Se origina en la cola del epididimo, como una estructura flexuosa en craneo-medial, envuelto por un pliegue de tejido conectivo derivado del mesorquio.

Se dirige hacia el canal inguinal, en medial del cordón espermático, para atravesarlo y dirigirse hacia dorsal y caudal e introducirse en la cavidad pelviana y colocarse en el pliegue genital. Al alcanzarlo sufre un pequeño ensanchamiento denominado AMPOLLA DEL CONDUCTO DEFERENTE.

Cordón espermático

Ambos son de forma alargada y angosta. Se origina en el borde craneal del testiculo hasta el anillo inguinal externo. Envuelto por la lamina parietal de la tunica vaginal. No se pueden observar las fibras musculares del músculo cremaster interno dentro del cordón espermático. Sobre el anillo inguinal externo, se encuentra cubierto en parte por el nódulo linfático inguinal superficial muy grande en esta especie.

Glandulas accesorias

Se presentan la prostata y las glandulas bulbouretrales. No se desarrollan las glandulas seminales.

Prostata

Esta ubicada sobre la uretra pelviana, rodeando parcialmente el cuello de la vejiga y la desembocadura de los conductos deferentes. Son pequeñas, mide 1,5 x 0,8 cm. cada lobulo, el istmo mide 1 cm. x 1 mm. y pesan unos 3 grs.

Formado por dos lobulos laterales unidos por el istmo prostatico. La parte dorsal es convexa y separada de la opuesta por el istmo corto y espeso. La ventral es concava, apoyada sobre la uretra pelviana por donde ingresan numerosos conductos prostaticos que desembocan a traves de pequeños orificios en la superficie lateral del coliculo seminal.

La porcion diseminada rodea a la uretra pelviana y tiene un grosor de unos 3 mm. Se estan realizando cortes histologicos para determinar su extension.

Glandulas bulbouretrales

Son glandulas pares de forma oval. Ubicados sobre la uretra pelviana, muy proxima al arco isquiatico. Tambien son pequenas, miden aproximadamente 1,5 x 1 cm. y pesan unos 4 grs. Estan cubiertas por el musculo bulbouretral. De consistencia dura y fibrosa en su rafe medial presenta fibras musculares. Cada glandula presenta un conducto excretor que desemboca en un pequeño diverticulo en la linea medial del istmo uretral.

Pene

Se extiende desde la arcada isquiática a la región umbilical del abdomen.

El pene extendido mide aproximadamente 40 cm. de largo, pero en el prepucio mide unos 18 a 25 cm. de extensión.

La RAIZ del pene esta fijada al arco isquiático por dos pilares fibrocavernosos que se unen para originar al cuerpo del pene.

El CUERPO del pene tiene forma cilíndrica, hacia dorsal forma el surco dorsal del pene donde se alojan los vasos y nervios dorsales del pene. En el surco ventral se encuentra el surco uretral que contiene la uretra. El cuerpo del pene es fibromuscular como en rumiantes y cerdo y presenta una flexura sigmoidea preescrotal.

El EXTREMO LIBRE del pene mide unos 8 cm. de longitud y corresponde un cuarto de la longitud total del órgano. Se presenta retorcido hacia craneal, en sentido de las agujas del reloj. El diámetro disminuye a medida que se acerca al extremo craneal. La extremidad craneal es puntiaguda y termina en dos puntas, siendo la mas corta el proceso uretral. La luz de la uretra peneana es muy estrecha y se ubica en el limite del proceso uretral y el proceso cartilaginoso. La otra punta es el proceso cartilaginoso con forma de gancho; es de consistencia dura; serviría para dilatar el cervix durante la prolongada copulacion de estas especies.

Prepucio

En estado de reposo sexual es retroflexo y apunta hacia caudal, haciendo que la orina salga hacia atras, entre las piernas.

Con el estimulo sexual el prepucio es dirigido hacia craneal por un fuerte musculo protractor.

El prepucio, libre, esta unido al abdomen por un pliegue de piel. Formado por dos laminas, una lamina externa cubre lateral y ventralmente la porción libre del pene; la lamina interna forma la cavidad prepucial de unos 9 cm. de profundidad.

El orificio prepucial se encuentra a unos 15 cm. caudal de la cicatriz umbilical, orientado hacia caudal, carece de pelos y en estado de relajacion parece ser muy estrecho. En posicion lateral al prepucio se localizan dos pares de glándulas mamarias rudimentarias.

MANEJO REPRODUCTIVO DEL MACHO Y SISTEMAS DE EMPADRE

1 Inspeccion y cuidado de los machos

El empadre es una actividad muy importante en el proceso productivo, dirigido a obtener el mayor numero de crias, con el proposito de asegurar la renovacion de la poblacion, el mejoramiento genetico y una adecuada saca de animales para los mercados. La condicion fisica y la salud general de los machos antes y durante el empadre es de vital importancia, ya que estos estan expuestos a un intenso trabajo, con un consumo de energia corporal considerable,

1.1 Estado General

Debe ponerse especial atencion a los signos de salud, tales como aspecto general, buen movimiento y ausencia de cojera, buena condicion y uniformidad de la fibre, alimentacion y rumia activa y ausencia de heridas o abscesos visibles.

La inspeccion de la boca y denticion es importante; la vida util productiva de los machos esta relacionada con una buena denticion. Aquellos que presenten una buena oclusion mandibular, con los incisivos cerrados firmemente, tendran mas facilidad de alimentarse, los que presenten prognatismo mandibular superior o inferior deberan descartarse como reproductores, pues son anomalías hereditarias.

Una buena conformacion de patas y pezuñas es altamente deseable, para animales que tienen que movilizarse muchos kilometros diarios en busca de sus alimentos. Debe evitarse el sobrecrecimiento de las uñas y prevenir las pederas o heridas. Descartar a los machos que presentan cualquier tipo de polidactilia. Los ojos requieren de un examen cuidadoso para detectar cualquier inflamación o alteracion. Igualmente, debe evitarse el uso de machos que presenten ectoparasitos o cualquier signo patológico que interfiera con su actividad sexual.

1.2 Examen de los organos genitales extemos

Este examen debe comprender el escroto, ambos testiculos, pene y prepucio, por inspeccion visual y palpacion digital. El escroto debe estar libre de heridas, inflamaciones o lesiones traumaticas. Los testiculos deben estar dentro de las bolsas;escrotales, deslizarse libremente en ellas y ser mas o menos del mismo tamaño; debe verificarse el tamaño de acuerdo a la edad del animal y la consistencia debe ser firme, turgente y elastica, y no presentar signos de dolor o calor. Con un poco de practica se puede palpar las partes del epididimo, cabeza, cuerpo y cola, comprobando su existencia y normalidad. El prepucio debe examinarse para descartar heridas, ulceras, dermatitis, adherencias o secreciones purulentas; el pene debe ser protruido del prepucio y sostenido entre el indice y el pulgar con una gasa, examinar por ulceras, heridas, desviaciones y adherencias. Deben descartarse aquellos ejemplares que presentan hipoplasia uni o bilateral de cualquier grado, criptorquidismo uni o bilateral, quistes palpables, asi como cualquier otra alteracion.

2 Sistemas de empadre

Hasta antes de la decada de los cincuenta, en que se inicio el estudio sistematico y multidisciplinario de la alpaca, se conocian basicamente tres sistemas de empadre, que eran los siguientes:

1. Continuo: en que machos y hembras estaban juntos todo el año; este sistema era practicado por la mayor parte de los criadores, especialmente en comunidades y parcialidades, y pequeños criadores, que no tenian mas de 50 animales por propietario o familia. Un macho escogido por el propietario en el rebaño, ejercia la paternidad y dominancia y el resto de machos adultos eran generalmente castrados, quedando de reemplazo algunos ejemplares juvenes. Con este sistema, los porcentajes de natalidad son del orden del 40-50% (Garcia, 1974).

2. Monta a mano: descrita por Calderon-Lynch (1956), en la que despues de escoger las hembras en celo de un determinado rebaño y dia, se procedia a amarrar los miembros posteriores de la hembra de tal manera de hacerla tomar la posicion de sentada, para luego ponerle un macho o "jaynachu" que la cubria facilmente. Este sistema, que en Bolivia se denomina "chajruyapina" ha sido descrito por Huanaco y Rodriguez (1986) en alpacas, quienes lo compararon con el empadre alterno, logrando con este ultimo 22% mas de fertilidad

e indicando que para el chajruyapilla se requiere una gran cantidad de machos y uso intenso de mano de obra.

3. Empadre tradicional: consiste en colocar durante el periodo de empadre. que puede ser de dos o tres meses, un 5 o 6% de machos, pudiendo hacerse un refuerzo de machos a medio em padre con un 2% adicional. Este sistema es una extrapolacion de los sistemas de empadre de ovino y fue empleada por las grandes haciendas con mas de 500 hembras en su explotacion. Con este sistema, los porcentajes de fertilidad no superan el 65%.

En general, los bajos porcentajes de fertilidad que se observan en las diversas modalidades de explotacion y con diversos sistemas de empadre podrian, entre otras causas, obedecer al inadecuado manejo reproductivo de los rebaños; en las explotaciones medianas y grandes, el sistema de empadre seguia similares lineamientos que el usado en ovinos, pese a las marcadas diferencias existentes entre ovinos y alpacas en su fisiologia reproductiva. Las practicas de manejo de las alpacas durante el empadre deben guardar relacion con las particularidades propias de las mismas. Asi, por ejemplo, en el ganado ovino, la incidencia de hembras en celo se distribuye a lo largo de los 17 dias del ciclo estral, mientras que en la alpaca, la mayor incidencia corresponde a la etapa inicial del empadre. En consecuencia, los machos despliegan una intensa actividad sexual durante la etapa inicial (Fernandez-Baca y Novoa, 1968). Por otro lado Fernandez-Baca y col (1972) demostraron que la asociacion continua de machos y hembras, como sucede en la mayoria de explotaciones, resulta en una inhibicion sexual de los primeros hasta su completa cesacion. Esto hace que las hembras que vuelven a presentar celo, ya sea despues de una ovulacion no seguida por fertilizacion o despues de que ocurra la perdida del embrión, no tengan una nueva oportunidad de ser servidas. Un factor agravante puede ser la dominancia ejercida por aquellos machos que impiden la actividad sexual de los dominados.

A base de estas observaciones se diseño un metodo de empadre al que se denomino "Empadre Altemo" y consiste en usar un total de 6% de machos: de estos, la mitad (3%) inicia el empadre por un lapso de 7 dias, al termino del cual son reemplazados por la otra mitad (3%) y por un lapso de tiempo similar. Esto permite que en cada periodo de empadre el 50% de los machos descansen y se rompa cualquier jerarquia entre los mismos, alreternadamente, durante las 8 semanas que dura el empadre (Novoa y col, 1973). Llevado a la practica en una cooperativa agraria, donde una tercera parte de las hembras eran primerizas de un año de edad, se obtuvieron los resultados que llegaron a 81,1% de natalidad.

La clara ventaja del empadre altemo sobre los otros metodos radica probablemente en que se mantiene activo el interes sexual de los machos, previniendo el agotamiento fisico y el efecto negativo del establecimiento de jerarquias de dominancia, dando oportunidad de ser servidas nuevamente a aquellas hembras que perdieron el embrión o no fueron fecundadas.

Mas adelante, Condorena y Velasco (1978) compararon el sistema de empadre altemo con un sistema consistente en 10 etapas de exposicion de tres dias, que se alternaban con etapas de 3 dias de descanso, por un tiempo total de 93 dias y con solo el 2,6% de machos; los porcentajes de preñez fueron de 88,1 y 85,6% para el empadre altemo y empadre/descanço, respectivamente. El mismo empadre altemo fue objeto de un estudio para la reduccion de los machos del 6% al 3% (Condorena y col, 1988), no observandose diferencias significativas de natalidad entre los tratamientos (6 y 3% de machos), por lo que se puede reducir el numero

de machos a emplearse sin merma de la natalidad, haciendo mejor uso de la diferencial de seleccion en el mejoamiento genetico de la alpaca.

En llamas. el empadre altemo funciona muy bien. usando el minimo de machos (3%) por 70-75 dias. con una natalidad del 71 %; se ha obtenido hasta un 92% de natalidad, formando grupos separados de em padre de veinte hembras y un macho (Surnar, inedito). El inconveniente de este sistema es que hay que aislar fisicamente a cada grupo.

Asirismo, el empadre altemo en llamas ha sido probado e introducido en Bolivia. con niveles de fertilidad superiores en un 17/% al empadre tradicional (Benito. 1986).

Para el pequeño criador de alpacas. que mantiene separados a los machos. Sumar y Alarcon (1989) recomiendan dos servicios en el mismo dia, con un intervalo de 6-8 hs, esperandose una natalidad de 65% aproximadamente.

3. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Lo expuesto anteriormente indica que existe un cuerpo de conocimientos sobre anatomía de los órganos reproductivos, pero faltan aquellos relacionados con la anatomía e histología funcional. Así, por ejemplo, no se sabe nada sobre la duración del ciclo espermatogénico y, lo que es más importante por su aplicación práctica, la producción diaria de espermatozoides por gramo de testículo. Se presume que dicha producción podría ser muy pequeña, dado el reducido peso testicular y la observación de Condorena y Fernández-Baca (1972) acerca de la marcada tendencia a la disminución de las tasas de concepción con servicios repetidos el mismo día, a pesar de que la alpaca o llama tienen una gran capacidad copulatoria.

En cuanto al plasma seminal, no se conocen los agentes químicos específicos producidos por las glándulas sexuales accesorias y los elementos responsables de la alta densidad y viscosidad del semen de los camelidos, que dificultan su manejo en el laboratorio.

Hace falta perfeccionar técnicas de colección de semen que, además de ser sencillas y prácticas, ofrezcan resultados confiables, ya sea para la correcta evaluación de la capacidad reproductiva de los machos o la aplicación de la inseminación artificial.

El estudio de la bioquímica del semen propiciara el desarrollo de dilutores del semen para su conservación en estado fresco o congelado; asimismo deben desarrollarse procedimientos para determinar la concentración espermática, ya sea por densidad óptica (colorímetro fotoeléctrico o nefelómetro) o mediante métodos electrónicos más avanzados. La morfología del espermatozoide debe evaluarse con coloraciones supra-vitales o mejor aun con microscopio de Contraste de Fase o con la Óptica de Interferencia. Los patrones de motilidad espermática deben estimarse como porcentaje de motilidad progresiva y también con métodos fotoeléctricos y electrónicos, permitiendo evaluar el semen y dar un puntaje en la calificación general por aptitud para la reproducción. Se desconocen aspectos del transporte y sobrevivencia del espermatozoide en el tracto genital femenino; su estudio nos indicara el tiempo de capacitación y su capacidad fertilizante. La alpaca o llama ofrecen características anatómo-fisiológicas que facilitan la Inseminación Artificial, ya que la ovulación puede ser inducida con macho vasectomizado o con HCG en el momento más conveniente.

La hembra estéril o infértil es fácilmente identificable, no así el macho, que puede permanecer indefinidamente en el rebaño causando serias pérdidas económicas. Se han descrito varias malformaciones congénitas en los machos, pero se hace necesario conocer su mecanismo de herencia, así como la magnitud en que afectan la capacidad fertilizante de los machos y la sobrevivencia de los embriones.

Los estudios sobre la interrelación nutrición/reproducción son de gran importancia. Se sabe que las deficiencias nutritivas afectan el desarrollo corporal, la presentación de la pubertad y, probablemente, la producción y características seminales. Los animales jóvenes y en crecimiento son más susceptibles al estrés nutricional que los animales adultos, afectando la función endocrina más seriamente que la función espermatogénica. El estudio debe abarcar los factores calóricos, proteicos, vitamínicos y minerales, así como los factores tóxicos.

Debe continuarse con los estudios de conducta sexual y sistemas de empadre que sean de fácil aplicación por el criador. Un sistema de empadre ideal debe ser aquel que con el menor número de machos y en el tiempo más breve, se logre el máximo de natalidad.

Finalmente, todos estos conocimientos deben ser integrados, para desarrollar sistemas de manejo reproductivo que permitan mejores tasas de natalidad y sobrevivencia de las crías, haciendo de la crianza de alpacas y llamas una actividad rentable y atractiva.

Capítulo extraído del libro

Avances y perspectivas del conocimiento de los camelidos sudamericanos de Saul Fernández Baca

Biblioteca de la FAO.

La experiencia llevada a cabo en Cabaña Lama Malal respecto a este tema nos llevo a la siguiente conclusión:

Es un hecho, la inhibición sexual de los machos entre los 7 y 10 días posteriores a la entrada en servicio, y este tema tiene 3 soluciones que se pueden aplicar juntas o por separado según sea el tipo de manejo y tamaño de la tama, a saber:

1. Rotación de machos

Cada 10 días intercambiar los machos de las distintas tamas o tener machos en descanso que reemplacen a los que están en servicio. Este método tiene la contra de que será muy difícil llevar un registro genealógico con tal rotación de machos.

2. Rotación de potreros

Hemos comprobado que cambiando las tamas de potrero o lote se reaviva la libido de los machos, incluso el hecho de encerrar la tama en un corral lo logra, haciendo que el mismo macho inicie una nueva ronda de montas.

3. División de las tamas de hembras

Trabajando con un 4% de machos se le ofrecen cada 10 días la mitad de las hembras asignadas rotándolas sucesivamente por espacio de 60 a 90 días.

Con este sistema, mas un control mensual de preñez por testeo con machos en descanso y controles eventuales por ecografía, hemos logrado preñeces superiores al 90 %.

DESARROLLO DE LAS CRIAS

Se deben separar los machos adultos de las crías recién nacidas, lo ideal es separar ala madre y su cria durante 7-8 días del macho para permitir tanto el afianzamiento del vinculo madre-cria como la desinflamacion del tracto uterino de la madre para evitar infecciones en la monta posterior. Asimismo con esta practica se evita que por accidente el macho lastime a la cria en su intento por montar a a la madre. Se debe verificar que la cría tome el calostro dentro del primer día de vida, de no ser esto posible, se le debe suministrar calostro de vaca, oveja, cabra, etc. Es interesante tener en el campo un banco de calostro propio para poder intervenir ebn casos de crias prematuras o agalactia de la madre.

Se debe desinfectar el ombligo de las crias y la vulva de la madre con solución de yodo y aplicar curabicheras cicatrizante..

Las crías consumen generalmente solo leche durante los primeros tres meses de vida y después comienzan a comer pasto y leche aunque se ha visto por copiar las costumbres de las madres que las crias empiezan a comer alimento de los comederos, fardo y pasto a partir de incluso los 7 días de vida. Se debe destetar las crias a los 7-8 meses. Se les puede suministrar en este período algún alimento balanceado para ayudar a un buen desarrollo de la cría en su inicio lo que redundará en buen adulto, sano y adecuada estructura ósea y muscular.

Ha dado buen resultado en el desarrollo y comportamiento de las crias el volver a reunir las con la madre un par de meses después del destete.

CAPITULO 4 **SANIDAD**

Como para otras especies la medicina preventiva en llamas significa menos costos, menos problemas y mayor sanidad y longevidad de los animales.

El esquema de vacunación recomendado es el siguiente:

Clostridios.

Vacunar con vacuna polivalente (en este momento hay de 5,6,7 y 9 variedades de Clostridium pero es imprescindible que contenga el Perfinger D que es el que más afecta a la llama. Es deseable también el tratamiento contra Tetanos que algunas incluyen. Actualmente en el mercado se puede conseguir como mejores opciones, SINTOXAN 9 de Laboratorio Merial, T5ALPHA y T5ALPHA PLUS DE SANIDAD GANADERA.

Se debe aplicar cada 6 meses en los adultos, machos y hembras, repetir en las hembras 8 y 4 semanas antes del parto y en las crías 4 y 8 semanas después del nacimiento.

Parásitos

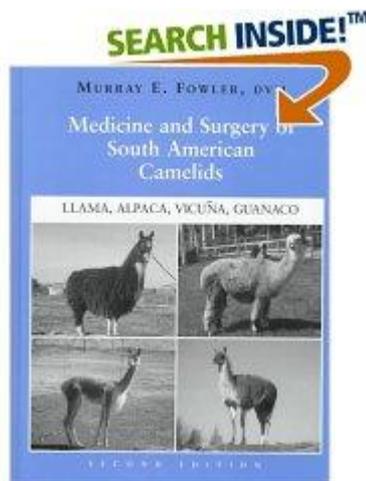
Inyectar con ivermectina o similar cada seis meses.

2 veces por año al inicio de otoño y primera desparasitar vía oral con Triclobendazole (marcas comerciales: Biofasciolex , Fascinec o Triclorvon.)

En zonas susceptibles aplicar vacuna contra Leptospirosis y Rabia.

Todas por vía subcutánea. Los lugares ideales son la paleta delantera o el lomo.

Se debe revisar y de ser necesario cortar uñas



bibliografía sobre sanidad de llamas y alpacas

DOSIS DE APLICACIÓN DE LAS DROGAS USADAS EN CAMELIDOS

DROGA	DOSIS	VIA	USOS
ANTIBIOTICOS			
PENICILINA G PROCAINICA	2 ml / 15 Kg	SUBCUTANEA	
GENTAMICINA	6 mg / Kg	SUBCUTANEA	
OXITETRACICLINA LA	18 mg / Kg cada 3 dias	SUBCUTANEA	
ANALGESICOS			
ASPIRINA	5-100 mg / kg 2 veces por dia	ORAL	
OXIFENBUTAZONA	2-4 mg / Kg diarios	ORAL O IV	
FLUNIXIN	1,1 mg / Kg diarios	IV	
SEDATIVOS			
VALIUM	0,1 mg / Kg	IV	
XYLAZINA	0,1-0,2 mg /Kg	IV	
ANESTESICOS LOCALES			
PROCAINA	SEGÚN INDICACION		
LIDOCAINA	SEGÚN INDICACION		
RELAJANTES MUSCULARES			
GALLAMINA	0,09 mg / Kg	IV	
CLORURO DE SUCCINILCOLINA	50-100 ml	ORAL	
ANESTESICOS GENERALES			
XYLAZINA	0,25 mg / Kg	IV	
	0,35-0,45 mg / Kg	IM	
EMERGENCIAS			
ATROPINA LA	0,04 mg / Kg		disminucion del ritmo cardiaco
EPINEFRINA	0,01 mg / Kg		ataque cardiaco o anafilaxis
GLUCONATO DE CALCIO	0,7 mEQ / Kg		hipocalcemia
BICARBONATO DE SODIO	0,5 mEQ / Kg		acidosis
LIDOCINA	0,5 mg / Kg		arritmias
DIAZEPAN	0,1-0,5 mg / Kg		
DEXAMETAZONA	2 mg / Kg		shock
VACUNAS COCCIDIALES			
SINTOXAN 9	SEGÚN MARBETE	SUBCUTANEA	
MILOXAN 9	SEGÚN MARBETE	SUBCUTANEA	
MAJADA	SEGÚN MARBETE	SUBCUTANEA	
T5 PLUS + T5 ALPHA	SEGÚN MARBETE	SUBCUTANEA	
CLOSTRIDIAL POLIVALENTE	SEGÚN MARBETE	SUBCUTANEA	
REPRODUCCION			
OXITOCINA	20 UNIDADES	SUBCUTANEA	BAJADA DE LECHE
ECP	3 mg	IM	DILATACION CERVIX
ANTIPARASITARIOS INTERNOS			
FEBENDAZOLE	SEGÚN MARBETE	ORAL	
ALBENDAZOLE	SEGÚN MARBETE	ORAL	
TRICLOBENDAZOLE	SEGÚN MARBETE	ORAL	FASCIOLA HEPATICA
ANTIPARASITARIOS EXTERNOS			
IVERMECTINA 1%	1 ml/ 50 kg	SUBCUTANEA	
RICOBENDAZOLE	SEGÚN MARBETE	SUBCUTANEA	

CAPITULO 5 **ESQUILA Y ORODUCCION DE FIBRAS TEXTILES**

Es ideal esquilar su llama una vez por año a la salida del invierno asegurandose que hayan terminado nevadas y heladas y dejándole un largo de 16 milímetros de fibra para que quede protegida de los rayos ultravioletas. Tómese tiempo para esta operación a los efectos de no estresar al animal si lo nota nervioso o incómodo déjelo descansar y luego retome la tarea.

Alpacas antes de la esquila



El Vellon



Tijera



Corte de vellon con tijera



Almacenamiento del vellon

Tama recién esquilada



Existen dos técnicas de esquila, con el animal maneado en el suelo o como hacemos en Lama Malal con el animal de pie y abozalado. Esta última a nuestro entender es menos estresante para el animal aunque demora más, pero de cara al bienestar animal y las BPG es nuestra elección. No es una técnica demasiado compleja, y para quien no lo ha hecho nunca, con la observación de un par de operaciones es suficiente para iniciarse y la práctica hace el resto.

El vellón debe procesarse (hilado, lavado, Etc.) lo antes posible. Si se va a guardar por un tiempo lo ideal es embolsarlo con Naftalina o flores de lavanda y en lugar Seco.

PRODUCCIÓN DE FIBRA DE LLAMAS Y ALPACAS

CONSIDERACIONES SOBRE PRODUCTIVIDAD

La producción de llamas y alpacas es básicamente una combinación de cantidad-calidad respecto del vellón producido. Una productividad media de 2 kg de vellón por cabeza en esquila anual y un promedio de 2,2 kg considerando todas las esquilas de un animal (esto incluye crecimientos mayores de un año) (Frank, 1997, Llamas, H.E., comunicación personal). En las distribuciones de diámetros medios, queda clara la amplia variabilidad que tiene la población de Llamas y alpacas argentinas y dentro de esa variabilidad, la existencia de un buen número de individuos con excelente calidad de fibra. Esto puede deberse en parte a condiciones ambientales particulares, pero en buena parte también a factores genéticos (Frank, 1997).

La mayor parte de la fibra que se produce en la región norte del país (Jujuy, Salta, Catamarca) dentro del sistema fibra - carne se vende a fábricas textiles y a exportadores, mientras que la fibra proveniente de cueros o de animales antes del sacrificio (carne - fibra), se usa como producto artesanal para la confección de hilo de distinta calidad y para tejidos pesados y normalmente de baja calidad.. Esto implica una consideración importante ya que la industria y la exportación tienen requisitos de calidad elevados con respecto al producto que se les ofrece, siendo más destacado el hecho de que no compren fibra que no sea de primera calidad la que generalmente se produce en los establecimientos extrapuneños de San Luis, Córdoba, Buenos Aires y La Pampa entre otros, donde se han estado aplicando las tecnologías de reproducción y mejoramiento genético antes mencionadas.

PROCESAMIENTO



REQUERIMIENTOS ACTUALES DEL MERCADO DE FIBRAS

En los últimos años (década del 80) se inicia una tendencia al uso de prendas de tejidos cada vez más livianos mientras que el tejido mantenga una buena caída (Plate, 1990). La fibra de llamas y alpacas argentinas por una parte, es generalmente bastante fina como para lograr un tejido tan liviano como para afectar la caída y por otro lado su caída es lo suficientemente destacada como para permitir un

tejido muy fino y liviano (Lamb, 1998).



Sin embargo las prendas livianas se usan próximas a la piel y es allí donde aparece otro problema que es la sensación de picazón o prickle que es muy importante. Está claramente establecido que esa sensación proviene del efecto de fibras bastas o más gruesas dentro de las fibras más finas, o sea la distribución de los diámetros (Naylor & Phillips, 1996). Esto en Camélidos está en relación directa con el tipo de vellón o estilo de la mecha, así los vellones doble capa tiene un prickle tan marcado que obligan a separar las fibras primarias o descender esos vellones

En lo que respecta al color de la fibra este merece una consideración aparte, dado que la fibra de Camélidos presenta una amplia gama de colores, aunque existe predominancia del blanco en algunos casos. Este carácter puede ser un problema si se considera el uso de la fibra despigmentada o puede ser una característica importante si se desea el uso de colores. En los últimos años se ha producido un fenómeno de aumento de la preferencia por colores naturales en las fibras textiles, dentro del contexto del ecolabel

Tanto el diámetro de la fibra como el largo y el color tienen en consideración la uniformidad del carácter, en relación con la calidad del mismo. En general se acepta que una variación del 5% del diámetro representa un aumento o una disminución de 1 μm en el diámetro, mientras que 10 mm

de aumento o disminución del Hauteur representan igualmente 1 μm de diámetro (Lamb, 1998). El negro, los colorados y castaños o dorados son los colores más requeridos al igual que las fibras blancas, pero el mayor problema es la ausencia de uniformidad debida a mezcla o a dilución



El término estilo designa una serie de características que se evalúan subjetivamente en la industria textil. Así se considera componentes del estilo: definición y frecuencia de rizados en la mecha y en la fibra; forma y punta de la mecha; color; daño por agentes climáticos; toque, 'handle' o suavidad al tacto y contaminación por polvo u otros elementos extraños (Ponzoni, 1997). Todas tienen una importancia superlativa para la industria lanera y reciben distintos tratamientos (Woolaston, 1998). El tipo de rizo (ausencia y presencia de distintos tipos) y la punta de la mecha, tienen una relación directa con el tipo de mecha o de vellón de que se trate. En llamas argentinas se establecen básicamente tres tipos estándar con distintas variantes: doble capa, simple capa no-lustre y simple capa lustre (Frank, Hick, Renieri, Nuevo Freire, Gauna y Vila Melo, 1999). La suavidad al tacto se determina directamente por personas entrenadas y se puede lograr alta precisión en la misma si se trabaja con un clasificador entrenado y cuya capacidad es evaluada posteriormente (Frank y Hick, 1997). Las demás características del estilo no reciben una evaluación estricta de parte de los clasificadores pero el daño ambiental es importante en los vellones abiertos y pigmentados (radiación solar fundamentalmente).

DESCRIPCIÓN GENÉTICA DE LAS CARACTERÍSTICAS DE INTERES COMERCIAL DE LA FIBRA

En principio, las características o rasgos relacionados a la producción de fibra pueden subdividirse, desde el punto de vista del determinismo genético, en factoriales o Mendelianos y en cuantitativos. En el primer grupo se encuentran el color de la capa y los tipos de vellón.

El estudio de la genética del color parte de un primer paso inicial que consiste en la definición y descripción de los fenotipos patrones y sus modificaciones (fundamentalmente el diseño de la mancha blanca) (Frank, Hick, Renieri y Lauvergne, 1998 a; Frank, Hick, Renieri y Lauvergne, 1998 b).

Para esta descripción inicialmente se parte del principio de homología formulado para las otras especies y adaptado a Camélidos (Lauvergne, 1994). Para esta descripción se cuenta con el auxilio de metodología de laboratorio químico para diferenciar concentración de eumelaninas y feomelaninas (Cecchi, Passamonti, Frank, Puciarelli & Renieri, 1999). También la microscopía de barrido (SEM) permite obtener información en el sentido que puede diferenciar eumelanosomas de feomelanosomas y tipos intermedios (Cozzali, Dall'Aglio, Gargiulo, Frank, Hick & Cecarelli, 1999). La genética molecular también ha tomado relación en este tema y se han secuenciado algunos genes relacionados con la tirosinasa (Castrignanò, Cristofanelli, Misiti, Antonini & Renieir, 1999).

Los primeros estudios sobre segregación de fenotipos de color se han realizado estos últimos años en Argentina y los resultados que se obtuvieron permiten inferir que la ausencia de pigmentación (blanco) es una condición dominante con penetrancia incompleta y que algunos patrones de color como el marrón cara negra son dominantes sobre el resto y el patrón eumelánico (negro o marrón) son recesivos con respecto al resto (Frank, Renieri, Hick, Gauna, Vila Melo, 1999).

El estudio de la genética del tipo de vellón ya reconocía algunos antecedentes en otros países y otros tipos de Camélidos, aunque la mayoría de ellos no brinda resultados muy firmes. Así en Llamas peruanas se había determinado la dominancia parcial del tipo doble capa sobre el tipo simple capa (Maquera Llano, 1991), en alpacas se había establecido la dominancia del tipo lustre (suri) sobre el tipo no-lustre (huacaya) (Velazco, Condorena, Kress, Burfening, Blackwell, 1981), con resultados similares en Australia (Ponzoni, Hubbard, Kenyon, Rucwell, McGregor, Howe, Carmichael & Judsonng, 1997). También aquí resulta difícil identificar correctamente el fenotipo, lo cual requiere de estudios de disección y análisis de fibras y cortes de piel para identificación de folículos (Frank, Hick, Pesarini, Hick, Capelli & Ahumada, 1999; Frank, Hick & Pesarini, 1999).

Los estudios sobre segregación de fenotipos de estilos o tipos de vellón vienen brindando resultados más confusos que en el caso del color de la capa. Así se puede establecer, en principio, una dominancia parcial del lustre sobre el no-lustre y una posible dominancia parcial del tipo doble capa sobre la simple capa. Pero el determinismo genético no resulta del todo claro, sospechándose incluso la acción génica cuantitativa (Frank, Hick, Renieri, Nuevo Freire, Gauna, & Vila Melo, 1999).

La estructura del vellón está básicamente determinada por las relaciones entre las fibras en términos de largos relativos, diámetros relativos, y la interrelación que largos y diámetros tienen entre sí. Si bien, buena parte de la estructura del vellón está determinada por el tipo de mecha,

existe una obvia influencia de caracteres o rasgos cuantitativos sobre la misma. El determinismo genético de estos rasgos es del tipo herencia multigénica aditiva y existen algunas descripciones de los mismos realizados en Camélidos Sudamericanos.

En la sección murales de este Congreso presentamos un trabajo donde se explican los efectos ambientales o no-genéticos que determinan la estructura del vellón y la interrelación de las diversas variables que lo afectan desde la piel hasta el vellón mismo (Frank, Hick, Lamas y Molina, 1999).

Los datos recientemente suministrados por Ponzoni, Grimson, Hill, Hubbard, McGregor, Howse, Carmichael and Judson (1999), de un trabajo preliminar realizado en Alpacas Australianas, indican heredabilidades altas a muy altas para peso de vellón, diámetro medio, variación del diámetro y largo de mecha. Estos no coinciden con datos provenientes de Perú que son moderadamente altos o medianos (Chavez, 1991; Charry, Lawrie nad Johnson, 1997). Nuestros propios datos obtenidos en Llamas argentinas muestran una heredabilidad mediana en la mayoría de ellos. Las correlaciones fenotípicas (las únicas disponibles al momento) indican claramente un fuerte antagonismo entre peso de vellón y diámetro como sucede en ovinos, aunque parecería no ser lo suficientemente fuerte como para pensar en un mejoramiento simultáneo de ambas características (Ponzoni, Grimson, Hill, Hubbard, McGregor, Howse, Carmichael and Judson, 1999).

Todo programa de mejoramiento tiene como propósito cambiar la frecuencia génica de los rasgos o caracteres que permitan incrementar el ingreso al productor (Willham, 1988). En el caso concreto de la producción de fibra de Camélidos Sudamericanos domésticos se plantea, desde el punto de vista genético, la situación diferente de los caracteres del tipo factorial (color y tipos de vellón) y los caracteres cuantitativos (peso de vellón, diámetro medio, variación del diámetro, largo de mecha, etc.). La selección por caracteres de diferente mecanismo genético operante crea una dificultad importante desde un punto de vista conceptual, aún cuando hay soluciones prácticas aplicadas en ovinos pigmentados que puede ser utilizados, al menos en principio (Dollings, Anderson & Castle, 1993).

PROGRAMAS DE MEJORAMIENTO GENÉTICO DE PRODUCCIÓN DE FIBRA

El mejoramiento genético de la producción de fibra tiene como proposito aumentar la producción a partir de un recurso fijo (área pastoreable) y mejorar la calidad de la fibra para poder transformarla en productos finales de mejor precio (Ponzoni, 1997).

El fin último es incrementar el ingreso por hectárea o animal utilizado como reproductor.

El productor tiene normalmente in mente el tipo de animal que él cree más productivo y esa suposición ideal es abonada por las opiniones externas que provienen de técnicos y empíricos. Ninguna de esas opiniones tienen asidero científico ni comercial, son solo expresiones de deseos y gustos personales. No obstante en algunas circunstancias el productor de Camélidos identifica caracteres relacionados con la adaptabilidad y el fácil cuidado, aunque tiene dificultades en diferenciar los caracteres útiles desde el punto de vista del producto final (fibra o carne) (Frank, Hick, Lamas & Whebe, 1996).

Para diseñar un programa de mejoramiento efectivo se debe definir el objetivo de selección, o sea, identificar los caracteres que se quieren mejorar y asignarles ponderación económica, de la cual surgirá el énfasis que se le va a dar a cada caracter. Tener un conocimiento preciso de los parámetros genéticos de los caracteres a elegir a los fines de poder predecir la respuesta a la selección y hacer la evaluación genética de los reproductores. Con estas dos fuentes de

información se pueden evaluar estrategias de selección que permitan obtener el máximo progreso genético (Ponzoni, 1997).

Los caracteres que forman parte del objetivo de mejoramiento (Woolaston, 1998) son aquellos caracteres o rasgos que reúnen las siguientes características:

- » Afectan directamente la rentabilidad
- » No son necesariamente mensurables.
- » Representan lo que finalmente se quiere mejorar
- » Definen la meta del programa de mejoramiento.

Por otra parte aquellos caracteres que proveen las claves para obtener los caracteres incluidos en el objetivo son llamados criterios de selección y:

- » Son los caracteres medidos o apreciados de alguna forma.
- » Están correlacionados con los caracteres del objetivo.
- » Son medios para alcanzar fines, no fines en sí mismo.

Considerando las diversas variantes que pueden presentar los diferentes sistemas de producción se considera que desde el punto de vista de la fibra el objetivo de mejoramiento debe incluir necesariamente peso de vellón, diámetro y alguna variante sobre variabilidad de diámetro agregado a caracteres factoriales como fenotipos de color y tipos de vellón. El programa actualmente en ejecución, y seguido con alguna variantes por criadores extrapuneños, considera una función objetivo que incluye diámetro medio de la fibra, diámetro de las fibras primarias, peso de vellón, colores de capa y tipos de vellón. Los animales se seleccionan, en una primera etapa, de acuerdo al fenotipo de color (colores uniformes y animales blancos), tipos de vellón simple capa (con énfasis en el lustre) y luego, en una segunda etapa, se aplica un índice que incluye peso de vellón, diámetro medio, diámetro de fibras primarias y otras características que no son de interés para la fibra como peso corporal. Este índice fue elaborado sobre la base de la información comercial y genética utilizando la metodología existente (Frank, 1997).

RECOMENDACIONES FINALES

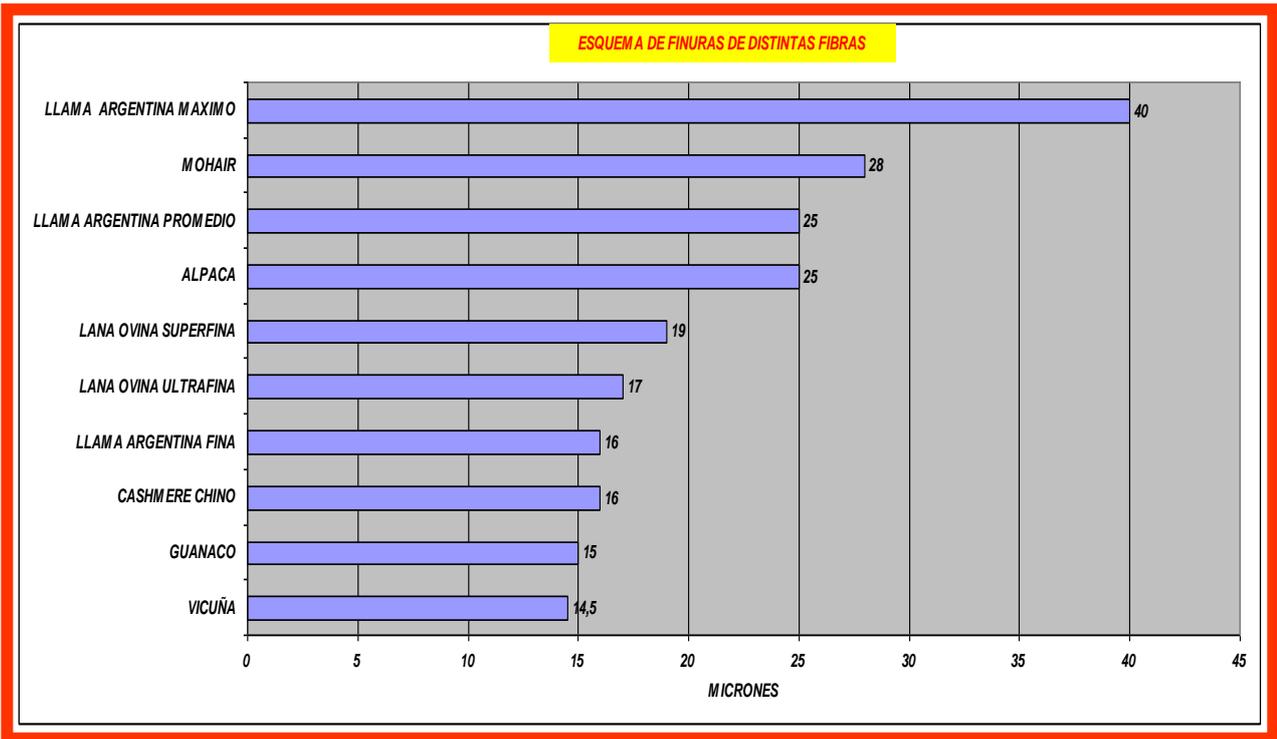
El potencial de mejoramiento genético de las Llamas y Alpacas argentinas en especial y de los Camélidos Domésticos en general es inmenso. Por otra parte los programas de mejoramiento, si bien deben tener rasgos comunes, también deben contemplar situaciones particulares. Esto indica que los objetivos pueden diferir levemente entre sí. De cualquier manera y en lo que respecta a la fibra el énfasis en la calidad debe ir a la par de la productividad. Por ahora calidad se entiende como colores deseados por la industria (blanco, negro, marrones rojizos y dorados), tipos de vellón monocapa (preferible los lustres) y vellones lo más finos posibles (debajo de 25µm) y con la mayor uniformidad posible (ausencia de fibras primarias destacadas).

Los programas en ejecución actualmente son una demostración clara de los resultados que se pueden alcanzar si se aplica la metodología de evaluación animal y de selección existente. Un

posible mejoramiento de la eficiencia de los programas puede venir del uso masivo de reproductores y de sistemas agrupativos con un número lo más alto posible de productores asociados.

La continuidad de la investigación científica en la genética de los Camélidos devendrá innegablemente en numerosos beneficios futuros sobre la especie.

Comparacion de Fibras Especiales



CAPITULO 6

PRODUCCION DE CARNE Y DERIVADOS

6.1 Características y propiedades de la carne

Los caracteres sensoriales u organolépticos son importante para el consumo de las carnes, porque influyen en la preferencia de los consumidores. Su apreciación es generalmente subjetiva y, por lo tanto, sujeta a las influencias de las tradiciones creencias personales, costumbres y prejuicios. En ese contexto, la carne de llama es considerada por algunos de poco valor porque es desabrida (Fernandez, 1970); otros la consideran similar a la ovina, o no diferenciable de la carne bovina cuando esta molida (Amachi, 1988). Otros la hacen parecer a la carne de cerdo, mucho mas si es tierna (Montoya, 1988). En relacion a la carne de llama, hay observaciones acerca de su semejanza con la de cerdo, superior en sabor a la carne de ovino (Annick, 1985; Mogrovejo, 1989).

Fuera de estas apreciaciones subjetivas, no hay medidas objetivas sobre las propiedades organolépticas y el grado de aceptación por el consumidor, tanto de la carne de alpaca como de llama.

En llamas, Álvarez (1986), mediante, el tenderometro encontró que la carne de capones es mas tierna que la de llamas enteras, independientemente del corte (pierna, lomo, paleta o brazuelo).

Otras propiedades carnicas como la solubilidad, coagulabilidad y capacidad fijadora de agua, asi como sus variaciones y alteraciones, dependen de los componentes proteicos y son de particular importancia para procesos de transformación (Weinling, 1973).

6.2 Preparación, transformación y conservación de carnes

La utilización racional de todos los productos del beneficio posibilitan el mejor aprovechamiento del animal, sus componentes y los residuos orgánicos, resultando en una revalorización de los productos, la creación de nuevos puestos de trabajo y mayores ingresos económicos. Este uso puede ser hecho artesanal o industrialmente, en este caso las opciones son varias (FAO, 1964). Actualmente la practica es artesanal (carnicería, desecación, algo de salchichería y peletería), aunque se han ensayado tecnologías modernas e industriales.

A. Carnicería

La preparación de los cortes es un proceso que facilita la comercialización de la carne fresca para consumo directo, venta al detalle o como insumo para preparar otros productos.

Miller (1977) reporta el metodo tradicional para efectuar los cortes mayores en canales de camelidos. Estos pueden ser 5 o 6, dependiendo del estilo del carnicero.

Aplicando moderna tecnologia, Tenicela (1988), reporta en alpacas la realiizacion en el canal del corte transversal, obteniendo 3 partes principales. El bistec (pierna y brazuelo) que representa el 47% del canal; el churrasco (lomo, churrasco de cosquilla) que representa el 15% y el sancochado (de pezcuezo. pecho, osobuco, costillar y falda) que constiluye el 38% del canal. En llamas, Alvarez (1986), menciona siete cortes especiales, cada uno con sus cortes menores. El cuello (rebanadas de cogote); el pecho (costeletas y costillas de pecho para asar); la paleta (bife de paleta y bife de brazuelo); el costillar (chuletas y costillar para asar); el lomo (lomo para asar y bife de lomo); el solomillo (solomililo ara asar y bife de solomllo) y la pierna (solormillo de pierna y bife de pierna). Las descripciones de cada corte y su rendimiento no estan disponibles; sin embargo, Pinto y col. (197) señalan que la pierna, lomo y paleta constituyen el 67% del canal oreada.

B. Productos curados o embutidos

La preparación de estos productos permite diversificar el uso de la carne y su consumo, a la vez que prolonga su conservación, especialmente en aquellos productos que, fermentados, tienen larga duración.

Se ha ensayado la preparación de jamon tipo ingles con pernils de alpaca y una mezcla curante con 100-150 ppm de nitrato de sodio, 2,5% de sal comun, 500 ppm de ascorbato de sodio y 15% de agua. Aplico la salmuera por inyección y realizo el curado por un lapso de 15 dias en refrigeración adecuada. Logro un producto bueno. organolépticamente, con 70,13%, de humedad, 22,86% de proteína. 5,3% de grasa y con indices de Yodo alto (mayor de 100) de peroxido igual a cero; el pH final vario de 5,45 a 6.13. Este ensayo demuestra la aptitud de la carne de camélidos para elaborar productos curados.

En relacion a los embutidos, como parte del aprovechamiento integral de los animales faenados tradicionalmente, se suele emplear la sangre junto con el intestino grueso en la elaboración de

salchichas (Yawarsalchi) (Miller, 1977). Por otra parte, el ITINTEC considera las carnes de camélidos como materias primas para la elaboración industrial de embutidos (p.e. hot dog) y así lo determina en sus normas técnicas al definir los embutidos.

Por otra parte en la actualidad en la Provincia de Jujuy se están elaborando con técnicas modernas y adecuadas varios tipos de embutidos de alta calidad.

C. Conservas carnicas

La elaboración de enlatados permite transformar la carne en productos de composición y calidad uniformes, a la vez que le confiere una capacidad de conservación por tiempo muy prolongado sin que sufra los efectos ambientales nocivos que padecen otros productos.

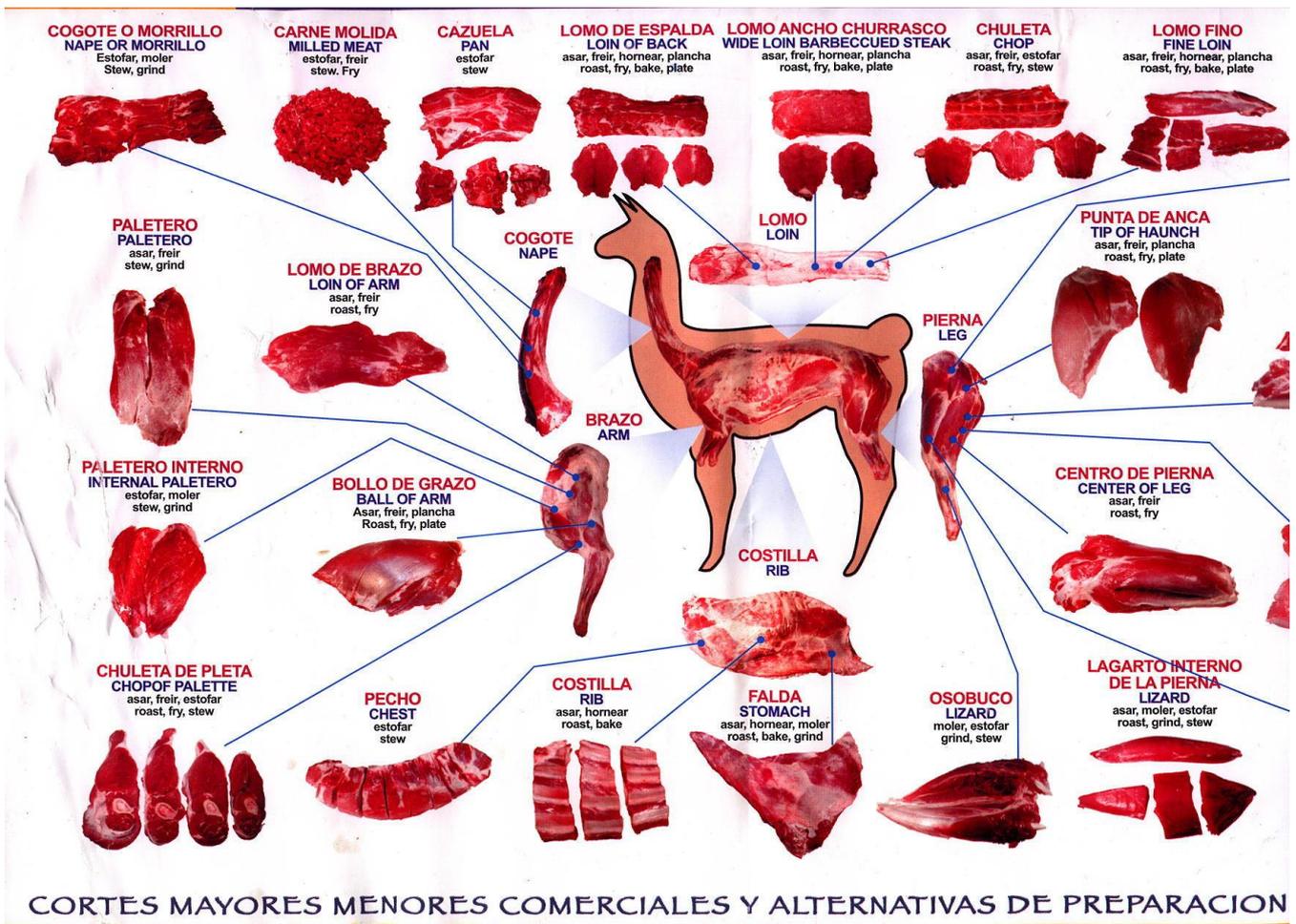
Solo se conoce de un ensayo realizado con tecnología moderna por Vidalon (1973). El flujo de operaciones fue como sigue: selección y clasificación de materias primas (carne y vegetales), limpieza, curado de carnes, cortado, precocinado (carnes) y escaldado (hortalizas), llenado de latas, evacuado (exhausting con vapor a 2,5lb/pulg² de presión /6 min.), sellado, esterilización térmica (115,6°C y presión de 10 lb/pulg², en autoclave), enfriado (dentro de autoclave y también fuera de él), limpieza y almacenamiento. Probo la elaboración de tres clases de productos y los tiempos de autoclavado oscilaron entre 39,4 y 59,3 min. El pH final fue 5,5 - 6,0. La evaluación microbiológica resulto negativa y la organoléptica fue muy aceptable. Este ensayo demuestra que la carne de alpaca o llama puede enlatarse industrialmente, dando productos de buena aceptación y calidad.

Comparacion Nutricional

• La carne de Llama tiene un mayor contenido de proteínas en relación con otras carnes, y el bajo contenido de su grasa no incide en la formación de colesterol que responde a las necesidades y requerimientos del consumidor moderno •		
• Carne	% Proteína	% Grasa
• Llama	24.82	3.69
• Pollo	21.87	3.76
• Vaca	21.01	9.85
• Conejo	20.50	7.80
• Cerdo	19.37	29.06
• Oveja	18.91	6.63

Composición bromatológica de la carne de camélidos domésticos

	ALPACA (1)		LLAMA (2)	
HUMEDAD (%)	71.90	- 77.3	69.17	- 73.83
PROTEINA (%)	18.93	- 21.74	19.40	- 24.82
GRASA (%)	1.06	- 7.20	1.21	- 4.80
CENIZAS (%)	1.11	- 1.60	1.17	- 1.70
FOSFORO (%)		0.3		0.2
CALCIO (%)		0.009		0.011
FIERRO (%)		0.0027		0.0036
COLESTEROL (%)		0.20		0.16
INDICE DE IODO		58.6		53.9



5. Engorde de camélidos

La producción de carne de camélidos, concebida como un accesorio a la producción de fibra, podrá dar una salida altamente rentable a los animales de descarte, por ejemplo machos excedentes, ejemplares defectuosos o con fibras de mala calidad permitiendo una mayor presión hacia la excelencia genética generando además recursos importantes para el productor.

Igual que el ganado ovino o vacuno la llama y alpaca es susceptible de varios métodos de engorde desde el campo natural hasta el feed-lot y el método dependerá de la estructura del productor, pero nuestra experiencia indica que la mejor calidad de carne se logra con una terminación a corral de entre 60 y 90 días dependiendo del estado inicial del animal.

6. Producción de cuero

Las pieles y cueros de camélidos, no están suficiente explotados en Argentina debido a la mínima faena industrial y a las malas condiciones en que los cueros llegan al mercado producto de los métodos de faena utilizados en las zonas rurales del norte argentino. No obstante las experiencias llevadas a cabo en Perú y Bolivia, las que incluso les permiten exportar productos realizados en cueros de llama y alpaca a USA y Europa nos hace esperar que cuando el número de animales faenados lo permita a través de procesos de curtido industrial y con la alta calidad de la mano de obra marroquinera argentina podremos llegar a una producción que permita competir en los mercados de mayor poder adquisitivo poniendo al cuero de camélido a la par de por ejemplo el carpincho o el potro.

CAPITULO 7

Otros destinos

7.1. ANIMALES DE COMPAÑÍA

Hoy son innumerables, quintas, estancias, chacras y casas que poseen llamas como animal de ornamento en parques y jardines o animal de compañía para niños y adultos, siendo una especie con mas de 7000 años de historia de acompañar al hombre es ideal su comportamiento en estos ambientes.



El trekking donde la llama acompaña al excursionista llevando el equipaje es una práctica cada vez mas frecuente tanto en Europa y ahora también en



acompaña al excursionista llevando ves mas frecuente tanto en USA, Argentina y Chile.

7.2. LLAMAS DE GUARDIA



Australia, USA, Nueva Zelanda, Uruguay y Argentina ya han adoptado este animal para proteger las majadas de ovejas de depredadores como zorros y coyotes o lobos, sobre todo los dos primeros países tienen amplia experiencia y excelentes resultados con esta practica.

7.3 ZOOTERAPIA

Como una evolución a lo que fue laterapia con perros y últimamente la equino terapia, la camélido terapia con llamas se esta desarrollando fuertemente en Europa (Austria, Alemania por ej.) y USA Tanto en niños con problemas de conducta, autismo o síndrome de Dow, como en ancianos y drogodependientes donde la laborterapia se aplica en varias instituciones y geriátricos la llama demostró ser de excelente utilidad.

7.4 FERTILIZANTES

Es de gran importancia la posibilidad de utilizar las heces de llamas y alpacas como fertilizante, tanto por sus características químicas como físicas.

Estas ultimas la hacen ideal y distinta de otras especies por lo siguiente:

Se presenta en forma de pellets lo que la hace muy fácil de manejar.

No posee olor desagradable ni atrae insectos lo que permite el almacenamiento.

Como la llama tiene bostaderos comunitarios es muy fácil la recolección.

Químicamente es un excelente fertilizante NPK (nitrogeno, fosforo, potasio) los analisis realizados sobre distintas muestras dieron resultados oscilantes entre 3 y 5 % de nitrogeno, 1 y 3 % de fosforo y 1,5 y 3% de potasio sobre muestras frescas, no obstante se puede usar deshidratado o en forma de liquido y sobre todo tipo de plantas ya sea de interior o exterior y tanto en ornamentales, forestales o cultivos intensivos. Se puede usar ademas como cama para lombricultura o compostaje.

Una de las virtudes que posee es que el nitrogeno esta presente químicamente de manera que un exceso en la fertilizacion no "quema" las plantas.



heces de llama

CAPITULO 8

CAMPO E INSTALACIONES

8.1.El Campo

Siendo los camélidos originarios de estas tierras, y como vimos en capítulos anteriores que habían estado presentes en casi todo el territorio sudamericano, no es la característica propia de cada campo un impedimento para su cría productiva, pero lógicamente variara tanto la estrategia productiva como el manejo del rodeo, de acuerdo con esa característica, tal como en otras especies (vacunos u ovinos por ejemplo). Así en la pampa húmeda la carga por hectárea será muy superior a la de campos de sierra o monte y también será distinto el manejo sanitario o reproductivo.

Como regla general podemos decir que la carga por hectárea será de 8 llamas / Ev. (Equivalente vaca) o sea que 8 llamas viven durante todo el año donde vive una vaca. Los conocedores de cada región pueden informar del Ev del campo en cuestión y a partir de allí calcular la posible carga de llamas/Ha.

A criterio de quien esto escribe los únicos campos impedidos de la cría de estos animales son aquellos que poseen monte bajo arbustivo muy denso o aquellos que permanecen completamente inundados la mayor parte del año.

Por el contrario campos con fuertes limitantes para la cría vacuna ya sea por la pobreza de su pastizal, perfil hídrico (faltante de agua) o características orográficas (sierras, quebradas, cañadones, etc.) son perfectamente aptos para los camélidos.

Se debe tener cuidado con la presencia de plantas tóxicas, las mismas que perjudican a otras especies (mio mio, duraznillo, palque, romerillo, entre otras) también son nocivas para llamas y alpacas y deben erradicadas antes de colocar allí los animales.

Se deberá impedir el acceso de las hembras a monte de coníferas (pinos, abetos, etc.) debido a la característica abortiva de las acículas.

También se tendrá en cuenta la presencia de depredadores, pumas, perros, etc. y tomar los recaudos adecuados.

8.2 Instalaciones y manejo

En general no son necesarias instalaciones complejas para el manejo de camélidos, los alambrados, corrales, tranqueras y demás accesorios comunes a otras especies son útiles.

Se deberá tener un lugar adecuado para la esquila, como ideal un recinto de 5 x 5 mts. con piso de cemento o similar protegido de viento y sol. El mismo recinto servirá para vacunación u otra operatoria con los animales.

No recomiendo el uso de mangas para vacunos.

Es ideal tener un pequeño refugio para guardar crías recién nacidas en épocas de mucho frío sobre todo si este va acompañado de lluvias.

Los potreros y corrales deberán tener fuentes de agua limpia ya sea bebederos o cursos de agua confiables, siendo animales sumamente inteligentes y delicados en sus movimientos los tambores plásticos de 200 litros cortados al medio son suficientes para ellos, tanto como bebedero o comedero en caso de suplementaciones. Esta misma observación es válida para otros elementos como tranqueras o alambrados que de ser construidos para ellas, no necesitan de la robustez de los que se hacen para vacunos, pueden ser más livianos y económicos ya que no intentan embestirlos ni arrancarlos.

No usar perros ni picanas en los arreos.

Para sujetarlos no usar lazo al cuello sino los bozales específicos para llamas y alpaca.

El arreo se debe hacer al paso de ellas, no hacerlas correr. En general con algunos días de práctica se vera que en silencio y al paso es la mejor manera de llevarlas y enseguida ellas aprenden las rutinas y se dirigen solas al lugar de destino una ves que se las encamino. Para el transporte cualquier vehículo adecuado para vaca o caballo sirve para llevar camélidos, tener en cuenta que en general viajan hechadas. Y es conveniente que no esten atadas durante el viaje.



Trailers para llamas

Transporte en automovil

