

## EJE TEMÁTICO AMBIENTE, FORRAJES Y OTROS

Olivera D. y P. Tchilinguirian, Humedales de altura y capacidad de sustentación para camélidos (Antofagasta de la Sierra, Catamarca, Argentina).

Barbarán Sitios de caza ilegal y puntos de venta de productos de vicuña (*Vicugna vicugna*) y guanaco (*Lama guanicoe*) en las provincias de Salta, Jujuy (república argentina) y sur de Bolivia

Góngora Fernández Gleny, Zegarra Romero Jaime Fernán - Red de información para impulsar estrategias de desarrollo socio económico en camélidos de países andinos

### HUMEDALES DE ALTURA Y CAPACIDAD DE SUSTENTACIÓN PARA CAMÉLIDOS (ANTOFAGASTA DE LA SIERRA, CATAMARCA, ARGENTINA).

Olivera Daniel<sup>1</sup>, Tchilinguirian, Pablo<sup>2</sup>

<sup>1</sup>CONICET-INAPL-UBA

<sup>2</sup>UBA-INAPL

[deolivera@gmail.com](mailto:deolivera@gmail.com), [paulianptchil@yahoo.com.ar](mailto:paulianptchil@yahoo.com.ar)

#### Resumen

La capacidad de sustentación de camélidos en la Puna Austral Argentina esta relacionada principalmente con la productividad y disponibilidad de agua de los humedales de altura. Los mismos constituyen parches de habitats acuáticos y peri-lacustres en una matriz desértica ubicada entre 3900 a 4500 m de altura y donde las precipitaciones alcanzan valores muy reducidos (< 50 mm). El objetivo del trabajo consistió en analizar la relación existente entre el manejo de camélidos por parte de la ocupación cultural y la variabilidad de la productividad y humedad en las vegas a lo largo de los últimos 10.000 años en la zona de Antofagasta de la Sierra.

#### Introducción

El paisaje desértico de la Puna Argentina en la zona de Antofagasta de la Sierra (-26° S, -67° 15°) presenta tres unidades ecológicas con diferente capacidad para el sustento forrajero de los camélidos. Las mismas corresponden a los pisos Altoandino (Pajonal de altura), el piso Puneño dominado por el Tolar-Campo y los humedales de altura también denominados "Vegas y bofedales". Estos últimos son ecosistemas con elevada humedad que se asocian a arroyos o lagunas con régimen permanente.

De esta forma, la localización espacial de los recursos forrajeros es predecible pero no lo es su abundancia, ya que el ambiente es extremadamente variable en el corto plazo (1). Esto es debido a que dichos ecosistemas tienen una variabilidad temporal asociada al clima y, especialmente, al régimen de lluvias (2), el cual es altamente inestable ya que se pueden producir sequías duraderas que afectan drásticamente la disponibilidad de los recursos forrajeros e hídricos y que impactan en el sustento de los camélidos. Sin embargo, los registros climáticos disponibles para la Puna son escasos y abarcan un período demasiado corto para realizar inferencias certeras. En consecuencia, el análisis de las series temporales y las eventuales predicciones que se puedan realizar tienen escaso peso a escalas temporales más amplias. Así, se hace necesario abordar el tema de la variabilidad de capacidad de sustento y manejo de camélidos desde otro punto de vista, como ser el estudio desde una perspectiva geológica-arqueológica. Esta permite estudiar la variabilidad del sistema forrajero y el manejo de los camélidos con una resolución milenar en una escala que abarque los últimos 10.000 años. Por ello, el objetivo del estudio fue plantear la relación existente entre la ocupación cultural y la capacidad de sustentación forrajera potencial para los camélidos a lo largo de los últimos 10.000 años, con especial énfasis en los 3000 años finales cuando el pastoreo se agregó a la caza como estrategia económica.

## Método de trabajo

Las variables respuesta para determinar la capacidad de sustentación potencial de camélidos a lo largo del tiempo se obtuvo, principalmente, a partir de dos indicadores indirectos. El primero de ellos fue la identificación de capas sedimentarias en perfiles estratigráficos que sean indicativos de condiciones húmedas y de alta biomasa. El segundo proxydato fue la distribución paleogeográfica de los humedales a lo largo del tiempo. Las capas sedimentarias indicativas utilizadas fueron los paleosuelos orgánicos, pertenecientes al Orden de los Histosoles, que indican la existencia de bofedales o vegas de elevada productividad en el pasado reciente (>3000 Kg/Ha). Por otro lado, los paleosuelos minerales, fueron indicativos de vegas de menor productividad (<1000 Kg/Ha). Los perfiles estratigráficos fueron realizados en 10 sitios, ubicados en la cuenca y subcuencas inferiores del río Punilla (Fig. 1). La variable del “manejo de camélidos” fue extraída del análisis de los registros arqueológicos en sitios de Fondo de Cuenca, como ser Casa Chavez Montículos (CChM) y Bajo del Coypar (BC2), y sitios de las quebradas subsidiarias como ser Punta de la Peña 9 (PP9), Real Grande 1 (RG1) y Quebrada Seca (QS3) (3; 4; 5; 6; 7).

El análisis de la información fue volcado en un gráfico que relaciona la variable tiempo con la capacidad de sustentación potencial y el manejo de camélidos inferido a lo largo del tiempo. El cruce de estas dos variables de tipo categórico-nominal permitió plantear un modelo hipotético que explique la variabilidad de las ecozonas y el manejo de los camélidos por parte de las sociedades humanas a través del tiempo. Asimismo, ello permitió sugerir ciertas observaciones generales sobre la estrategia pastoril aplicables al manejo agro-pastoril en la actualidad.

## Ambiente actual y pasado y la relación con el proceso cultural.

La configuración topográfica y la distribución de los pisos ecológicos permite subdividir al paisaje en tres sectores a lo largo de la cuenca del río Punilla: el Fondo de Cuenca, las Quebradas Intermedias y las Quebradas de Altura. Estas tres unidades fisiográficas tienen diferentes características forrajeras para los camélidos y la habitabilidad humana (Cuadro 1).

Los humedales, representados por las vegas pre-puneñas, puneñas y altoandinas, se encuentran asociados a las redes de drenaje y se ubican entre los 3.400 a 4.900 m de altura constituyendo excelentes corredores biológicos dentro de este mosaico desértico. Por otro lado, el pajonal de altura (3800-4500 m), aunque presenta mayor cantidad de superficie con respecto a los humedales (100.000 ha), se encuentra en sectores abiertos donde las condiciones de habitabilidad humana son más agresivas. Asimismo, este ecosistema es más sensible a las condiciones climáticas y su cobertura vegetal es menor, todo lo cual disminuye su productividad primaria (cuadro 1)

Cuadro 1. Comparación de la utilidad forrajera de las diferentes ecozonas en la Puna Meridional.

SECTOR DE MUESTREO	UNIDAD VEGETACIONAL	TOTAL DE ESPECIES		ESPECIES FORRAJE		FORRAJE vs. TOTAL	DISPONIBILIDAD FORRAJERA	
		N°	%	N°	%	%	POTENCIALIDAD	RENDIMIENTO
Fondo de Cuenca y Sectores	Vega Prepuneña	39	25,5	26	42,6	66,7	Muy Alta	Anual, Estacional
	Tolar/Campo	36	23,5	12	19,7	33,3	Baja/Muy baja	Estacional/Anual
Quebradas Altas	Vega Puneña	48	31,4	13	21,3	27,1	Alta(1)	Anual
	Pajonal	21	13,7	8	13,1	38,1	Baja/Alta (2)	Anual
	Vega Altoandina	9	5,9	2	3,3	22,2	Baja(3)	Anual
<b>TOTALES</b>		<b>153</b>	<b>100,0</b>	<b>61</b>	<b>100,0</b>	<b>39,9</b>		

Modificado de Olivera 2006. (1) Extensión espacial limitada (2) Complementario de Vega Puneña (3) Limitada extensión, menor cantidad de especies útiles.

Los estudios paleoambientales a lo largo del Holoceno de Antofagasta de la Sierra (8; 9) permiten identificar varios eventos de formación de vegas en el registro sedimentario. Estos eventos están separados por sedimentos arenosos de origen aluvial o eólico (Fig. 2). A partir de los valores isotópicos de carbono y oxígeno y de otros datos, como ser las diatomeas, se asocia que los eventos de formación de vegas corresponden a períodos más húmedos y fríos que en la actualidad. En base a esta interpretación, para la zona de estudio se identificaron cuatro grandes períodos

climáticos de escala mileneal. Los mismos son: condiciones más húmedas y frías desarrolladas >8700 años A.P., condiciones de máxima aridez entre *ca.* 6.300 a 3.900 años A.P., otro evento de alta humedad entre *ca.* 3.000 a 1.600 años A.P y las actuales condiciones áridas. Esta cronología de evolución climática coincide de manera general con los estudios llevados a cabo en otros sectores de los Andes (10; 11; 12; 13) y tendría, por lo tanto, una escala regional. Asimismo, existen variaciones de menor orden temporal, que han sido identificadas con el nombre de la Pequeña Edad de Hielo y la Oscilación Climática Medieval (14).

Desde una perspectiva que relacione el paleoambiente y el comportamiento humano (8) se puede argumentar que durante el Holoceno Temprano las poblaciones humanas se enfrentaron a condiciones más frías y húmedas que en la actualidad en donde la disponibilidad de área con vegas era mayor que la actual. Posteriormente, las condiciones climáticas y el paisaje cambiaron radicalmente en el Holoceno medio. Este cambio no fue abrupto, sino que comenzó hacia los 8.700 años A.P. y se generalizó en forma más intensa alrededor de los 6.000 años A.P. Durante este evento de máxima aridez, los ambientes de vega se habrían reducido y las poblaciones humanas habrían cambiado su patrón de movilidad y estrategias de subsistencia, incluyendo tal vez algunos intentos iniciales de domesticación. La variabilidad de las vegas en el paisaje ante estos cambios de humedad fue diferente. En las quebradas profundas las variaciones de agua y vegetación fueron menores, mientras que en los sectores de fondo de cuenca los cambios fueron más importantes. En este sentido, se habrían desarrollado sectores acotados con mejor disponibilidad de recursos (ecorefugios, *sensu* 15) en el momento más árido del Holoceno Medio entre los 6.000 y 5.000/4.500 años A.P. Posteriormente, cuando el clima progresivamente es menos árido, habría tenido lugar una intensificación en el proceso de domesticación de camélidos.

Alrededor de los 3.000 años A.P., comienza un nuevo ciclo de mayor humedad y permite la adaptación de las sociedades pastoriles a la incorporación de la agricultura. Cuando a partir de los 1.650-1.700 años A.P. las condiciones vuelven a una mayor aridez comienza un cambio en las estrategias de ocupación. Este se caracteriza por la incorporación de nuevas tecnologías para la agricultura por medio del uso de canales de riego y modificaciones artificiales de la pendiente (16; 6). Esto último indicaría que la sociedad antes de moverse a sitios con paisajes más aptos o disminuir su número de integrantes, decide incorporar tecnología para contrarrestar la disminución de recursos.

Más allá de los cambios enunciados, existe un elemento destacable y es que los camélidos sudamericanos, tanto silvestres como domesticados (7), dominan en el registro arqueofaunístico de los sitios arqueológicos durante todo el Holoceno (Cuadro 2).

Cuadro 2. Representación de taxones en sitios arqueológicos de Antofagasta de la Sierra

SITIOS	UBICACION	CRONOLOGÍA	CAMELIDO	CERVIDO	ROEDOR	OTRO
QS3	Vega de Altura	10000 a 5000 años AP	95,6	0,0	3,7	0,7
QS3	Vega de Altura	5000 a 4000 años A.P.	95,6	0,0	3,7	0,7
CChM	Fondo de Cuenca	3000 a 1000 años A.P.	84,8	0,3	11,2	3,7
PP9	Vega lateral		96,5	1,6	1,9	0,0
RG1	Vega de Altura		83,0	0,0	15,0	2,0
CC	Fondo de Cuenca		62,3	0,0	25,0	12,7
BC2	Fondo de Cuenca	1000 a 500 años A.P.	78,5	0,0	3,5	18,0

Referencias: QS3, Quebrada Seca 3; CChM, Casa Chavez Montículos; PP9, Punta de la Peña 9; RG1, Real Grande 1; CC, Campo Cortaderas; BC2, Bajo del Coypar 2.

Las mediciones osteométricas y los análisis de fibra permitieron determinar variaciones en el tipo de camélidos presentes en los sitios. Durante el Holoceno Temprano y Medio es evidente la presencia de animales silvestres (vicuña y guanaco) producto de actividades de caza, los cuales fueron utilizados de manera muy integral (carne, médula, fibra) como indica el registro de sitios como Quebrada Seca 3 y Peña de la Cruz, entre otros. A partir del Holoceno Tardío se ha postulado el inicio de un proceso de domesticación (*ca.* 4.500 años AP) que derivará finalmente en auténticas prácticas pastoriles. Estas están con seguridad bien establecidas hacia los 2.400 años A.P. (sitio Casa Chavez Montículos), pero ciertos elementos (posible cuero de llama en un sonajero y sandalias del sitio Cueva Cacao 1A) permitirían retrotraer el manejo de rebaños hasta por lo menos los 3.000 años A.P. La presencia de animales domésticos (llama) posibilita agregar la función de carga y transporte al rendimiento de los camélidos a través de animales de tipo más generalizado. En los últimos 1.000/1.200 años se intensificaría la práctica caravanera de

manera más sistemática y organizada a nivel socio-político, lo que llevaría a la producción de tipos de llama más especializadas (variedades para fibra, transporte y, posiblemente, carne).

Esta evolución en la explotación y manejo de los camélidos debió verse reflejada en variaciones en el manejo de las áreas forrajeras (Fig. 1B). Durante las épocas cazadoras-recolectoras plenas la disponibilidad de pasturas y su uso estaba relacionada directamente con la situación paleoambiental y la etología de las especies silvestres, con una escasa incidencia humana en la disponibilidad general de ungulados salvo la relacionada con fenómenos como sobreexplotación o caza selectiva.

Sin embargo, al introducirse la especie domesticada el manejo de los forrajes comenzó a estar asociado a decisiones sociales y, consecuentemente, se produciría la aparición de una variable adicional en el riesgo ambiental, que podría aumentar o atenuarse de acuerdo a las decisiones estratégicas asumidas por los grupos humanos. Por ejemplo, la introducción de la agricultura puede haber ocasionado el aumento de la producción de forraje alternativo, sea por extensión de las vegas por riego como por la producción de forraje en los sistemas de cultivo con regadío.

Sin embargo, resulta evidente que las variaciones ambientales incidieron directamente en la capacidad de sustentación de los ungulados que puede ser evaluada en función de la productividad de forraje de los humedales. Si bien la alimentación de los camélidos se complementa entre las vegas y otras ecozonas (tolar-campo y pajonal de altura), los humedales representan los sectores de mayor productividad primaria y puede asumirse que reflejan proporcionalmente la situación de las restantes ecozonas. En la Fig. 2 se observa que la capacidad de sustentación aumenta notablemente con la presencia de los paleohumedales en los eventos fríos y húmedos, mientras que la capacidad disminuye con los momentos áridos del Holoceno Medio.

### **Potencialidad forrajera y capacidad de sustentación de camélidos a través del tiempo**

Las respuestas del paisaje ante los cambios climáticos, ya sea desde el punto de vista ecológico como geomorfológico, es un tema que en la actualidad todavía se encuentra en discusión y que es propio de cada tipo de ambiente y lugar. En la zona de Antofagasta de la Sierra, los eventos de humedad persistentes en el tiempo estarían asociados a la formación y/o expansión de lagunas y vegas (Fig. 1B y 1C). En los mismos se habrían sedimentado arcillas lacustres, sedimentos hidromórficos y orgánicos. Por otro lado, las condiciones más áridas se vincularían a la expansión de los ambientes eólicos, salares, lagunas efímeras o aluviales dominados por flujos de detritos (9). La respuesta ecológica de la ecozonas de Tolar-Campo y Pajonal de Altura ante el cambio climático a escala milenar es un aspecto desconocido para este sector de la Puna, sin embargo extrapolar otros estudios realizados (17; 18; 19) podría argumentarse que los eventos fríos y húmedos provocarían un descenso en cota de los pisos altitudinales como la ecozona de Pajonal de altura, mientras que durante los eventos áridos y más cálidos dicho piso altitudinal elevaría la cota.

En la Fig. 2C se postula un modelo de respuesta de la superficie del piso ecológico Fondo de Cuenca en fusión de los grandes eventos de humedad-sequedad. Se infiere que las vegas son ambientes menos sensibles a los cambios de superficie que el pajonal de altura. Ello es debido a que el aporte de la humedad en los dos sistemas es diferente. En las vegas el aporte de humedad está regulado por el caudal estable de las vertientes y ojos de agua, mientras que en el pajonal de altura responde a las precipitaciones directas las cuales tienen elevada variabilidad. En lo que se refiere a las vegas, se postula que las del fondo de cuenca estarían más afectadas en superficie con respecto a las ubicadas en los sectores de las Quebradas intermedias y de altura debido a que el aporte hídrico disminuye drásticamente hacia el fondo de cuenca debido a la mayor tasa de evaporación o infiltración (9). Por otra parte, las vegas de las quebradas de altura, a diferencia de las del Fondo de Cuenca, conservarían un mayor aporte hídrico regular y se verían menos afectadas por los cambios del balance hídrico debido a que están ubicadas cercanas a los manantiales y se encuentran más protegidas de la evaporación y restringidas topográficamente. Consecuentemente, la capacidad potencial de sustentación de las vegas de Fondo de Cuenca en los momentos áridos es sensiblemente más baja.

El Pajonal de altura tendría diferentes respuestas según el clima: ascendería en altitud y disminuiría en extensión por menor pluviometría y aumento de temperatura y respondería de manera inversa ante eventos disminución de temperatura y mayor humedad.

Así, durante el Holoceno Medio, seco y cálido, los camélidos silvestres habrían disminuido en número y su distribución sería más predecible en los sectores altos de la cuenca, cercanos a los manantiales y vertientes.

Esto coincide con la distribución de las ocupaciones arqueológicas que buscarían estos “ecorefugios”, disminuyendo la movilidad de los grupos humanos. Al principio utilizarían asentamientos más estables en los ecotonos de los sectores bajos y medios de las quebradas laterales (p.e., el sitio Peña de la Cruz con fechados entre ca. 7000-

7500 años A.P.), pero al llegar el clímax de aridez hacia los 6.000 años A.P. los asentamientos migrarían a sectores más altos con vegas más rendidoras y donde la presencia del agua era más probable.

Con el retorno de condiciones más favorables hacia los 5.000 años AP se iniciaría el proceso de domesticación, el cual derivaría en el pastoralismo unos 3.000 años atrás, que estaría plenamente establecido hacia los 2.400 años A.P. (aldea de Casa Chavez Montículos). Si bien en este momento se establecería una competencia entre los camélidos silvestres y la nueva especie domesticada, las nuevas condiciones de alta humedad y la baja densidad de las tropas de llamas no implicarían problemas, ya que la capacidad de sustentación del ambiente sería más que suficiente. Sin embargo, hacia los 1.700 años AP comienza un nuevo proceso de aridización que alcanzaría un clímax *ca.* 1.000 años A.P. En estas condiciones las vegas de fondo de cuenca, las más rendidoras, disminuirían sensiblemente y ascendería la cota del pajonal, siendo menos afectadas las vegas altas. Sin embargo, las respuestas humanas incluyeron la introducción de la agricultura extensiva e intensiva con regadío, aprovechando las condiciones permanentes de los cursos hídricos. El impacto por la extracción de las aguas de al cuenca no llevo a una degradación, debido a que gran parte del agua excedente e infiltrada en las zonas de cultivo retornaba al sistema hídrico (9). Así, pudieron extenderse, como en la actualidad, las vegas y, quizás, producirse forraje artificial en los campos agrícolas de Bajo del Coypar.

Sin embargo, el factor limitante básico para el aumento de capacidad de sustentación del sistema estaba dado por el de las vegas altas, ya que el sistema de pastoreo utiliza el fondo de cuenca durante primavera- verano (octubre a abril) y luego traslada los animales a las vegas altas en el otoño-invierno (mayo-setiembre). Esto ocurre actualmente y debió ser similar en el pasado, ya que la disminución del nivel de la freática disminuye notablemente la pastura del fondo de cuenca y si se la sobreexplota en la época invernal no se recuperaría para el siguiente verano (época de nacimientos y engorde).

Así, podemos concluir que durante el momento árido del Holoceno Tardío no debe haber descendido el nivel de animales domésticos proporcionalmente a la disminución natural de las vegas del fondo de cuenca debido a la intervención humana, aunque si lo deben haber hecho las tropas silvestres. La racionalidad del sistema puede evaluarse en el hecho que esta disminución no fue dramática, ya que existen importantes evidencias de caza de vicuñas para uso económico en los sitios tardíos de las vegas altas (p.e., Real Grande 1).

En el Cuadro 3 se propone una estimación del rendimiento forrajero natural de las distintas ecozonas durante las diferentes condiciones de humedad producidas a lo largo del Holoceno. Por el momento, se trata solo de un modelo tentativo surgido de los estudios de campo y de los valores promedio de sustentación de animales producidos por diferentes investigaciones en el área andina (20; 21; 22).

Cuadro 3. Variación estimada de la extensión y capacidad de sustentación de las principales ecozonas en Antofagasta de la Sierra durante las variaciones climáticas holocénicas.

ECOZONA	Actual		Mayor Aridez		Mayor Humedad	
	E Ha	CS	E Ha	CS	E Ha	CS
Fondo de Cuenca	1.100	1000/1500	550	400/700	1400	2000/2500
Vegas Altas	600		500		700	
Pajonal de Altura	10.000		2000		11000	

Referencias: E Ha, extensión en hectáreas; CS, capacidad de sustentación en número de camélidos.

Las condiciones actuales son algo mejores que las del período de la Oscilación Climática Medieval (*ca.* 1000 años A.P.), momento en el que se ha comprobado la introducción de la agricultura intensiva y extensiva en Bajo del Coypar (6). Nuestros estudios del sitio de casi 900/1000 Ha de campos agrícolas, de los cuales solo están activos alrededor de un 5%, demostraron la factibilidad de reactivar por lo menos una tercera parte, ya que las condiciones hídricas y edafológicas actuales lo permitirían (16). Adicionalmente, una experiencia piloto con alfalfa llevada adelante por una pastora de la comunidad (Sra. Santos Claudia) en 2 Ha. desde hace cuatro años dieron excelentes resultados (rendimiento estimado total 5000/6000 Kg/Ha, dos cortes en verano y pastura directa de ovicápridos en el campo en julio).

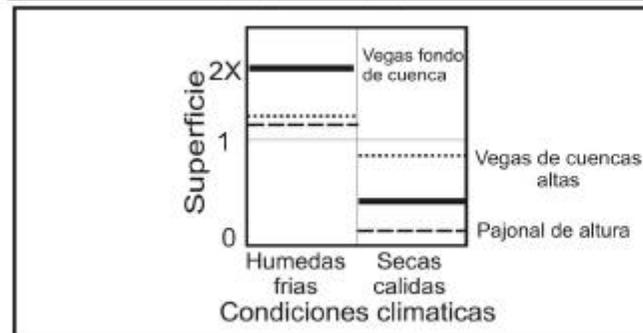
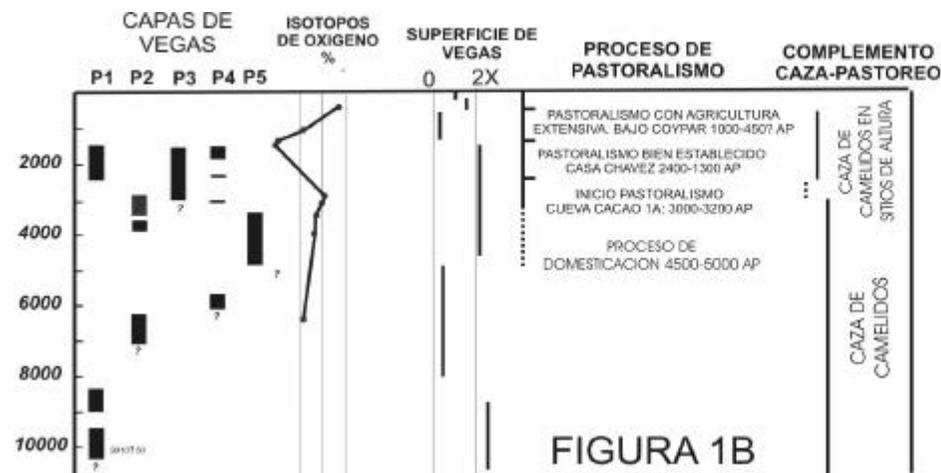
Estos elementos nos llevan a sostener que se podría aumentar sustancialmente la capacidad de sustentación del Fondo de Cuenca para la práctica forrajera aumentando el número de animales domésticos, siendo la limitante la capacidad de sustentación invernal de las vegas y el pajonal de altura que estimamos hoy subexplotada. Por supuesto, esto exige un manejo racional del recurso hídrico, no solo en relación a la disponibilidad de agua para riego (téngase en cuenta el aumento del consumo para la población respecto de épocas arqueológicas), sino también en el control de los canales y el riego de las vegas. Hemos comprobado que el exceso de anegación ha provocado focos de salinización en los humedales y la profundización del nivel de las acequias y canales un descenso de la freática que ocasiona

fenómenos de erosión graves en el Fondo de Cuenca (se han realizado controles diarios del nivel de la freática y la temperatura ambiente a lo largo de cinco años que sería extenso detallar aquí).

En conclusión, el estudio de la evolución del ambiente y el manejo arqueológico del mismo por parte de los antiguos grupos humanos, unido a la evaluación técnica de las condiciones actuales, constituye una estrategia que estimamos valiosa para proponer manejos racionales del ambiente en dirección a mejorar las condiciones del pastoreo actual de camélidos y contribuir a mejorar la situación socioeconómica de los productores puneños.

### Agradecimientos

A los integrantes del equipo de investigación del Proyecto Arqueológico Antofagasta de la Sierra por su trabajo y apoyo. A la comunidad local y especialmente a los pastores que nos brindaron su experiencia y consejo. A la Dirección Provincial de Ganadería de Catamarca por su colaboración permanente. A las autoridades del Gobierno de Catamarca. Las investigaciones fueron apoyadas financiera y logísticamente por el Instituto Nacional de Antropología y Pensamiento Latinoamericano (SCN), el CONICET y la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica.



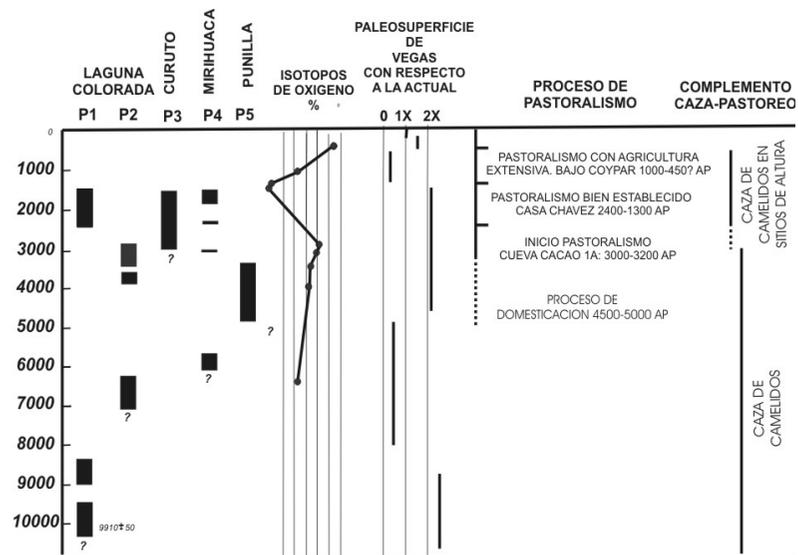


Figura 2. Evolución de las vegas y su relación con el proceso socioeconómico y las estrategias de manejo de los camélidos.

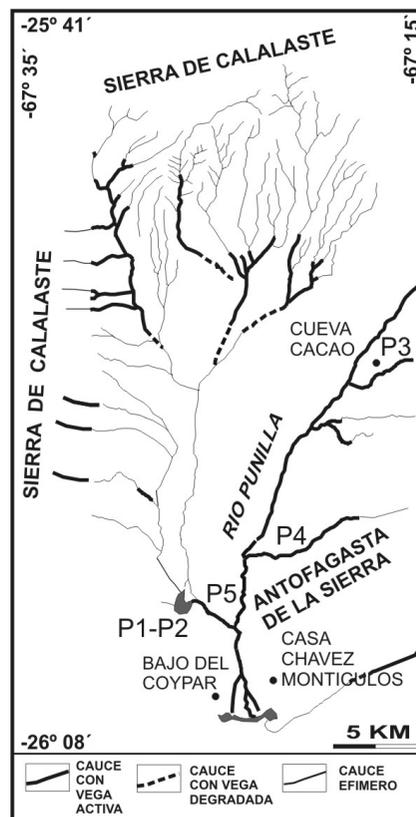


Figura 1. Área de Estudio

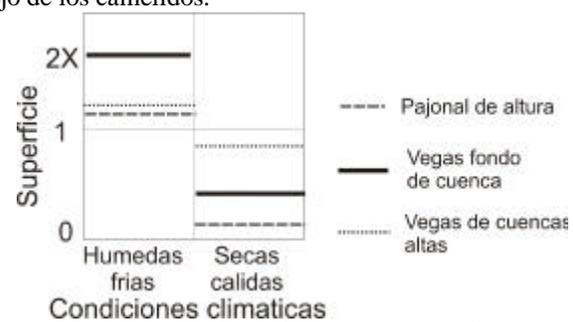


Figura 3. Modelos de superficies forrajeras vs. condiciones climáticas

1. Yacobaccio, Hugo, Dolores Elkin y Daniel Olivera 1994. ¿El fin de las sociedades cazadoras?: El proceso de domesticación animal en los Andes Centro-Sur. “Arqueología de Cazadores-recolectores”, Ed. por Luis Borrero y José L. Lanata. *Arqueología Contemporánea* 5, Edición Especial: 23-32. Buenos Aires.
2. Caziani S.M y Derlindati D.J, 1999. Humedales Altoandinos del Noroeste de Argentina. Su contribución a la biodiversidad regional. En: Malbares A.I.(ed.). *Tópicos sobre Humedales Subtropicales y Templados de Sudamérica*: 1-15. MAB. Montevideo. Uruguay.
3. Olivera, D. 1991. Formativo en Antofagasta de la Sierra (Puna Meridional Argentina): Análisis de sus posibles relaciones con contextos arqueológicos Agro-alfareros Tempranos del Noroeste Argentino y Norte de Chile. *Actas del XI Congreso de Arqueología Chilena*, Sociedad Chilena de Arqueología: 61-78. Santiago.
4. Aschero, C., Elkin D. y Pintar. E., 1991. Aprovechamiento de recursos faunísticos y producción lítica en el precerámico tardío. Un caso de estudio: QS3 (Puna Meridional Argentina). *Actas de XI Congreso de Arqueología Chilena*, II: 101-114. Sociedad Chilena de Arqueología. Santiago de Chile.
5. Olivera D., P. Escola, J. Reales, M.J. de Aguirre, S. Pérez, Vigliani S., C. Bisso y S. Camino. 1994. El asentamiento arqueológico de Bajo del Coypar: una explotación agrícola Belén-Inka en Antofagasta de la Sierra. *Actas del XI Congreso Nacional de Arqueología Argentina*, XIII: 219-226. Revista del Museo de Historia Natural de San Rafael, Mendoza.
6. Olivera, D. y S. Vigliani 2000/2002. Proceso cultural, uso del espacio y producción agrícola en la Puna Meridional Argentina. *CUADERNOS del Instituto Nacional de Antropología y Pensamiento Latinoamericano*, 19: 459-481.
7. Olivera D. E., 2004. Recursos bióticos y subsistencia en sociedades agropastoriles de la Puna Meridional Argentina. Comechingonia, Córdoba (e.p.)
8. Olivera, D. E., P. Tchilinguirian y M.J. de Aguirre. 2002. “Evolución cultural y ambiental en el sector Meridional de la Puna de Atacama durante el Holoceno”. Simposio “Change in the Andes”, *XIV Congreso de la Unión de Ciencias Prehistóricas y Protohistóricas de Europa*. BAR, UK (e.p)
9. Tchilinguirian P. y Olivera D. E. 2005. Evolución paleoambiental e implicancias geoarqueológicas en Laguna Colorada, Puna Catamarqueña, Argentina. *XVI Congreso Geológico Nacional. Actas IV*. La Plata. (CD)
10. Abbot, M. B., G. O. Seltezer, K. R. Kelts y J. Southon. 1996. Holocene paleohydrology of the Tropical Andes from lake records. *Quaternary Research*, 47: 70-80.
11. Grosjean, M. y Nuñez L., 1994. Lateglacial, Early and Middle Holocene environments, human occupation and resource use in the Atacama. *Geoarchaeology*, Volumen 9: 271-286.
12. Thompson L.G., E. Mosley-Thompson, M. E. Davis, P.-N.Lin, K.A Henderson, J.Cole-Dai, J.F. Bolzan y K.-b.Liu. 1995. Late glacial stage Holocene Tropical ice core records from Huascarán, Peru. *Science*, 269: 46-50.
13. Nuñez, L., M. Grosjean, B. Messerli y H. Schreliier 1996. Cambios ambientales holocénicos en la Puna de Atacama y sus implicancias paleoclimáticas. *Estudios Atacameños*, 12: 31-40.
14. Bradley, R. S., 2000. Past global changes and their significance for the future. *Quat. Sci. Rev.* 19, 391-402.
15. Nuñez, L., M. Grosjean e I. Cartajena. 1999. Un ecorefugio oportunístico en la Puna de Atacama durante eventos áridos del Holoceno Medio. *Estudios Atacameños*, 17: 125-174.
16. Olivera, D. y P. Tchilinguirian. De aguas y tierras: aportes para la reactivación de campos Agrícolas arqueológicos en la Puna Argentina. *Relaciones*, XXV: 99-118. Sociedad Argentina de Antropología. Buenos Aires, 2001.
17. Fernández J., Markgraf V., Panarello H., Albero M., Angiolini F., Valencia S., y Arriaga, M., 1998. Late Pleistocene-early Holocene Environment and climates, fauna, and human occupation in the Argentine Altiplano. *Geoarcheology*, Vol 6, 3: 251-272.
18. Maldonado A., J.L. Betancourt, C. Latorre y C. Villagrán. 2005. Pollen analices from a 50.000 yr rodent midden series in the southern Atacama Desert (25° 30'). *Journal of Quaternary Science*, 20 (5): 493-507.
19. Schavitz F., L. Lupo, J. A. Kulenmeyer y J. J. Kulemeyer. 2001. Variaciones del Clima, la vegetación y la presencia en los últimos 15.000 años en el borde oriental de la Puna, provincias de Jujuy y Salta, *XI Simposio Argentino de Paleobotánica y Palinología*. Asociación Paleontológica Argentina. Publicación Especial 8.
20. Kuznar, L.A. 1990 Llamas, dogs and herders: trading freedom for reproductive success in the South Central Andes. *Papers presented at the 6th. Annual ICAZ (International Council for Archaeozoology) Conference*, Washington D.C., May 21-25.
21. Alzérrec, H. A.; G.C. Prieto; J.C.Laura; D. Ch.Luna y S. B. Laguna. 2001. *Características y distribución de los bofedales en el ámbito boliviano*. A.L.T, P.N.U.D. y A.I.G.A.C.A.A. Informe final, 176 p. La Paz, Bolivia
22. Bonacic, C. 1998. Dinámica poblacional de la vicuña y determinación de la capacidad de carga en la provincia de Paranicota, Chile. *Actas del Seminario Internacional Manejo Sustentable de la Vicuña y el Guanaco* . Ed. Por González, B. P.; M. F. Bas; G. Charif Tala y A. W. Iriarte

# **SITIOS DE CAZA ILEGAL Y PUNTOS DE VENTA DE PRODUCTOS DE VICUÑA (*Vicugna vicugna*) Y GUANACO (*Lama guanicoe*) EN LAS PROVINCIAS DE SALTA, JUJUY (REPÚBLICA ARGENTINA) Y SUR DE BOLIVIA**

Barbarán Francisco Ramón

Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)  
Pachi Gorriti 1780 (4400) Salta, Argentina. Telefax: +54-(0)387-4395956  
[barbaran@unsa.edu.ar](mailto:barbaran@unsa.edu.ar)

## **Resumen**

Se planteó el objetivo de crear una base de datos georeferenciable de sitios de caza y de puntos de compra y venta de productos de vicuña y guanaco. Teniendo en cuenta la disposición para entregar información de los niños que habitan en el área de distribución de las especies de interés, entre 2002 y 2006 fueron encuestados 791 alumnos de 32 escuelas y 136 informantes clave. Se obtuvo el nombre de 70 sitios de caza y 15 puntos de compra y venta, que pudieron ubicarse en cartografía del Instituto Geográfico Militar de Argentina (IGM). La base de datos obtenida, facilita la confección de un mapa que hará más eficiente los operativos de control y las acciones de manejo del recurso. El mapa podrá enriquecerse con la información que dispongan las fuerzas de seguridad y los organismos de medio ambiente, haciéndolo aun más útil si los datos se comparten entre instituciones y jurisdicciones. Esto es factible, porque los sitios de caza están ubicados en mapas impresos del IGM, que son baratos y fácilmente obtenibles, por lo que no es necesario el uso de computadoras, software costoso ni personal especialmente entrenado para su operación, quedando abierta la posibilidad de usar Sistemas de Información Geográfica digitales. El comercio ilegal continúa debido a la demanda del mercado de fibra, al carácter contravencional de la cacería, la falta de incentivos para denunciarla y de medios para controlarla, a la falta de alternativas de ingreso continuo y a la pobreza de los habitantes locales.

## **Introducción**

En Argentina, las acciones para la conservación de la vicuña, hasta ahora se han concentrado en la regulación del comercio de la fibra de esta especie, incluida en el Apéndice I (comercio prohibido) de la Convención Internacional para Tráfico de Especies Amenazadas de Flora y Fauna Silvestres (CITES) en 1975 [1]. Por lo tanto, solo es legal el comercio originado en las poblaciones silvestres de las Provincias de Jujuy y Catamarca y en animales en semicautividad de las provincias de Jujuy, Salta, Catamarca, La Rioja y San Juan que están incluidas en el Apéndice II (comercio controlado), mientras que el guanaco está en este Apéndice desde 1978 [2].

Un marco jurídico que prohíbe la cacería de Camélidos, con el consecuente control por parte de las fuerzas de seguridad y la equivalencia del dólar estadounidense con el peso argentino durante el período 1991-2001, desalentaron el comercio y permitieron la recuperación de las poblaciones silvestres.

Sin embargo la brutal devaluación de la moneda argentina iniciada a principios de 2002, la que en Julio de 2006 supera el 310 %, recreó los incentivos para el comercio ilegal: ahora es posible pagar con moneda devaluada un bien valioso convertible inmediatamente en dólares o euros en el mercado internacional, abriéndose además un importante mercado interno de souvenirs de lujo, orientado a turistas extranjeros que llegaron atraídos por las ventajas del cambio de divisas a su favor [3].

El decomiso de 370 cueros en Marzo de 2002, en un solo procedimiento de Gendarmería Nacional, indica que a partir de la crisis, se disparó el comercio ilegal [4].

Teniendo en cuenta la gravedad de la situación, se planteó el objetivo de investigación de detectar los sitios de caza y de venta ilegal de productos de vicuña y guanaco en Salta y Jujuy, con el fin de crear una base de datos georeferenciable para posibilitar la obtención de un mapa, que permita planificar con mas eficiencia las acciones de control y manejo del recurso.

## **Métodos**

Teniendo en cuenta la disposición de los niños para entregar información, entre Diciembre de 2002 y Abril de 2006, fueron visitadas 32 escuelas de las provincias de Salta y Jujuy y una en la provincia Modesto Omiste en Bolivia, ubicadas dentro del área de distribución del guanaco y la vicuña: Prepuna, Puna y Valles Calchaquíes (Tabla n° 1). Los alumnos (n=791), casi todos correspondientes al tercer ciclo de educación general básica (EGB 3) fueron interrogados sobre el nombre y ubicación geográfica de los sitios de caza usados por sus parientes directos. Para verificar los datos obtenidos, se entrevistó a distintos informantes clave (n=136): agentes sanitarios, artesanos, cazadores, comerciantes, gendarmes, maestros de escuela, pastores y policías. Aquí se incluyó a los padres de los alumnos, que participaron en talleres organizados especialmente, en 8 establecimientos escolares, con el fin de ampliar la información obtenida. En Humahuaca se entrevistó al dueño de un criadero de vicuñas y en Purmamarca a un comerciante ilegal de ponchos de la misma especie, ampliándose a 34 las localidades relevadas.

Posteriormente los lugares de caza mencionados, fueron ubicados en cartografía de la Dirección Nacional de Geología y Minería y del Instituto Geográfico Militar (IGM), organismo perteneciente al Ejército Argentino. Durante el trabajo de campo también fueron detectados y fotografiados sitios de compra y venta de confecciones de guanaco y vicuña, que también fueron ubicados en mapas del IGM (Tabla n° 1).

## **Resultados**

Se obtuvo el nombre de 83 sitios de cacería, de los cuales 70 se correspondieron con parajes mencionados mayormente en cartas topográficas del IGM. Quince sitios de compra y venta de fibra, hilo y confecciones de las especies de interés también fueron detectados y ubicados en la cartografía. Los datos se presentan vinculados con la escuela donde fueron obtenidos y con el número de alumnos y de informantes clave entrevistados (Tabla n° 1).

Tabla n° 1: Sitios de caza de Camélidos y de puntos de compra y venta de fibra y confecciones, detectados durante el trabajo de campo. En la última columna, al lado de cada lugar, se indica la cartografía donde se ubica.

Ecosistema y provincia donde se ubica	Ubicación de la escuela relevada, posición geográfica y altitud	Cantidad de alumnos encuestados (A)	Cantidad de informantes clave entrevistados (B)	Cantidad de sitios de caza mencionados por A y B	Cantidad de sitios de caza ubicados en cartografía del Instituto Geográfico Militar (IGM)	1-Sitios de caza. 2-Punto de compra y venta de productos de caza ilegal. 3-Especies involucradas
Provincia del Monte (Valles Calchaquies de Salta)	Santa Bárbara S 25° 55' 42.4" W 65° 43' 08.3"	25	1	2	2	1-Cerro Zorrito. Quebrada de Tres Cruces [5]. 3-Guanaco.
	El Divisadero S 26° 05' 33.1" W 66° 00' 45.8"	24	2	0	0	2-Cafayate [6]. 3-Vicuña: cueros e hilo. Guanaco: cueros.
	San Carlos S 25° 53' 38" W 65° 55' 40.5"	48	1	1	1	1-Parque Nacional Los Cardones. Tintín [5]. 3- Guanaco.
	San Lucas S 25° 52' 04.1" W 66° 02' 2.7"	11	0	1	0	1-Puesto Santa Teresa (no ubicado). 3-Vicuña
	Payogastilla S 25° 42' 45.7" W 66° 00' 17.3"	2	1	0	0	No se obtuvo información
	6. Pucará S 25° 46' 31.7" W 66° 16' 5.2"	27	6*	4	3	1-Cerro Colorado, Cerro El Durazno, Hualfin [7] y Mayayaco (no ubicado). 3- Guanaco
	7. Arremo **** S 26° 01' 37.7" W 66° 22' 36.3"	38	10*	4	2	1-Pampallana [8], Río Grande [7], Cerro Chañar (no ubicado), Corral Negro (no ubicado). 3-Guanaco y vicuña
	8. Río Grande **** S 26° 04' 44.7" W 66° 18' 9.2"	41	21*	2	1	1-Luingo [8] y Torre Abra (no ubicado) 2-Río Grande [7] 3-Vicuña
	9. El Colte S 25° 17' 7.9" W 66° 12' 56'	11	10*	1	1	1-Sierras de la Apacheta [7] 2-El Colte [7], La Poma [9] 3-Guanaco y vicuña
	10. Molinos S 25° 26' 24.8" W 66° 17' 31"	21	5*	0	0	2-El Colte [7] 3-Guanaco y vicuña

	11. Cuchiyaco S 25° 22' 0.1" W 66° 25' 25.9"	41	9*	2	2	1-Cumbres de Luracatao [9], Cerros de la Laguna [7] 3-Guanaco
	12. Luracatao S 25° 14' 44.8" W 66° 26' 7.3"	36	4*	0	0	2-La Puerta [7] 3-Guanaco y vicuña
	13. Alumbre S 25° 11' 32.7" W 66° 26' 27.7"	21	2	2	2	1-Cerros aledaños a Alumbre [7], Pastos Grandes [9]. 3-Guanaco y vicuña.
	14. La Poma S 24° 43' 22.2" W 66° 12' 04.2"	44	2	1	1	1-Abra del Acay [9]. 2-La Poma [9]. 3-Guanaco y vicuña
	15. El Saladillo S 24° 35' 31.6" W 66° 11' 42.6"	14	2*	0	0	No se obtuvo información
Prepuna de la Provincia de Salta	16. Esquina Guardia S 23° 49' 1.7" W 66° 14' 4.2"	17	3	6	5	1-Matansilla, Cerrillos, Niño Muerto, Tipán [10]; Ojo Chico (sin ubicar). 3-Vicuña
Prepuna de la Provincia de Jujuy	17. Humahuaca S 23° 12' 00" W 65° 21' 00"	0	1	0	0	2-Humahuaca [11] 3-Vicuña
	18. Purmamarca	0	2	0	0	2-Purmamarca [11] 3-Vicuña
Provincia del Monte. Quebrada del Toro (Provincia de Salta)	19. San Bernardo de las Zorras S 24° 40' 41.5" W 65° 44' 22.5"	15	2	2	2	1-Chapeau y Huasa Ciénaga [12] 2-San Bernardo de las Zorras [12] 3-Guanaco y vicuña
	20. Finca El Toro S 24° 10' 4.9" W 65° 53' 33.1"	16	0	1	1	1-El Palomar [12] 3-Vicuña
	21. Gobernador Sola S 24° 35' 26.3" W 65° 50' 42.6"	19	1	1	1	1-Cerros aledaños [12] 3-Guanaco
	22. Las Cuevas S 24° 21' 4.9" W 66° 1' 27.9"	7	2	2	1	1- Incahuasi [9], Incon (sin ubicar), 3-Guanaco y vicuña
	23. Ing. Maury S 24°40'57.5"S W 65°46'19.2"	19	12	1	1	1-Pascha [12] 2-Pascha 3-Vicuña

Puna de la Provincia de Salta	24. Cobres S 23° 39' 2,9" W 66° 17' 0,1"	19	0	2	2	1-Tolar Chico y Tin-tin [10] 2-El Moreno [11] 3-Vicuña
	25. Pampallana **** S 26° 6' 37,6" W 66° 28' 15,4"	5	4	1	1	1-Pampallana [8] 2-Pampallana 3-Vicuña
	26. San Antonio de los Cobres. Escuela Domingo Faustino Sarmiento S 24° 13' 25,2" W 66° 19' 4,5" .	48	9	16	15	1- Acarsoque [13]; Cerro Negro, Mina Concordia, Olacapato, Pastos Grandes, Tolar Grande, Tocomar y Unquillar [9]; Hombre Muerto y Pampa Ciénaga y Río de los Patos [7]; Puesto Seij y Matansilla y Tipán [10]; Socompa [14] y Esquina El Tolar ( sin ubicar) 2-San Antonio de los Cobres [9] 3-Guanaco y vicuña
	27. Santa Rosa de los Pastos Grandes S 24° 28' 3,0" W 66° 40' 25,2"	22	1	7	7	1- Ciénaga Grande y Quebrada del Tarón [9]; Cienaga Ancha y Vicuña Muerta [14], Pampa Ciénaga y Quebrada Las Cuevas [7], Ciénaga Ancha [15] 3-Guanaco y vicuña
	28. Olocapato S 24° 06' 50,2" W 66° 43' 15,4"	19	3	11	7	1-Abra de Navarro, Antuco, Celtis**, Mamaturi, Tres Ojitos*** y Vega de Tocomar [9], Catua [10], Ciénaga Pelada, La Plomera, Quebrada del Berro y Sucar Castro (sin ubicar). 2-Olacapato [9] 3-Vicuña
	29. Tolar Grande S 27° 37' 50,8" W 67° 21' 57,5"	10	3	2	2	1-Sierras de Macon y Puesto Olajaca [9] 3-Vicuña
30. Salar de Pocitos S 24° 23' W 67° 00'	7	1	3	3	1- Cerro Ratones [7], Vega Los Colorados*** [15] 3-Vicuña	
Puna de Jujuy	31. Susques S 23° 24' 3,0" W 66° 22' 4,5"	18	4	3	3	1-Puesto Lari [13]; Abra de Taire y Salar de Olaroz [10] 2-Susques [10] 3-Vicuña

	32. Abrapampa S 22° 43' 19.4" W 65° 42' 15.6"	32	6	4	3	1-Coranzuli [10]; Casabindo, Pan de Azucar y Queta [16] 2-Abrapampa [17] 3-Vicuña
	33. La Quiaca S 22° 06' 10" W 65° 35' 50.7"	70	1	1	1	1-Susques [10] 2-Villazón (Bolivia) 3-Vicuña
Puna de Bolivia. Provincia Modesto Omiste	34. Villazón S 22° 06' 10" W 65° 35' 50.7"	44	5	0	0	2-Abrapampa [17], Villazón (Bolivia) 3-Vicuña
Totales		791	136	83	70	

\*En estos parajes se realizaron talleres con los padres de los alumnos participantes.

\*\*Celtis y Tres Ojitos son parajes adyacentes a Antuco.

\*\*\*En Vega Los Colorados se observó a una vicuña herida de bala, acompañada de una cría. Al estar el macho ausente, se presume que fue cazado.

\*\*\*\*El Arremo, Pampallana y Río Grande son parajes conocidos como Jasimaná en la cartografía del IGM.

El área de influencia de Tolar Grande y Olocapato en la Provincia de Salta, fueron los lugares donde se observó mayor actividad de cacería ilegal de vicuñas, mientras que en Abrapampa y Susques (Provincia de Jujuy), El Colte, Pampallana y Río Grande (Provincia de Salta) y sobre todo en Villazón (Bolivia), fue donde se observó la existencia de un comercio ilegal importante. Se detectaron acopiadores activos en toda la Puna y Prepuna, con origen en Abrapampa, La Quiaca y El Moreno, en la Provincia de Jujuy.

El desconocimiento de los precios de la fibra y la necesidad de ingreso inmediato de pobladores pobres, implica la oferta a precios muy bajos y el mantenimiento de la cacería ilegal a baja escala, debido a los controles de Gendarmería Nacional. Un cazador entrevistado en Abrapampa, indicó que debido a los controles de esa fuerza de seguridad, no puede obtener más de 50 cueros por año.

El comercio continúa debido a la demanda del mercado de fibra, a un extenso territorio despoblado con una geografía que facilita el contrabando, al carácter contravencional de la cacería ilegal, a la falta de incentivos para denunciarla, de medios para controlarla, de alternativas de ingreso continuo y a la pobreza de los habitantes locales, que se agrava aún más con la crisis de 2002.

En efecto, para el período 2000 - 2001 antes de la devaluación, la Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable de Salta (SeMaDes) informó la incautación de 242 cueros, 11 kg. de fibra, 120 Kg. de carne, un poncho y un ejemplar vivo de vicuña y otro de guanaco, mientras que entre 2002 y Julio de 2006, las estadísticas de comercio y caza ilegal registran 673 cueros, retazos de cueros, 83.6 kg. de fibra, 95 Kg. de carne, carne disecada, un poncho, una chalina y 9 vicuñas muertas, además de un poncho y un cuero de guanaco [18].

## Discusión

El 84 % de los sitios de caza mencionados por los escolares y los informantes clave pudieron ubicarse en mapas. Esto prueba la validez del método usado para obtener la información. La verificación de la misma mediante el cruzamiento entre datos obtenidos de fuentes independientes, asegura su confiabilidad y su valor como herramienta para la toma de decisiones vinculadas con las especies de interés.

Aunque se obtuvo importante información sobre sitios de caza en Bolivia, estos no pueden ser comunicados aquí por las dificultades encontradas para conseguir cartas topográficas en ese país.

Hace falta más investigación para verificar sobre el terreno, la existencia de los parajes que no figuran en la cartografía del IGM. Además los sitios de caza deben estudiarse para conocer las preferencias de hábitat no solo de los Camélidos, sino también de las especies acompañantes, que también son cazadas por los habitantes locales como fuente de alimento, comercio, medicinas, recreación y control de la fauna que ellos consideran perjudicial, como es el caso de Cánidos, Felinos y Roedores. Durante el trabajo de campo se recogió información sobre 215 lugares de cacería y pesca de estas especies<sup>1</sup>, sin embargo su comunicación excede los alcances de este trabajo.

## Conclusiones

Los resultados obtenidos permiten confeccionar un mapa de sitios de caza y de compra y venta de productos de Camélidos silvestres, lo que facilitará la organización de operativos de control en el área geográfica involucrada en esta investigación.

El mapa podrá ser enriquecido con otra información existente en las fuerzas de seguridad y los organismos de medio ambiente y será aun más útil si los datos se comparten entre organismos y jurisdicciones. Esto es factible, porque los sitios de caza están ubicados en mapas impresos del IGM, que son baratos y fácilmente obtenibles, por lo que no es necesario el uso de computadoras, software costoso ni personal especialmente entrenado para su operación, quedando abierta la posibilidad de usar Sistemas de Información Geográfica digitales.

Considerando que los procedimientos de Gendarmería Nacional se han originado en información proporcionada por lugareños, los denunciados deberían recibir recompensas importantes en dinero. Hasta

---

<sup>1</sup> Peces: trucha arco iris *Salmo iridea* y mojarra *Astyanax sp.* Aves: flamencos (recolección de huevos) *Phoenicopteridae*, guayata *Chloephaga melanoptera*, kevo *Tymnotis pentlandii*, palomas *Columbidae*, patos *Anas sp.* y *Lophonetta specularioides* y suri petiso *Pterocnemia pennata*. Mamíferos: chinchilla *Chinchilla brevicaudata*, felinos *Felis colocolo*, *F. concolor* y *F. jacobita*, liebre *Lepus europaeus*, quirquinchos *Chaetophractus sp.*, tojo *Ctenomys opimus*, vizcacha *Lagidium viscacia* y zorros *Lycalopex sp.*

ahora, quienes colaboran con las fuerzas de seguridad, no tienen incentivos para continuar haciéndolo porque arriesgan su seguridad gratuitamente, con el agravante de que en pueblos y parajes con baja cantidad de habitantes, es casi imposible mantener el anonimato.

El éxito de operativos policiales que resultan en la incautación de cueros o confecciones hechas con vicuñas y guanacos muertos, no debe confundirse con la existencia una política de conservación efectiva. Para ser considerada como tal, esa política debería incentivar el uso sostenible de animales vivos, desalentando la caza furtiva y creando nuevas alternativas de ingreso continuo para los pobladores locales.

### **Agradecimientos**

A Patricia Picardo y Agustín Gonzalez Peñalva (estudiantes de la Universidad Nacional de Salta), Eduardo Villagrán (SeMaDes), Sonia Chavarría, Gendarmería Nacional y la Policía de Salta por su asistencia en el trabajo de campo. También agradezco a todos los maestros y los alumnos de las escuelas relevadas, por su colaboración. Esta investigación ha sido financiada por el Wildlife Trust (USA), Idea Wild (USA) y el CONICET PIP 02827.

### **Bibliografía**

- [1] Ramadori, D. y F. Iribarren 1996. Marco jurídico de la vicuña *Vicugna vicugna* en la República Argentina. Seminario Internacional sobre Aprovechamiento de la Fibra de Vicuña en los Andes de Argentina, Bolivia, Chile y Perú. Arica, Chile. 27 al 29 de Noviembre de 1996.
- [2] CITES 2006. Apéndices I, II y III. en vigor a partir del 14 de Junio de 2006. <http://www.cites.org/esp/app/appendices.shtml>
- [3] Barbarán, F.R. 2002. CITES y el Convenio de Diversidad Biológica: buscando un camino para el uso sustentable de la vicuña *Vicugna vicugna* en el Noroeste Argentino. Primer premio del concurso de estudios de caso del Foro Latinoamericano de Montañas, otorgado por CONDESAN. Lima, Perú. Mayo de 2002. Bishkek Mountain Forum Summit. <http://www.mtnforum.org/resources/library/barbf02a.htm>
- [4] Anónimo 2002. Depredadores en la Puna. En una salvaje cacería mataron 370 vicuñas. Diario El Tribuno (10/3/2002): 32-33. Salta, Argentina.
- [5 ] Instituto Geográfico Militar. 1987a. Metán. Carta topográfica. Hoja 2566 IV. Ejército Argentino. Buenos Aires.
- [6] Instituto Geográfico Militar. 1987b. San Miguel de Tucumán. Carta topográfica. Hoja 2766-II. Ejército Argentino. Buenos Aires.
- [7] Instituto Geográfico Militar 1988b. Cachi. Carta topográfica. Hoja 2566-III. Ejército Argentino. Buenos Aires.
- [8] Instituto Geográfico Militar 1988c. Santa María. Carta topográfica. Hoja 27666-I. Ejército Argentino. Buenos Aires.
- [9] Instituto Geográfico Militar 1988a. San Antonio de los Cobres. Carta topográfica. Hoja 2566-I . Ejército Argentino. Buenos Aires.
- [10] Instituto Geográfico Militar 1990d. Susques. Carta topográfica. Hoja 2366-III. Ejército Argentino. Buenos Aires.
- [11] Instituto Geográfico Militar 1989. Libertador General San Martín. Carta topográfica. Hoja 2366-IV. Ejército Argentino. Buenos Aires.
- [12] Instituto Geográfico Militar 1990b. Salta. Hoja SG 20-01. 1º edición. Ejército Argentino. Buenos Aires.
- [13] Instituto Geográfico Militar s/f. b. San Antonio de los Cobres. Hoja 6c. Ejército Argentino. Buenos Aires.
- [14] Instituto Geográfico Militar 1990c. Socompa. Carta topográfica. Hoja 2569-II. Ejército Argentino. Buenos Aires
- [15] Dirección Nacional de Geología y Minería. 1960. Nevado de Cachi. Provincia de Salta. Hoja 7c. Base topográfica para la carta geológica-económica de la República Argentina. Buenos Aires.
- [16] Instituto Geográfico Militar s/f. a. La Quiaca. Carta provisional. Ejército Argentino. Buenos Aires
- [17] Instituto Geográfico Militar.1990a. La Quiaca. Carta topográfica. Hoja 2366-II y 2166-IV. Ejército Argentino. Buenos Aires
- [18] Catán Rivero, C. 2006. Respuesta al Dr. Francisco Ramón Barbarán, sobre su solicitud de información sobre cantidad de productos derivados de la caza ilegal de vicuña y guanaco (19/07/06). Programa de Fiscalización y Control. Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable de Salta.

## RED DE INFORMACION PARA IMPULSAR ESTRATEGIAS DE DESARROLLO SOCIO ECONOMICO EN CAMELIDOS DE PAISES ANDINOS

Góngora Fernández Gleny, Zegarra Romero Jaime Fernán

Universidad Católica Santa María, Arequipa – Perú, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología  
CONCYTEC

Programa de Desarrollo de las Naciones Unidas – PNUD

Samuel Velarde N° 320 – Umacollo, Arequipa – Perú.. TE 051-54-251220 anexo 1111

[gongorafernandez@yahoo.com](mailto:gongorafernandez@yahoo.com), [cicacinv@yahoo.es](mailto:cicacinv@yahoo.es)

### Resumen

La red de información de camélidos sudamericanos REDICAS, se implementa desde el 2004 con la suscripción y participación de instituciones públicas y privadas de los países del Perú, Ecuador, Chile, Bolivia y Argentina, buscando incorporar a Colombia y Paraguay.

El proyecto es una iniciativa propuesta en el Perú desarrollada en convenio con otras instituciones a nivel de los países andinos.

La RED se ha convertido en una herramienta y en un sistema funcional organizado para compartir, analizar y difundir información; desarrollando espacios, mecanismos y propuestas que conduzcan al manejo adecuado de insumos, recursos y esfuerzos en este sector tan especial para los países andinos.

Estrategias.-

- Tiene un sistema de gestión de la información por una red computarizada.
- Desarrolla una visión conjunta, potenciando los recursos; compartir, analizar, difundir información y experiencias existentes entre actores de la cadena productiva de camélidos sudamericanos.
- Pone al alcance de todos, datos sobre producción, biotecnología, transformación y comercialización, enfatizando sobre todo, en la situación socioeconómica de los criadores y productores.
- Elabora, gestiona y ejecuta propuestas de desarrollo, involucrando la participación conjunta y asociada institucional de países andinos.

### Introducción

La red de información para impulsar estrategias de desarrollo socio económico en camélidos sudamericanos de países andinos - REDICAS, se implementa desde octubre del 2004, con la suscripción y participación de instituciones públicas y privadas de los países del Perú, Ecuador, Chile, Bolivia y Argentina, buscando incorporar a Colombia y Paraguay.

El proyecto es una iniciativa propuesta en el Perú y desarrollada en convenio con otras instituciones a nivel de los países andinos: se tiene como líder ejecutor la Universidad Católica de Santa María Arequipa – Perú; como co-ejecutores.- el Honorable Consejo del Cañar y la Unión Campesina del Buerán – UNORCAB del Ecuador; ICPRONORTE y la SEREMI Arica – Chile; en el 2006 la Red logra incorporar como co-ejecutores y representantes de los países de Bolivia y Argentina, al Ministerio de Desarrollo Rural Agropecuario y Medio Ambiente de La Paz – Bolivia, y a la Fundación Biodiversidad de Buenos Aires – Argentina; instituciones con quienes se viene trabajando activamente.

La presente propuesta es financiada por el programa para el Desarrollo de las Naciones Unidas – PNUD y respaldada por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología CONCYTEC del Perú.

La RED de información se ha convertido en una herramienta y en un sistema funcional organizado para compartir, analizar y difundir información; desarrollando espacios, mecanismos y propuestas que conduzcan al manejo adecuado de insumos, recursos y esfuerzos en este sector tan especial para los países andinos.

### Objetivos

*General:* Integrar y concertar con las instituciones involucradas en el manejo de camélidos sudamericanos, para elaborar propuestas estratégicas de desarrollo socioeconómicas conjuntas entre países andinos.

*Específico:* Identificar instituciones y comunidades productoras de camélidos sudamericanos, impulsando la organización de los agentes en la ejecución de estrategias de desarrollo del Perú, Ecuador, Chile, Bolivia y Argentina.

### **Estrategias**

- Estructurar un sistema de gestión de la información a través de una red computarizada, Página Web, bases de datos y un Sistema de Información Geográfica – SIG, disponible para los usuarios y actores de la cadena productiva de camélidos sudamericanos.
- Desarrolla una visión conjunta, potenciando los recursos; compartiendo, analizando, difundiendo información y las experiencias existentes entre los actores de la cadena productiva de camélidos sudamericanos de los países andinos.
- La RED pone al alcance de todos, datos sobre producción, crianza y manejo, biotecnología, transformación y comercialización, enfatizando sobre todo, en las condiciones socioeconómicas de los criadores y productores de los camélidos.
- A partir del manejo de la información se desarrolla un trabajo conjunto con toda la cadena productiva. Mediante alianzas estratégicas entre instituciones y actores, con la conformación de un Ente nacionales e internacional que fortalezca y de sostenibilidad a la RED. Uno de sus principales propósitos es vincular a los productores con las empresas e instituciones, abasteciendo información y condiciones que les permitan aplicar y manejar eficientemente sus recursos.
- Elaborar, gestionar y ejecutar propuestas de desarrollo productivo, y de transferencia de conocimientos y capacidades; involucrando la participación conjunta y asociada de las instituciones de los países andinos.

### *Membresía de la RED.*

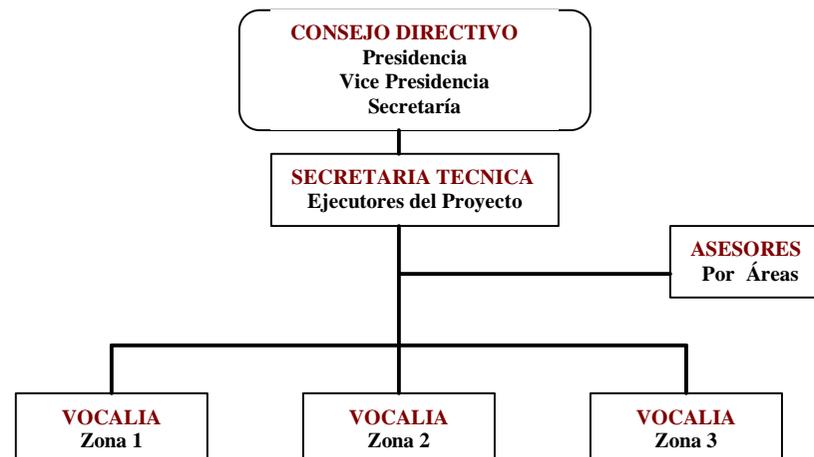
- ? Organismos no Gubernamentales (ONGs),
- ? Universidades públicas y privadas,
- ? Ministerios,
- ? Gobiernos Regionales,
- ? Consejos Provinciales, Locales,
- ? Industria y Empresas,
- ? Mediana y pequeña Empresa,
- ? Organizaciones campesinas y asociaciones de criadores, productores,
- ? Asociaciones de Artesanos,
- ? Consorcios y Comisiones,
- ? Cooperación Internacional y Proyectos Especiales.

### **Constitución de la REDICAS,**

La REDICAS se encuentra en un proceso de sostenibilidad y constitución legal, convirtiéndose en el mediano plazo en el soporte de la cadena productiva de camélidos sudamericanos local, nacional y de los países andinos, ubicándose estratégicamente en la línea de Ciencia, Innovación y Tecnología. Con esta visión se han ido constituyendo comités nacionales (conformados por representantes de toda la cadena productiva) y Uno Internacional, dando una funcionalidad dinámica de la red desde sus propios actores.

\* En la actualidad se tiene dos comités nacionales de Perú y Ecuador; y por conformarse los de Bolivia, Argentina y Chile.

### **ORGANIGRAMA, COMITÉ NACIONALES**

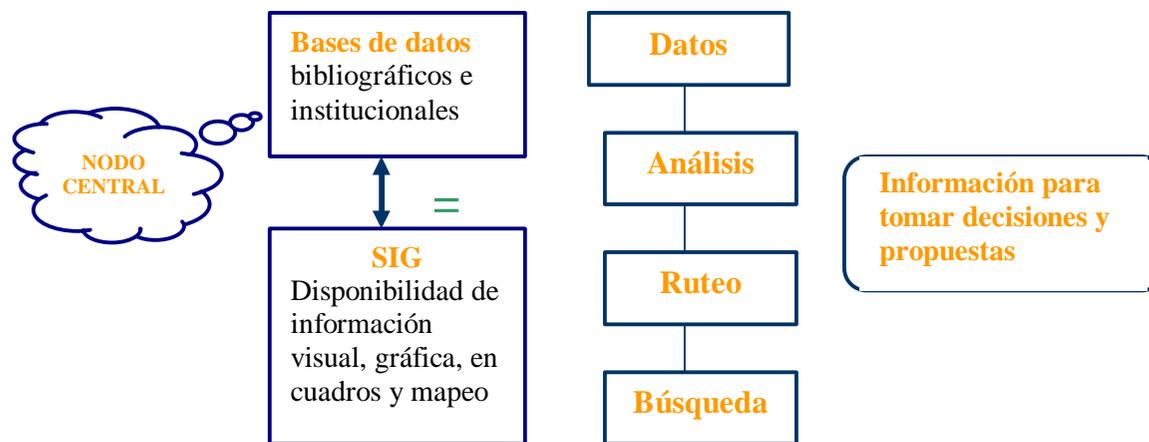


\* Un Comité Internacional con representación de un Coordinador y Delegados de cada país, elegidos por los actores en la Conferencia Internacional de marzo del 2006, realizado en Arequipa – Perú.

### REPRESENTANTES, COMITÉ INTERNACIONAL DE PAISES ANDINOS - REDICAS

Coordinador. - Ant. Gleny Góngora Fernández  
REDICAS  
Coordinador Alterno. - Dr. Enrique Nolte Maldonado  
ONG DEXCEL Lima, Perú.  
Delegado Ecuador. - Ing. Diego Ormaza Andrade  
Honorable Consejo Provincial del Cañar.  
Delegado Bolivia.- Ing. Marco Antonio Iriarte Goitia  
Ministerio de Desarrollo Rural Agropecuario y Medio Ambiente.  
Delegado Argentina.- Ing. Guillermo Vila Melo (provisional).  
Fundación Biodiversidad, Buenos Aires.

### Sistema de Gestión de la Información de camélidos sudamericanos



### Propuesta y Avances de la REDICAS

A- Actores de la REDICAS, actividades que realizan las instituciones, Sistema de Información y gestión de la información de camélidos sudamericanos:

- En la primera etapa, cuatro países han impulsando progresivamente el desarrollo de la RED de información de camélidos sudamericanos: Perú, Ecuador, Bolivia y Argentina.
- Se tiene una estructura de Página Web con Bases de datos de camélidos sudamericanos.
- Disponibilidad de información electrónica (emails, página), material magnético (CDs, disketts) y fotocopias.
- Enlaces de páginas Web con todos los miembros suscritos.
- Se ha realizado el mapeo poblacional de camélidos sudamericanos para las cuatro especies: alpaca, llama, vicuña y guanaco, en un Sistema de Información Geográfica - SIG, para 7 países andinos.
- Se cuenta con una Lista electrónica de representantes, investigadores, instituciones, empresas, asociaciones de criadores / productores y artesanos para 5 países andinos.
- Base de datos institucional de toda la cadena productiva, donde usted puede conocer las líneas de trabajo, producción / transformación, ámbitos de ejecución, direcciones electrónicas; para el contacto directo entre actores de los países andinos.
- Base de datos técnico – productivo, de transformación y comercialización, alimentado y actualizado en online por los propios actores e instituciones, con la asignación de un User e ID.
- Publicación bibliográfica de estudios / investigaciones, tesis, planes estratégicos.
- Difusión de novedades: libros, eventos, actividades de las instituciones suscritas.
- Boletines electrónicos trimestrales, con la difusión de artículos, ponencias de los actores.
- Análisis y discusión de temas de interés de los actores, a través del FORO virtual.

- Publicación del Directorio 2006, lista de instituciones públicas y privadas que trabajan con camélidos sudamericanos de los países andinos, artículos y marketing institucional. Edición de 1,000 ejemplares y la distribución de uno por institución suscrita a la REDICAS.

En la actualidad la REDICAS cuenta con un total de 322 instituciones suscritas públicas y privadas de los 5 países andinos. Con disponibilidad para compartir información, realizar intercambio de experiencias, propuestas y trabajo conjunto.

Toda esta información está disponible en la Página Web de REDICAS, que los invitamos a revisar: [www.ucsm.edu.pe](http://www.ucsm.edu.pe) ó [www.ucsm.edu.pe/redicas](http://www.ucsm.edu.pe/redicas)

#### B. Intercambio de experiencias, conocimientos e información:

Una tarea lograda por la RED, ha sido involucrar a los actores de toda la cadena productiva en diferentes espacios locales, nacionales e internacional, como mecanismos estratégicos de trabajo conjunto y posicionamiento progresivo. Realizando las siguientes acciones:

- Formulación concertada del plan operativo de actividades de la primera etapa, en coordinación con los co-ejecutores de cada país.
- Conformación de grupos impulsores de la REDICAS, en cada país.
- Seis Reuniones de trabajo, para compartir, analizar y difundir información institucional, en Perú y el Ecuador.
- Dos Visitas de actores a fundos exitosos en mejoramiento genético y calidad de fibra.
- Dos Talleres nacionales, sobre estrategias socioeconómicas, experiencias y avances tecnológicos en camélidos sudamericanos, en Perú y Ecuador.
- Una Conferencia Internacional de camélidos sudamericanos de países andinos, con sede en el Perú, realizada el 30 y 31 de Marzo del 2006. Llegando a acuerdos para desarrollar acciones estratégicas conjuntas, anunciados en el siguiente ítem.
- Tres reuniones de trabajo en dos países, para la elaboración de Un proyecto macro de países andinos: Perú, Ecuador, Bolivia y Argentina. Gestión de la propuesta a cooperación internacional.

#### C. Acuerdos y acciones conjuntas entre países andinos de la REDICAS

1. Promover la cooperación y coordinación entre los miembros de la RED DE INFORMACION DE CAMELIDOS SUDAMERICANOS de países andinos.

- Brindar servicios de asesoramiento, Intercambio científico, Crear espacios para facilitar la fluidez de conocimientos entre productores, actores y científicos.

2. Promover y compartir el desarrollo científico – tecnológico en aspectos de:

- Sanidad, Mejoramiento genético, Transformación de productos, Manejo de recursos naturales (pastos y alimentación), Agua: infraestructura y uso, Manejo del Ecosistema.

3. Promover acuerdos, convenios y tratados entre los países integrantes de la REDICAS, para facilitar políticas Regionales de Desarrollo en:

- Repoblamiento, Conservación de germoplasma,

4. Promover procesos de desarrollo socio-políticos, en:

- Incidencia política, Roles de Gobiernos locales, Desarrollo de la cultura de calidad, Desarrollo sustentable: Medio ambiente, conservación y manejo de los camélidos sudamericanos; y Desarrollo de los derechos humanos.

5. Para un mejor relacionamiento Internacional:

- Los Representantes del Comité Internacional, elaboran un documento de presentación de la REDICAS y alcanzan los acuerdos a Relaciones Exteriores y a la Agencia de Cooperación internacional de cada país.

- Declarar por los países miembros el “Año Internacional de los Camélidos Sudamericanos”, elaborar una propuesta de proyecto macro, conjunto: Ecuador, Bolivia, Argentina, Perú, y gestionar a cooperación internacional, considerando los siguientes aspectos concordantes entre los países andinos:

- Generación de riquezas de la población altoandina y el manejo de procesos,

- Manejo ambiental,

- Repoblamiento, y

- Mejoramiento genético.

## **EJE TEMÁTICO MEJORAMIENTO GENÉTICO Y REPRODUCCIÓN**

### **1. Bloque Mejoramiento Genético**

Ayala Paniura J., Chavez J. - Índice de selección genética para características del diámetro de fibra de alpacas huacaya tuis y adultas en la sierra central del Perú

Bustamante A, Maté L, Lamas H, Vidal Rioja L. - Diversidad genética aplicada al manejo y conservación de poblaciones de llamas

Cortez Ferrel G. A, Gonzales V., Guzmán F., Copa S. - Determinación de estándares zoométricos para la evaluación genética de llamas q'ara en el departamento de Oruro, Bolivia

Maté M.L., Bustamante A., Zambelli A., Vidal-Rioja L. - Patrones de diversidad nuclear y mitocondrial en guanacos de la Patagonia Argentina

Raunelli Sander J., Coronado L., Lombardei Perez C. - Evolvabilities: parámetro genético en alpacas de Cajamarca, Perú

### **EXPRESIÓN DEL GEN DEL ACTIVADOR DEL PLASMINÓGENO TIPO UROQUINASA EN CÉLULAS DEL EPITELIO OVIDUCAL DE VICUÑA**

Roldán-Olarte Mariela, Apichela Silvana, Valdecantos Pablo, Barrera Daniel, Jiménez-Díaz María, Miceli Dora

Departamento de Biología del Desarrollo – INSIBIO. Chacabuco 461. San Miguel de Tucumán.  
emroldanolarte@fbqf.unt.edu.ar

#### **Abstract**

Proteolytic enzymes of plasminogen activator system participate in several physiologic process that require a focalized and controlled effect. It was demonstrated that porcine oviductal fluid shows urokinase plasminogen activator (u-PA) activity and the u-PA gene expression in oviductal cells. In order to know if u-PA is present in the oviduct of other not-related species we analyzed the expression of u-PA gene in vicugna oviduct. A primary cell culture of oviductal epithelial cells was used to obtain total RNA by the SV RNA Isolation System kit. Specific primers designed from the porcine u-PA cDNA sequence were used in the RT-PCR reactions. The amplified fragment of about 400 bp had a similar size to the obtained from porcine cDNA (434 bp). The nucleotide sequence analysis revealed that it presents a 87% of identity with porcine u-PA and 84% with bovine u-PA. These findings confirm that this fragment corresponds to vicugna u-PA. The nucleotide sequence codes to the carboxy terminal region of the protein and a part of the un-translated 3' region. The presence of the u-PA mRNA in the vicugna epithelial cells indicates that u-PA is synthesized and probably secreted to the oviductal lumen. u-PA would act during the gamete transport, fertilization and/or early embryo development.

Key words: Vicugna, oviduct, plasminogen activator, cDNA.

#### **Introducción**

Los activadores del plasminógeno (APs) son serino-proteasas encargadas de transformar al plasminógeno en una enzima proteolítica activa, la plasmina [1]. Este sistema participa activamente en diferentes procesos fisiológicos y patológicos que requieren de una actividad localizada y controlada [2]. Durante el proceso reproductor se desencadenan una serie de eventos que involucran la acción de enzimas proteolíticas, como la reacción acrosómica,

la penetración de la zona pelúcida (ZP), la reacción de la ZP, la proteólisis de proteínas de la ZP y la implantación del embrión. Numerosas evidencias indican que las moléculas del sistema de activación del plasminógeno estarían implicadas en diversas etapas de este proceso [3, 4, 5, 6]. En nuestro laboratorio se ha demostrado la presencia de APs en fluido oviducal de hámster [7] y porcino [8]. Por otro lado hemos observado que el plasminógeno, sustrato de los APs, se localiza en la ZP y en la superficie celular de ovocitos de hámster y porcino [9, 8]. Teniendo en cuenta ambos resultados, resulta probable que los APs ejerzan su efecto sobre el ovocito dentro del oviducto. Nuestros estudios en la especie porcina revelaron que los genes que codifican para los APs, el activador del plasminógeno tipo uroquinasa (u-PA) y el activador tisular del plasminógeno (t-PA) se expresan en las células epiteliales del oviducto, indicando que los mismos se sintetizan en el epitelio de este órgano y luego son secretados al lumen [10, 11, 12]. El objetivo del presente trabajo fue analizar la presencia de u-PA en el oviducto de vicuña, con el fin de establecer una relación entre especies diversas de proteínas que se sintetizan en el oviducto y sus posibles funciones dentro de este órgano. Debido a que la secuencia de u-PA en vicuña aún no se conoce, se propuso amplificar una secuencia de ADNc de vicuña con cebadores específicos para u-PA diseñados en base a la secuencia porcina y analizar la secuencia de vicuña obtenida.

## **Materiales y Métodos**

### *Obtención de oviductos*

Los oviductos fueron obtenidos de dos hembras sexualmente maduras de vicuña, que murieron accidentalmente durante la captura anual en INTA, Abra Pampa [13]. Los oviductos fueron disecados, lavados con PBS, pH: 7,4 estéril, con antibióticos (penicilina 100.000 UI/l, estreptomina 100 mg/l y anfotericina B 250 µg/l,) y transportados en medio de cultivo hasta el laboratorio (Medio 199 suplementado con 10% de suero fetal bovino, ácido pirúvico 0,2 mM y gentamicina sulfato 50 µg/ml).

### *Obtención de cultivos primarios de células del epitelio oviducal de vicuña*

Para la obtención de las células del epitelio oviducal, el interior de los oviductos se perfundió con medio D-MEM + Ham's-F<sub>12</sub> (Gibco BRL). Seguidamente se cerró uno de los extremos del oviducto, se llenó la luz oviducal con una solución de colagenasa tipo I (Gibco BRL) 1 mg/ml en medio D-MEM + HAM-F12. El otro extremo se obtuvo con una pinza de Köcher y se dejó actuar a la enzima por un periodo de 60 min a 38,5 °C. Pasado este tiempo se cortaron los puntos de contención y se extrajo el contenido oviducal ejerciendo una suave presión mecánica con una pinza sobre las paredes del oviducto. El mismo se recogió sobre una placa de Petri estéril con medio D-MEM + Ham's-F<sub>12</sub>. Las células oviducal se disgregaron mecánicamente con ayuda de una pipeta. A continuación se centrifugó a 1.000 g durante 10 min descartándose el sobrenadante y diluyendo el sedimento celular con Medio 199 con 10% de suero fetal bovino (Gibco BRL), ácido pirúvico 0,2 mM y gentamicina sulfato 50 µg/ml. Una alícuota de la suspensión celular previamente coloreada con Azul Tripán se empleó para determinar la concentración y viabilidad celular mediante recuento en cámara hemocitométrica. Luego las células se sembraron en placas de Petri de 30 mm de diámetro para cultivos celulares en una concentración de  $1 \times 10^5$  células por placa. Transcurridas 48 h desde la siembra, se comprobó la adhesión de las células a la superficie inerte de la placa y se removió el medio de cultivo, reemplazándolo por Medio 199 suplementado. Este proceso se repitió cada 2 días. Luego de cada cambio de medio se comprobó la ausencia de contaminación, el crecimiento celular y el movimiento ciliar en los cultivos durante siete días, observando las células con un microscopio invertido.

### *Obtención de ARN y síntesis de ADNc*

Las células cultivadas se lisaron con 200 µl de solución de lisis para extracción de ARN. Luego se completó la ruptura de las células raspando la superficie de la caja de cultivo. El lisado se colocó en un microtubo de 1,5 ml y se homogeneizó con un homogeneizador manual para microtubos. Posteriormente se siguieron los procedimientos indicados en el protocolo del kit de extracción SV RNA Isolation System (Promega). Para comprobar la calidad del ARN extraído, se observó la intensidad de las bandas correspondientes a los ARN ribosómicos de 28 S y 18 S, siendo la primera del doble de intensidad que la segunda, lo que indica que el mismo no está degradado.

Con las muestras de ARN obtenidas se realizó la síntesis de ADNc. Las muestras se desnaturalizaron por calentamiento a 70 °C durante 5 min en 10 µl de agua libre de nucleasas y 25 pmol de oligo dT, como cebador. Inmediatamente se colocaron en baño de hielo para enfriar la mezcla de reacción rápidamente y evitar la formación de estructuras secundarias en el ARN. Luego se agregaron 15 µl de la mezcla de reacción para transcripción reversa conteniendo Tris-HCl 83,33 mM, pH 8,3; KCl 125 mM; MgCl<sub>2</sub> 5 mM; DTT 16,67 mM; dNTPs 0,83 mM de cada

uno y 200 unidades de la enzima transcriptasa reversa M-MLV (Promega) con la cual se incubó a 42 °C durante 1 h (volumen total de reacción de 25 µl). Finalmente la M-MLV se inactivó calentando 2 min a 94 °C. El ADNc obtenido se conservó a -20 °C hasta su utilización.

#### *Amplificación de secuencias de ADNc*

Se emplearon cebadores específicos para u-PA diseñados a partir de la secuencia de ADNc de u-PA porcino (tabla 1), obtenida de la Base de Datos del National Center for Biotechnology Information (NCBI) (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov>). El diseño de los cebadores se realizó mediante un software disponible en internet para tal fin.

Secuencia de los cebadores	Posición de los cebadores en el ADNc porcino	Código de acceso en el GenBank y Referencia
cebador 5': 5'-GTCACCACCAAATGCTGTG-3'	1.200-1.633	X02724, [14]
cebador 3': 5'-CCCAGCACCCAGACTTGTAT-3'		

Tabla 1: Secuencia de cebadores empleados en las reacciones de RT-PCR

La amplificación del ADNc generado por transcripción reversa en la etapa anterior se realizó mediante PCR. Se tomó 1 µl de la reacción de síntesis de ADNc para cada reacción de PCR. Las reacciones de PCR se llevaron a cabo en un volumen final de 25 µl, conteniendo: Tris-HCl 10 mM, pH 9,0; KCl 50 mM; Triton X-100 0,1%; MgCl<sub>2</sub> 2,5 mM; dNTPs 0,2 mM de cada uno; *Taq* polimerasa 2 unidades (Promega); cebadores específicos 1 µM. Luego de una primera etapa de desnaturalización a 94 °C durante 1 min, se llevó a cabo la reacción de amplificación consistente en 30 ciclos de 94 °C durante 30 seg, 55 °C durante 45 seg, 72 °C durante 50 seg, seguidos de un periodo de extensión de 7 min a 72 °C. Como control negativo se realizó una reacción de PCR sin muestra de ADNc.

Los productos de amplificación se separaron mediante electroforesis en geles de agarosa al 1,5 % en tampón TAE (Tris-Acetato 40 mM; EDTA 1 mM, pH 8,2). En cada corrida electroforética se empleó un marcador de ADN de 100 pb (Promega), para estimar la talla de los fragmentos amplificados. Posteriormente los geles se tiñeron con bromuro de Etidio (10 mg/ml) y se observaron en un transiluminador con luz U.V. Las imágenes de los geles fueron captadas con el analizador de imágenes Gel Doc 1000 de BioRad y analizadas con el software Molecular Analyst.

#### *Determinación de la secuencia nucleotídica del ADNc de la secuencia amplificada*

Para determinar la secuencia de nucleótidos del producto de PCR a partir del ADNc de las células oviducuales de vicuña, se envió a secuenciar el producto de PCR (banda única) al servicio de secuenciación de MACROGEN (Seúl, Corea del Sur). Se secuenció una de las cadenas con uno de los cebadores específicos utilizados para amplificar dicho fragmento. La secuencia obtenida fue analizada en nuestro laboratorio y comparada con otras secuencias existentes en las bases de datos que ofrece el NCBI.

## **Resultados**

### *Amplificación de secuencias de ADNc*

Mediante el empleo de cebadores específicamente diseñados para la secuencia de ADNc de u-PA porcino, se obtuvo un único producto de amplificación cuando se empleó como molde ADNc obtenido de cultivos primarios de células del epitelio oviducal de vicuña. La talla del producto obtenido es de aproximadamente 400 pb, similar a la obtenida a partir de ADNc porcino (434 pb) (Fig. 1).

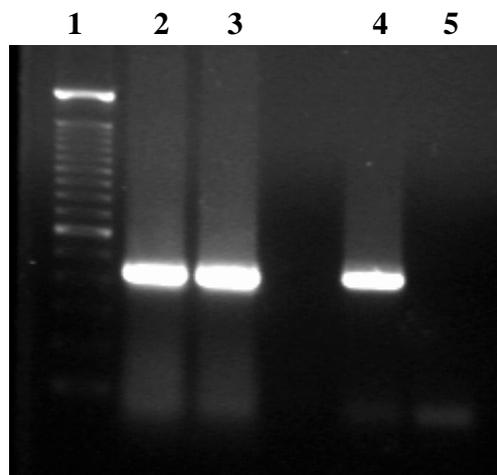


Figura 1: Electroforesis en gel de agarosa de productos de ADNc amplificados por PCR. 1 Marcador de peso molecular (MP), 2 y 3: Productos de PCR obtenidos a partir de ADNc de vicuña, 4: Producto de PCR obtenido a partir de ADNc de oviducto porcino, 5: control negativo de la reacción.

#### Secuencia del producto de PCR

La secuenciación del fragmento de ADNc amplificado permitió conocer la secuencia de 364 nucleótidos del producto (Figura 2). Esta secuencia se empleó para realizar una búsqueda de secuencias homólogas que se encuentran en las bases de datos del NCBI, utilizando los programas BLAST. De esta manera se determinó que la secuencia de nucleótidos obtenida presenta homología con la secuencia de ADNc de u-PA de diferentes especies de mamíferos. La secuencia obtenida presenta un 87% de identidad con la del ARNm del activador del plasminógeno tipo uroquinasa de la especie porcina (código de acceso: X02724) y un 84% de identidad con la correspondiente a u-PA bovino (código de acceso: X85801). También la secuencia presentó homología con secuencias nucleotídicas de u-PA de *Canis familiaris* (83%) y *Homo sapiens* (85%). Este análisis confirma que el fragmento amplificado corresponde a u-PA de vicuña.

La secuencia parcial de ARNm de u-PA de *Vicugna vicugna* fue ingresada a la base de datos de secuencias nucleotídicas y genómicas del NCBI, liberándose a la misma el 18 de marzo del 2006 con el número de acceso DQ408584.1

```

1 gggagatttcg gggggcccaa tggctgctc catccaaggc cgctgactc tgacggggat
61 tgtgagctgg ggccgagatt gtgccatgaa ggacaagcct ggcgtttaca ccagggtctc
121 aagcttcctg ccttgatcc aactcatac cgggggagag actggcctag cccttgagg
181 gccccagag agccaagga agagaggggc gccgccact cctatgctga ccgtcatttt
241 tgcagtaggg ccacctgcac cagctatgta taaggaagaa actgcggaag atgggctctg
301 ctgagatggg tttgtttgtg ctgccactg ggggtgaacga caatagcttt accctcagat
361 acaa

```

Figura 2: Secuencia de nucleótidos del fragmento de ADNc amplificado correspondiente a u-PA de vicuña. Se indican el codón del aminoácido Serina (**tcg**) del sitio activo del dominio de serino-proteasa (nucleótidos 8-10) y el codón de terminación: **tga** (nucleótidos 176-178).

A partir de la secuencia de nucleótidos se dedujo la secuencia de aminoácidos. Se encontró un marco de lectura abierto comenzando la misma a partir del segundo nucleótido. La secuencia codificante abarca desde el nucleótido 1 al 178 y el resto corresponde al extremo 3' no traducido del ARNm de u-PA de vicuña. La secuencia de aminoácidos deducida es la siguiente:

GDSGGPMVCSIQRLTLTGIVSWGRDCAMKDKPGVYTRVSSFLPWIHTHTGGETGLAL

La secuencia deducida de aminoácidos forma parte del dominio funcional de serino-proteasa de u-PA que se encuentra en el extremo carboxilo terminal de la proteína (Figura 3).

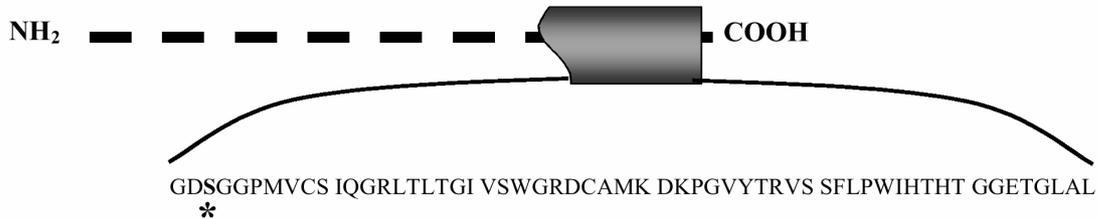


Figura 3: Representación esquemática de la secuencia de aminoácidos deducida a partir de la secuencia de nucleótidos. El rectángulo de punta truncada representa la secuencia deducida de aminoácidos, mientras que la línea discontinua corresponde a la secuencia aún desconocida. El asterisco (\*) marca al residuo de Serina (S) que forma parte del sitio activo del dominio de serino-proteasa de u-PA.

### Discusión

Los genes de los APs son interesantes objetos de estudio debido a los contextos biológicos en los que se expresan y el complejo patrón de fenómenos regulatorios que influyen en su expresión. La secreción de APs aparenta ser un mecanismo general empleado por las células para ejercer su efecto proteolítico extracelular localizado [15]. La producción de la enzima se ha asociado con numerosos ejemplos tales como remodelación de tejidos y la migración celular, procesos en los que la proteólisis extracelular juega un rol importante.

En este trabajo presentamos la secuencia parcial de nucleótidos correspondiente al ADNc del gen de u-PA de vicuña. La secuencia de nucleótidos es homóloga a otras secuencias de u-PA conocidas, con un alto porcentaje de identidad, al menos en la región estudiada correspondiente al dominio funcional de la misma.

La secuencia de nucleótidos obtenida es una secuencia parcial. Es nuestro interés clonar la secuencia completa de ADNc de u-PA de vicuña y así determinar la presencia de otros dominios ya caracterizados en u-PA de otras especies.

Los resultados obtenidos en este trabajo indican que las células del epitelio oviducal de la vicuña sintetizan u-PA, ya que se pudo demostrar la presencia del ARNm de dicha molécula en estas células mediante estudios de RT-PCR. Este hallazgo concuerda con otros estudios realizados en otras especies de mamíferos [9, 10, 11, 12, 16], lo que indicaría que u-PA probablemente tenga una participación activa en los procesos que ocurren en el oviducto de los mamíferos, tales como el transporte de gametos, la fecundación y/o el desarrollo embrionario temprano.

### Bibliografía

1. Collen, D. 1999. The plasminogen (fibrinolytic) system. *Thromb Haemost*, 82: 259-270.
2. Andreasen P.A., Egelund R. y Petersen, H.H. 2000. The plasminogen activation system in tumor growth, invasion, and metastasis. *Cell Mol Life Sci*, 57: 25-40.
3. Huarte J., Belin D. y Vassalli, J.D. 1985. Plasminogen activator in mouse and rat oocytes: induction during meiotic maturation. *Cell*, 43: 551-558.
4. Huarte J., Belin D., Bosco D., Sappino A.P. y Vassalli J.D. 1987. Plasminogen activator and mouse spermatozoa: urokinase synthesis in the male genital tract and binding of the enzyme to the sperm cell surface. *J Cell Biol*, 104: 1281-1289.
5. Huarte J., Vassalli J.D., Belin D. y Sakkas D. 1993. Involvement of the plasminogen activator/plasmin proteolytic cascade in fertilization. *Dev Biol*, 157: 539-546.
6. Zhang X., Rutledge J., Khamsi F. y Armstrong D.T. 1992. Release of tissue-type plasminogen activator by activated rat eggs and its possible role in the zona reaction. *Mol Reprod Dev*, 32: 28-32.
7. Jiménez-Díaz M., Giunta S., Valz-Gianinet J., Pereyra-Alfonso S., Flores V. y Miceli D.C 2000. Proteases with plasminogen activator activity in hamster oviduct. *Mol Reprod Dev*, 55: 47-54.

8. Roldán Olarte M., Jiménez-Díaz M. y Miceli D.C. 2005. Plasminogen Detection in Oocytes and Plasminogen Activators Activities in the Porcine Oviduct During the Estrous Cycle. Mariela, María and Dora C. Miceli. *Zygote*, 13: 115-123
9. Jiménez-Díaz M., Roldán, M. y Miceli D.C. 2002. Localization of plasminogen in the extracellular matrix of hamster eggs: exogenous activation by streptokinase. *Mol Reprod Dev*, 61: 528-535.
10. Roldán M., Jiménez Díaz M., Valdecantos P. y Miceli D.C. 2001. Proteolytic activity and gene expression of plasminogen activator in porcine oviduct. *Biocell*, 25: 53 (P047).
11. Roldán Olarte M., Neme Tauil R., Argañaraz M. y Miceli D.C. 2003. Plasminogen activators in porcine oviduct: mRNA levels in epithelial cell cultures under sexual steroids influence. *Biocell*, 27 (I): 125 (BC-P57).
12. Roldán Olarte, E.M. 2005. Proteasas de oviducto. Estudios sobre el sistema Activadores del plasminógeno/ plasminógeno/ plasmina. Tesis doctoral. Instituto Superior de Investigaciones Biológicas. Departamento de Biología del Desarrollo. (Universidad Nacional de Tucumán, Argentina).
13. Apichela S., Jiménez Díaz M y Miceli D.C. 2004. Ultraestructura y distribución de glicoconjugados en epitelio oviducal de vicuña y cultivo de células oviducal. *Anales de la XII Jornadas de Jóvenes investigadores de la AUGM. Curitiba, Brasil*.
14. Nagamine Y., Pearson D., Altus M.S. y Reich, E. 1984. cDNA and gene nucleotide sequence of porcine plasminogen activator. *Nucleic Acids Res* 12, 9525-9541.
15. Blasi, F. 1999. Proteolysis, cell adhesion, chemotaxis, and invasiveness are regulated by the u-PA-u-PAR-PAI-1 system. *Thromb Haemost*, 82: 298-304.
16. Gabler C., Killian G.J. y Einspanier R. 2001. Differential expression of extracellular matrix components in the bovine oviduct during the oestrous cycle. *Reproduction*, 122: 121-130.

## **INDICE DE SELECCION GENETICA PARA CARACTERISTICAS DEL DIAMETRO DE FIBRA DE ALPACAS HUACAYA TUIS Y ADULTAS EN LA SIERRA CENTRAL DEL PERU**

Ayala Juan <sup>1</sup>, Chávez Juan <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Universidad Científica del Sur, Escuela de Veterinaria y Zootecnia.  
Panamericana, sur km.19, Lima-Perú.  
email [juedayala@hotmail.com](mailto:juedayala@hotmail.com)

<sup>2</sup> Instituto Interamericano de Cooperación Agrícola.  
Av. Jorge Basadre 1120, San Isidro, Lima, Perú.  
email [chavram@terra.com.pe](mailto:chavram@terra.com.pe)

### **Resumen**

Ciento noventa y dos muestras de fibra de 96 alpacas huacaya de un año de edad fueron colectadas de dos regiones del vellón a la primera esquila, procedentes de 33 padres de la SAIS Pachacutec, para estimar los índices de herencia del promedio (PDF), desviación estándar (DS) y coeficiente de variación (CV) del diámetro de fibra, y elaborar los índices de selección genética. Las muestras de fibra fueron evaluadas con el Sirolan Laserscan en la UNALM, cuyos resultados fueron corregidos por efectos maternos mediante un modelo mixto factorial anidado con submuestreo, y los componentes de variancia fueron estimados mediante un modelo anidado, empleando los métodos de Máxima Verosimilitud (ML) y restringida (REML) del SAS. La heredabilidad fue estimada por medios hermanos de padre y empleada para el cálculo del valor de cría. Las heredabilidades para el PDF ( $0,55 \pm 0,42$ ) y DS ( $0,04 \pm 0,28$ ) fueron elevadas y muy bajas, respectivamente, y las correlaciones fenotípicas entre PDF con DS ( $r_F = 0,62$ ) y con CV ( $r_F = 0,14$ ) fueron mediana y baja, respectivamente. El índice de valor de cría combinó el PDF y DS, y se ordenó por mérito genético a los reproductores; determinándose que estos podrían contribuir a afinar la fibra hasta en  $1,16 \mu\text{m}$  por debajo de la media de la población. La magnitud de la heredabilidad del PDF nos indica que existe una alta variación genética aditiva, y combinando con DS los índices a la segunda esquila aumentaría la eficiencia en la selección de reproductores.

### **Introducción**

La literatura que existe sobre el proceso del mejoramiento genético en alpacas peruanas esta orientada a la descripción o caracterización de las variables productivas y en estimar parámetros genéticos en unidades producción

específicas, cuya aplicación de sus resultados no han sido monitoreados ni evaluados en el tiempo en forma continua, en especial en los subsistemas de producción organizados a nivel nacional, salvo raras excepciones, [1] y no facilita el planteamiento de programas de mejoramiento genético de alpacas y llamas.

Asimismo la iniciativa de establecer un centro de investigación y mejoramiento de la alpaca considerando recomendaciones de manejo en cada subsistema de producción [1] resulta muy importante y un reto por la complejidad de nuestra realidad de la producción de fibra de alpaca, pero no se han dado los pasos entre otras razones debido a la falta de una sensibilización dirigida a los productores sobre la cultura de tomar medidas objetivas, mediante equipos modernos, de las variables de alto valor comercial, lo cual también debilita las iniciativas de mejoramiento genético de la fibra.

La presente investigación plantea generar un conocimiento el cual sirva de punto de partida, como una unidad piloto, para mejorar la eficiencia productiva de las variables de alto valor comercial de la fibra de alpaca y se replique en otras unidades de producción mediante el establecimiento e implementación de un programa nacional de mejoramiento de fibra de alpaca peruana. Los objetivos planteados en el componente genético del proyecto fueron: 1) Estimar la heredabilidad del promedio, desviación estándar y coeficiente de variación del diámetro de fibra de alpaca huacaya a la primera esquila, 2) Elaborar un índice de selección e 3) Implementar un centro de reproductores.

## Materiales y Métodos

El estudio se inicio en el año 2003 con el reconocimiento del manejo reproductivo y fenotípico de los rebaños alpacas en dos unidades de producción denominadas “Corpacancha y Cuyo” de la SAIS Pachacutec, ubicada en el departamento de Junín a una altitud de 4 200 m.s.n.m en la cual, se monitoreo un tamaño de muestra de 138 machos y 425 hembras adultas formando un grupo genealógico que fue depurado durante la identificación y formación de los grupos de empadre. Durante la parición solamente se obtuvo una progenie de 151 crías procedentes de 74 padres. Sin embargo a la primera esquila las muestras de fibra fueron colectadas de un total de 96 tuis menores que proceden de 33 padres que conforman el grupo familiar, cuyos datos de la progenie obtenidos del laboratorio de fibras ingresaron para los análisis estadísticos.

Los datos fueron analizados y ajustados por efectos maternos mediante un modelo lineal mixto factorial anidado con submuestreo:

$$y = X\beta + Z\mu + e \quad (1)$$

En donde:

y : es el promedio del diámetro de fibra (PDF), desviación estándar ( DS) y coeficiente de variación (CV).

X : representa los efectos fijos como sistema de manejo y sexo de las crías.

Z : representa los efectos aleatorios como edad de la madre al parto, edad al destete y color de fibra de la cría y efecto del padre.

e : representa el error de muestreo.

Mediante el proceso GLM se estimó el efecto de los factores sobre las variables en estudio para corregir por medias de mínimos cuadrados, y los datos ajustados fueron analizados mediante un modelo anidado para estimar componentes de variancia mediante el proceso GLM (random) y VARCOMP método de Máxima Verosimilitud (ML) y restringida (REML) [2].

$$y_{ijk} = \alpha_i + \beta_{j(i)} + e_{ijk} \quad (2)$$

•  $\alpha_i$  : Efecto del i-ésimo padre.

•  $\beta_{j(i)}$  : Efecto de la j-ésima cría dentro del i-ésimo padre.

El índice de herencia fue estimado mediante el método de medios hermanos de padre para las variables con su error estándar de acuerdo con [3] para diseños anidados desbalanceados. La correlación fenotípica fue estimada por el coeficiente de Pearson [2] y la correlación genética e índice general fue estimada por [3]. El índice de méritos genéticos de las alpacas machos reproductores fue estimado mediante la siguiente ecuación:

$$I_i = -A + \frac{n * h^2 * a'}{1 + (n-1)*t} (Pg - P) \quad (3)$$

Donde:

A : Promedio del valor de cría de la población = Pn : Numero de mediciones por padre.  $h^2$ : Heredabilidad del carácter o variable.  $a'$  : Grado de parentesco entre los rendimientos del grupo y el reproductor para el índice

estimado. Pg: Promedio de los rendimientos del grupo uniforme. a : Grado de parentesco de los records del grupo. P : Promedio de la población. t :  $a* h^2 + C^2$ . C<sup>2</sup>: factor de ambiente común de los valores fenotípicos.

## Resultados

Los datos presentados en la tabla N 1 son valores medios del promedio y variación del diámetro de fibra corregidos por color y sexo, cuyo PDF y dispersión fueron ligeramente menores que los reportados por [4] cuyos grupos de alpacas procedieron del sur del Perú en Puno. Sin embargo los valores reportados por [5], son superiores respecto al promedio y muestran mayor uniformidad del diámetro de fibra de alpacas entre 1 y 2 años de edad (tuis menor y mayor) en el Sur de Australia.

Tabla N 1. Valores medios y dispersión del diámetro de fibra de alpaca huacaya (tuis menor) a la primera esquila.

Variabes	Promedio (n* = 96)	Desviación Estándar	Mínimo	Máximo	(Ponzoni, 1999) $\mu \pm s$ , (n <sub>2</sub> =435)	(Ayala, 1999) $\mu \pm s$ , (n <sub>3</sub> =348)
PDF ( $\mu\text{m}$ )	22,15	2,17	17,7	28,76	25,7 $\pm$ 2,97	23,5 $\pm$ 2,7
DS ( $\mu\text{m}$ )	5,2	0,89	3,3	7,7	6,21 $\pm$ 1,11	6,12 $\pm$ 0,9
CV (%)	23,64	2,71	18,6	33,91	24,1 $\pm$ 3,21	26,11 $\pm$ 3,47

\*n es el numero de crías.

n<sub>23</sub> es el numero de records

### *Heredabilidades del promedio y medidas de dispersión del diámetro de fibra*

Los componentes de variancia estimados fueron variables, dependiendo del método empleado y del modelo mixto o aleatorio considerando como efecto fijo el sistema de manejo en ambas unidades de producción, por lo que se tomo el dato de menor error estándar del PDF, aunque fue elevado. La magnitud del valor estimado del índice de herencia del PDF esta cercano al reportado por [5] y alejado del estimado por [6], cuyo índice de herencia fue  $0,73 \pm 0,19$  en alpacas adultas, pero no hay estimados de la variable mediante el método de medios hermanos de padre en la literatura nacional, pero reportan por otros métodos para peso vivo, longitud de mecha y peso de vellón sucio.

Este alto valor de heredabilidad del PDF a la primera esquila nos indicaría que mas de la mitad de la desviación de los valores fenotípicos de la finura de la fibra de alpaca son heredables, y están afectados por la aditividad de los genes y se esperaría un rápido progreso genético. Por otro lado, los índices de herencia de las medidas de dispersión del diámetro de fibra difieren mucho de los obtenidos por [5], cuyos valores son muy superiores a los estimados, probablemente debido al menor tamaño de muestra o quizás a la baja variancia fenotípica de los datos de DS y CV, que son muy cercanos entre ellos. Estas variancias fenotípicas son similares a las reportadas por [4], en alpacas huacaya cuyos valores para DS y CV son  $1,06 \mu\text{m}^2$  y  $12,11 \%$ , respectivamente (Tabla N 2).

Tabla N 2. Componentes de variancia y heredabilidad del promedio y dispersión del diámetro de fibra de alpacas huacaya a la primera esquila.

Variabes	PDF	(Ponzoni, 1999)	DS	(Ponzoni, 1999)	CV	(Ponzoni, 1999)
$s_a^2$	0,77 $\mu\text{m}^2$		0,012 $\mu\text{m}^2$		0,0 $\%^2$	
$s_F^2$	5,54 $\mu\text{m}^2$		1,10 $\mu\text{m}^2$		10,9 $\%^2$	
t (Correlación intraclase)	0,14		0,011		No estimado	
$h^2_{(s)}$	0,55	0,67	0,04	0,66	porque el componente de variancia de macho es cero.	0,90
e.s.	0,42	0,30	0,28	0,32		0,30

### Índice de selección

El grado de asociación estimado entre el PDF y DS fue muy cercano al obtenido por [5] , cuya magnitud nos sugiere que al seleccionar por finura también se selecciona por menor distribución de los diámetros, que se reflejaría en una mayor uniformidad de los diámetros en el vellón de la alpaca que esta sustentada por una correlación fenotípica de 0,14, valor que es muy superior al reportado por Ponzoni. La covariancia fenotípica y genética entre el PDF y DS nos permitió elaborar el índice de selección general para las progenies, pero no se considero en la ecuación el CV por presentar una variancia genética aditiva nula. Además la covariancia genética entre PDF y DS fue aceptable, sin embargo la magnitud de su correlación genética fue inusual, razón por la cual no se indica en la tabla N 3.

Tabla N 3. Covariancias y correlaciones fenotípicas del promedio y dispersión del diámetro de fibra de alpaca huacaya a la primera esquila.

Variables	COV <sub>F</sub>	r <sub>F</sub>	COV <sub>g</sub>	(Ponzoni, 1999) r <sub>F</sub> ± e.s.
PDF con				
DS	1,52	0,62	0,6009	0,65 ± 0,06
CV	1,08	0,14	No estimado por s <sup>2</sup> <sub>a</sub> es cero.	0,01 ± 0,10

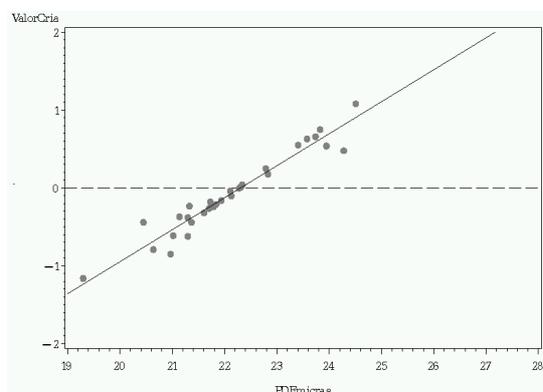
Los índices de precios por finura con los que actualmente se paga por la fibra de alpaca, fueron utilizados para estimar los valores ponderados económicos que afectan a la finura y distribución de los diámetros de fibra, y mediante los valores de la tabla N 3 se plantearon las ecuaciones simultaneas para elaborar el siguiente índice general para seleccionar en forma temprana a los tuis menores:

$$\text{Índice} = - \text{PDF} - 0,795 * \text{DS} \quad (4)$$

Por otro lado, mediante la ecuación (3) y los datos de la tabla N 2, fue elaborado el índice de selección objetivo del valor de cría para los padres reproductores, cuyo orden de merito genético se estableció mediante la siguiente ecuación:

$$H = - \text{VC}(\text{PDF}) - 1,49 * \text{VC}(\text{DS}) \quad (5)$$

Los valores de cría estimados para el PDF y DS fueron estimados individualmente para cada uno de los 33 reproductores del experimento mediante la ecuación (3), y utilizando el índice de herencia respectivo. La distribución y correspondencia establecida entre los valores medios desviados del PDF de los padres y sus respectivos valores de cría objetivos estimados, nos sugiere que aquellos reproductores que presentan PDF desviados por debajo de 22,4 µm contribuyen con valores de cría negativos que podrían disminuir la media de los rendimientos del diámetro de fibra de la progenie hasta en 1,16 µm. Esta relación es propia de esta población por el efecto promedio de los genes asociados a la finura y distribución de los diámetros (Grafica N 1).



Grafica N 1. Correspondencia del índice del valor de cría objetivo con PDF desviado para alpacas huacaya reproductoras.

## Centro de reproductores

Actualmente las unidades de producción cuentan con un rebaño de machos reproductores en la majada y un lote pequeño en la cabaña, los cuales son utilizados con mayor intensidad durante la faena de empadre, pero con la información científica generada y la aplicación de los índices de valores de cría se puede seleccionar a los padres contemporáneos del año 2004, que contribuirán a mejorar los rendimientos de finura y uniformidad de la fibra en la siguiente generación, y con el índice general se podría seleccionar en forma temprana a los futuros reproductores a la primera esquila.

## Conclusiones

### *Hereditabilidad*

- a) La magnitud del índice de herencia del diámetro de fibra en la población de alpacas a la primera esquila en la SAIS Pachacutec, nos indica que está fuertemente afectada por efectos genéticos aditivos, a diferencia de la desviación estándar de los diámetros cuyos componentes de variancia aditiva parece estar afectado por la uniformidad de sus valores observados.
- b) Probablemente el tamaño de muestra es relativamente pequeño para las medidas de dispersión del diámetro de fibra, lo que podría explicar la ausencia de la hereditabilidad de la uniformidad de la fibra y la correlación genética.
- c) Debido a la magnitud de la hereditabilidad del promedio del diámetro de fibra a la primera esquila podríamos esperar una rápida respuesta a la selección en las progenies de alpacas de la SAIS Pachacutec.

### *Correlaciones*

- a) El grado de asociación fenotípico entre el promedio con la desviación estándar y con el coeficiente de variación del diámetro de fibra fue medianamente alto.
- b) La correlación genética presenta un valor inusual que puede estar asociado al tamaño de muestra relativamente pequeño para estas variables.

### *Índices genéticos*

- a) El índice general puede ayudar a seleccionar en forma temprana a las progenies, pero sería recomendable aplicarlo a la segunda esquila, por el cambio de la expresión de los genes.
- b) El índice de valor de cría permite identificar al mejor reproductor por su mérito genético, correspondiendo al valor de cría mas negativo con el vellón mas fino.

## Bibliografía

- [1] Chávez, J.F., 1991. "Avances y Perspectivas del Conocimiento de los Camélidos Sud Americanos", Ch.5, pp.149-190, Oficina Regional de la FAO, Santiago, Chile
- [2] SAS, 1995. SAS Users guide: Statistics, Statistical Analysis Systems Institute. Inc. Cary, North Carolina, USA.
- [3] Becker, W.A., 1984. Manual of Quantitative Genetics. Fourth Edition. Washington State University. Published by Academic Enterprises. Pullman, Washington. 49-55 pp.
- [4] Ayala, J. E., 1999. Variabilidad del Diámetro de Fibra en Alpacas Huacaya Usando los Métodos de Microproyección y Análisis Óptico del Diámetro de Fibra – OFDA. Tesis para optar el grado de Magíster Scientiae. Escuela de Post Grado –UNALM. Lima –Perú
- [5] Ponzoni, R., 1999. Phenotypic and genetic parametre for some produccion traits in young Australian alpacas. Australian Alpaca Fibre Improving Productivity and Marketing, Rural Industrial Reserach and Development Corporation. Kingston Auatralia. Page 47-51.
- [6] Wuliji, T., Davis, G.H., Dodds, K.G., Turner, P.R., Andrews, R.N. and Bruce, G.D., 2000. Production performance, repeatability and heritability estimates for live weight, fleece weight and fiber characteristics of alpaca in New Zealand. Small Ruminant Reserach. 37: 189-201.

# DIVERSIDAD GENÉTICA APLICADA AL MANEJO Y CONSERVACIÓN DE POBLACIONES DE LLAMAS

<sup>1</sup>Bustamante A, <sup>2</sup>Maté L, <sup>3</sup>Lamas H, <sup>2</sup>Vidal Rioja L

<sup>1</sup>FCV, UNCPBA, Tandil, <sup>2</sup>IMBICE, La Plata, <sup>3</sup>INBIAL, Jujuy, Argentina.  
[genmol@imbice.org.ar](mailto:genmol@imbice.org.ar)

## Abstract

Argentina possesses 405% of the world population of llamas, being the Argentine Northwest (NOA) the zone of greater density. The main objective of the llamas breeding is the fiber production. The loss of genetic diversity prevents the improvement of species with productive interest. Because of it, in programs of conservation and management is necessary to know the population genetic variability. With the purpose to know it and therefore the kind of management that should be implemented, 14 loci of DNA microsatellite in 77 llamas of three troops of the NOA were analyzed. The results showed, levels of relatively high genetic variability with Medium Number of Alleles of 7.17, and expected and observed heterozygosity of 0.71 and 0.52 respectively. The excess of homozygotes found, indicates that the domestic populations conserve the reproductive and social behavior of the wild ones. The genetic differentiation among populations is moderate ( $p < 0.05$ ). Nevertheless, although introgression of alleles in the populations because of the incorporation of foreign males, there is not genetic flow at present. The obtained data would advise to carry out a management that conserve the own characteristics of each population, but incorporating animals with similar characteristics from other troops. Besides, genealogical registrations should be established in order to design matings between individuals with private alleles. These guidelines would permit to retain the maximum genetic variability minimizing the effects of the gene drift and the consanguinity.

Keywords: *Lama glama*, genetic diversity, microsatellites, management

## Introducción

La cría de camélidos domésticos constituye una actividad económica de gran importancia para un vasto sector de la población Alto Andina. El principal objetivo es la producción de fibra, mientras que la carne es principalmente para autoconsumo. Se estima que la población mundial de llamas alcanza las 3,3 millones de cabezas de las cuales Argentina, alberga un 4,05 % siendo el Noroeste (NOA) la zona de mayor concentración de llamas del país (FIDA, 1990 en: [www.portalagrario.gov.pe](http://www.portalagrario.gov.pe)).

Las sociedades andinas originarias hicieron un uso racional de las poblaciones de camélidos; la conquista española produjo una drástica reducción numérica de las especies, con la consecuente modificación de su pool genético y la pérdida de las técnicas de manejo. Esta situación ha llevado probablemente al establecimiento de cruzamientos híbridos [1]. En Argentina, es común que dentro de un rebaño coexistan morfotipos de alpaca y llama y sus gradaciones intermedias. Esto último presenta la ventaja de contar con un interesante y muy variado pool genético en lo que a grosor y color de fibra se refiere, pero con la desventaja de afectar la calidad de la misma.

Las llamas, como las alpacas, son los recursos ganaderos más eficientes y sustentables para el aprovechamiento de la región altoandina. Por lo tanto es necesario un adecuado manejo y conservación de la diversidad genética de las poblaciones actuales de esos camélidos. La diversidad genética incide en la capacidad de recuperar especies amenazadas y mantener y mejorar el rendimiento de aquellas incluidas en el circuito productivo [2,3]. El conocimiento actual en relación a la variabilidad genética de las poblaciones de llamas es escaso siendo ésta información básica para la evaluación y conservación de las mismas. A partir de estudios previos de caracterización de camélidos sudamericanos [4, 5, 6, 7, 8, 9, 10] es posible inferir la existencia de una marcada influencia de la historia, dinámica y manejo poblacional sobre diversidad y estructura genética de las poblaciones silvestres y domésticas. Los marcadores de ADN microsatélite son herramientas de uso corriente para evaluar la variabilidad y estructura genética de las poblaciones, permitiendo planificar estrategias de manejo adecuadas a las características propias de cada población.

En este trabajo se tipificaron por PCR 14 loci de ADN microsatélite específicos de llama y guanaco, en tres plantales de llamas del NOA manejadas con técnicas tradicionales y de las cuales se cuenta con información histórica. El objeto del trabajo fue conocer la variabilidad genética presente en las poblaciones de llamas estudiadas y establecer la mejor estrategia de manejo para mantener y/o mejorar dicha variabilidad genética

## **Materiales y Métodos**

### *Planteles estudiados*

Los animales estudiados pertenecen a los planteles históricamente relacionados de Colonia Santa Isabel (SI), Establecimiento Los Pioneros (LP) y Campo de Llama Jaran (LLJ), cuyos respectivos fundadores procedieron de la subdivisión de una única población ubicada en la Reserva Laguna de Pozuelos de la Comisión Municipal de Cieneguillas en la provincia de Jujuy de Argentina. Desde principios del siglo XX esta población, perteneciente a un establecimiento familiar, fue criada en forma extensiva y seleccionada para la producción de fibra. A principios de los 90, la sucesión familiar de los campos llevó a la subdivisión de la población original en 2 tropas (LP y LLJ) las cuales fueron enriquecidas mediante la introducción de machos reproductores de diferentes regiones geográficas del país y países vecinos. Mientras que la tropa de SI fue comprada al establecimiento fundador por la Secretaria de Recursos Naturales de La Pampa. En la actualidad llevan 10 años de reproducción aislada sin la acción de machos ajenos a la tropa [5].

### *Obtención de ADN*

El ADN genómico se extrajo a partir de 77 muestras de sangre fresca tomadas al azar de: Establecimiento Los Pioneros, N = 30; Campo de Llama Jaran, N = 22; Colonia Santa Isabel, N = 25, siguiendo las técnicas descriptas en [4].

### *Loci microsatélite analizados*

Mediante PCR se amplificaron 14 loci con 9 marcadores de ADN microsatélite específicos de llama: LAB1, LAB3, LAB6, LAB7, LAB13 [11], LAB14, LAB15, LAB16, LAB17 (número de acceso al GenBank AY661538-AY661541), y 5 de guanaco GLM2, GLM4, GLM5, GLM6, GLM7 [11]. La amplificación se realizó en 15  $\mu$ l de una solución conteniendo 50 ng de ADN, 1,5-2,5 mM de  $MgCl_2$ , 10 mM de Tris, 50 mM de KCl, 200  $\mu$ M de cada dNTP, 12,5- 6,25 pmol de cada primer y 0,5 unidades de Taq ADN polimerasa (Promeega, Madison, WI, USA). Se realizaron 35-40 ciclos, dependiendo de cada locus, con desnaturalización a 94°C por 1 min., hibridación a 48-56°C por 1 min y elongación a 72°C por 1 min. Los productos de PCR se separaron en geles de poliacrilamida desnaturalizante al 6% (19:1) en 1x TBE. Como referencia de tamaño molecular se utilizaron escaleras de alelos conocidos construidas en el laboratorio.

### *Análisis estadístico*

La diversidad genética se analizó, desde el punto de vista de la variedad alélica, mediante el cálculo del número medio de alelos por locus (NMA), los alelos privados por población ( $AP_p$ ), el número de alelos detectados por población ( $A_{TP}$ ), el número total de alelos detectados ( $A_{total}$ ) y a nivel de la proporción de los diferentes genotipos dentro de las poblaciones, mediante la diversidad genética ( $H_e$ ) y heterocigosidad observadas ( $H_o$ ) medias por población utilizando los algoritmos incluidos en el programa Exel Microsatellite Tools [12].

Las desviaciones del equilibrio de Hardy-Weinberg (EHW) se evaluaron mediante el método exacto implementado en el programa GENEPOP versión 3.2 [13, 14]. Los niveles de significancia corregidos para el desvío de H-W en cada población, se basaron en la técnica secuencial de Bonferroni para pruebas simultáneas [15]. La probabilidad de existencia de alelos nulos se estimó mediante el programa CERVUS 2.0 [16].

La estructura y diferenciación genética entre las poblaciones se calcularon mediante los parámetros F y Rho. El índice Rho tiene en cuenta las frecuencias alélicas y el tamaño de los alelos. Ambos cálculos se realizaron en forma global por marcador, para todas las poblaciones y todos los marcadores [13, 14].

## **Resultados**

La diversidad genética medida en términos de variabilidad alélica, NMA,  $H_e$  y  $H_o$  mostró todos los loci analizados altamente polimórficos. En la muestra estudiada se observaron 302  $A_T$  en los 14 loci tipificados, variando el  $A_{TP}$  entre 97 y 105. En total se observaron 48 alelos privados ( $AP_T$ ), de los cuales 20 corresponden a la población de LLJ, 17 a la población de SI y 11 a LP ( $AP_p$ ). Cabe mencionar que el 47, 9% de dichas variantes presentaron frecuencias génicas  $\approx$ 5%. Por otra parte, en las poblaciones de LP y LLJ se hallaron 9 alelos con frecuencias que varían desde 7% a 29%, mientras que en la población de SI estos alelos no se detectaron. Por otra parte, hubo 9 alelos que si bien se observaron en las tres poblaciones, en SI mostraron frecuencias considerablemente mayores. El NMA, la  $H_e$  y la  $H_o$  por población varió de 7,43 a 6,93, de 0,74 a 0,68 y de 0,57 a 0,45 respectivamente (Tabla 1).

Veintisiete de las cuarenta y dos pruebas de EHW, medidas según la prueba exacta [17], mostraron desvíos significativos ( $p < 0,05$ ). En todos los casos estas desviaciones se debieron a un déficit de heterocigotos.

Solo el locus LAB3 presentó un 11,73% de probabilidad de existencia de alelos nulos en las tres poblaciones por lo que se recalculó el EHW excluyendo del análisis a dicho locus (datos no mostrados). Estos cálculos no modificaron los valores de EHW por lo que se descarta la existencia de alelos nulos como causa del desequilibrio por exceso de homocigotos.

El estadístico  $F_{ST}$  Total (0,10,  $p=0,00$ ) calculado para todos los loci y para todos los planteles de llamas indica un grado moderado/alto de subdivisión poblacional. Según este parámetro el 90% de la varianza en las frecuencias alélicas se expresa dentro de cada población y el 10% de la varianza se atribuye a diferencias entre las poblaciones. El valor  $F_{IS}$  Total (0,28) indica una importante deficiencia de heterocigotos dentro de cada plantel; este índice es una medida indirecta de consanguinidad y concuerda con los resultados obtenidos mediante las pruebas exactas de EHW. Estos valores indican un alejamiento de las condiciones esperadas en una población cuyos cruzamientos se realizan al azar. Al considerar el pool génico de las tres poblaciones (SI, LP, LLJ), se observa un déficit mayor de genotipos heterocigotos ( $F_{IT} = 0,35$ ), lo que podría señalar cierta estructuración poblacional (Tabla 2).

Cuando se analizaron los planteles mediante el estadístico  $Rho_{ST}$  Total, no se observaron diferencias en relación el dato aportado por el  $F_{ST}$  Total (0,10). Esto indicaría que las diferencias entre las poblaciones no se deben a diferencias en el tamaño de los alelos hallados en las mismas. Lo mismo se pudo observar a través de los valores totales de  $Rho_{IS}$  y  $Rho_{IT}$ , cuyos valores fueron algo menores que los calculados con los F (Tabla 2).

Tabla 1. Alelos totales por población ( $A_{TP}$ ), alelos totales ( $A_T$ ). Alelos privados por población ( $AP_P$ ) y alelos privados totales ( $AP_T$ ). Número medio de alelos (NMA), heterocigosidad media esperada ( $H_e$ ) y observada ( $H_o$ ) por población.

	Sta. Isabel	Los Pioneros	Llampa Jaran
$A_{TP}$	100	105	97
$A_T$	302		
$AP_P$	17	11	20
$AP_T$	48		
NMA	7,14	7,43	6,93
$H_e$	0,74	0,7	0,68
$H_o$	0,57	0,45	0,54

Tabla 2. Estadísticos F y Rho calculados para todas las poblaciones con los 14 loci.

F		
$F_{IS}$	$F_{ST}$	$F_{IT}$
0,28	0,10	0,35
Rho		
$Rho_{IS}$	$Rho_{ST}$	$Rho_{IT}$
0,18	0,10	0,26

## Discusión

Desde el punto de vista de la diversidad alélica las tres poblaciones analizadas muestran una variabilidad genética alta. Los resultados de  $H_o$  son similares a los observados en otras especies de camélidos analizadas mediante el uso de marcadores microsatélites [8, 10, 18, 19, 20, 21]. Además, como en otros estudios poblacionales de vicuñas y guanacos, se observaron desvíos significativos del EHW, debido a un exceso de homocigotos [8, 9, 10, 6]. Entre las causales de estos desvíos podrían mencionarse: la práctica de apareamientos dirigidos por el criador (selección artificial), una subdivisión poblacional o bien la existencia de alelos nulos [22].

Es probable que el exceso de homocigotos, sea el resultado de la selección artificial practicada mediante el manejo reproductivo en combinación con el comportamiento natural de esta especie poligínica. Otro factor que afectaría el EHW es la existencia de alelos nulos. Los heterocigotos nulos tienden a contabilizarse como homocigotos y se producen cuando ocurre una mutación en la secuencia complementaria de los primers, impidiendo

la amplificación por PCR de uno o de ambos alelos [23, 24, 25]. Sin embargo, al medir EHW excluyendo del análisis al locus LAB3, los resultados obtenidos no se diferenciaron de lo calculado para el total de los loci. Por lo tanto, se descartaría la existencia de los mismos.

La diferenciación genética moderada/alta observada, entre las tres poblaciones podría relacionarse con el número de alelos privados presentes en cada una. Estos podrían proceder de la población original o haber ingresado mediante la introducción de reproductores de diferentes regiones geográficas del país y de países vecinos. No obstante esta introgresión, actualmente no existe flujo genético. Por lo tanto, cada población se reprodujo como unidad independiente, generando diferencias con respecto a la población original. Si bien los datos obtenidos son comparables con los observados en otros mamíferos superiores domésticos [26, 27, 28, 29], cuando se los compara con estudios realizados en guanacos silvestres de la Patagonia Argentina, los valores de diferenciación genética son menores debido, probablemente, a un mayor flujo genético entre los guanacos de distintas poblaciones [6]. En otro extremo se encuentran las poblaciones de vicuñas de Chile y Perú donde la diferenciación genética es alta debido al aislamiento geográfico experimentado por las poblaciones de esta especie durante muchos años [9, 10]. Es interesante destacar, que en estudios previos realizados en estas poblaciones, pero con microsatélites específicos de llama, la diferenciación entre las mismas fue más baja [5]. Esto indicaría un mayor poder de diferenciación de los microsatélites de guanaco empleados.

De acuerdo a lo observado en este trabajo, las poblaciones actuales de llamas ofrecen una variabilidad genética que, a pesar de su comportamiento natural, la presión de selección reproductiva y el cuello de botella sufrido por esta especie luego de la colonización de América, puede ser positivamente aprovechada para una selección genética en función de propósitos de manejo al servicio del desarrollo sustentable. Los datos obtenidos aconsejarían realizar un manejo que conserve las características propias de cada población y la incorporación de animales de otros rodeos genéticamente similares. Además, deberían establecerse registros genealógicos que permitan documentar la variabilidad existente en cada población y la selección de progenitores capaces de optimizar la depuración de una determinada característica de interés productivo.

## Bibliografía

1. Kadwell M., Fernandez M., Stanley H.F., Baldi R., Wheeler J.C., Rosadio R. y Bruford M.W. 2001. Genetic analysis reveals the wild ancestors of the llama and the alpaca. *Proceeding of Royal Society of London British* 268, 2575-84.
2. Aranguren Méndez J., Jordana J. y Gómez M. 2001. Genetic diversity in spanish donkey breeds using micrisatellite DNA markers. *Genetics Selection and Evolution* 33(4):243-252.
3. González Candelas y Montolio A. 2000. Genetic differentiation and structure of *Hippocrepis valentina* (Leguminosae) populations. *Journal of heredity* 91, 134-141.
4. Bustamante A.V., Zambelli A., De Lamo D., von Thungen J. y Vidal-Rioja L. 2002. Genetic variability of guanaco and llama populations in Argentina. *Small Ruminant Research* 44, 97-101.
5. Bustamante A.V., Mate L., Lamas H., Giovambattista G., Zambelli A. y Vidal Rioja L. 2006. Análisis de diversidad genética en tres poblaciones de llamas (*Lama glama*) del Noroeste Argentino (NOA). *Revista Chilena de Historia Natural*. En prensa.
6. Maté L, Bustamante A.V., Giovambattista G., Delamo D., Lamas H., von Thungen J., Zambelli A. y Vidal-Rioja L. 2005. Genetic diversity and differentiation of guanaco populations from Argentina inferred from microsatellite data. *Animal Genetics* 36(4):316-321.
7. Merabachvili G., Obreque V., Mansilla R., García Huidobro J., Zapata B., Bonacic C., Bas F., Cothran G. y Hinrichsen P. 2000. Manejo sustentable de la vicuña y el guanaco. En: *Actas del seminario internacional realizado en la Pontficia Universidad Católica de Chile*.
8. Sarno R.J., Franklin W.L., O'Brien S.J. y Johnson W.E. 2001. Patterns of mtDNA and microsatellite variation in an island and mainland population of guanacas in southern Chile. *Animal Conserveation* 4, 93-101.
9. Sarno R.J., Villalba L., Bonacic C., Gonzalez B., Zapata B., Mac Donald D.W., O'Brien S.J. y Jonson W.E. 2004. Phylogeography and subspecies assessment of vicuñas in Chile and Bolivia utilizing mtDNA and microsatellites markers: implications for vicuña conservation and management. *Conservation Genetics* 5, 89-102.
10. Wheeler J.C., Fernandez M., Rosadio R., Hoces D., Kadwell M. y Bruford M.W. 2001. Diversidad genética y manejo de poblaciones de vicuñas en el Perú. *RIVEP* 1 (Suppl.), 170-183.
11. Bustamante A.V., Maté L., Zambelli A. y Vidal-Rioja L. 2003. Isolation and characterization of 10 polymorphic dinucleotide microsatellite markers for llama and guanaco. *Molecular Ecology Notes* 3, 68-69.

12. Park S. 2001. MStools v 3 (Excel spreadsheet toolkit for data conversion) Smurfit Institute of Genetics, Trinity College, Dublin 2, Ireland.
13. Raymond M. y Rousset F. 1995. GENEPOP (v. 1.2): population genetics software for exact test and ecumenicism. *J. Heredity*, 86, 248- 249.
14. Raymond M. y Rousset F. 2000. GENEPOP version 3.2 a.
15. Rice J.A. 1995. *Mathematical statistics and Data analysis*. 2<sup>nd</sup> ed. Duxbury Press: Belmont, CA.
16. Marshall TC, Slate J, Kruuk LE y Pemberton JM. 1998. Statistical confidence for likelihood-based inference in natural populations. *Molecular Ecology* 7: 639-655.
17. Guo SW. y Thompson E.A. 1992. Performing the exact test of Hardy-Weinberg proportions for multiple alleles. *Biometrics* 48, 361-372.
18. Penedo M.C.T., Caetano A.R. y Cordova K.I. 1998. Microsatellite markers for South American camelids. *Animal Genetics*. 29, 411-412.
19. Penedo M.C.T., Caetano A.R. y Cordova K.I. 1999a. Eight Microsatellite markers for South American camelids. *Animal Genetics*. 30, 166-167.
20. Penedo M.C.T., Caetano A.R. y Cordova K.I. 1999b. Six Microsatellite markers for South American camelids. *Animal Genetics*. 30, 399.
21. Sasse J., Mariasegaram M., Babu R., Kinne J. y Wernery U. 2000. South American camelid microsatellite amplification in *Camelus dromedaries*. *Animal Genetics*. 31, 75-76.
22. Callen D.F., Thompson A.D., Shen Y., Phillips H.A., Richards R.I., Mulley J.C. y Sutherland G.R. 1993. Incidence and origin of "null" alleles in the (AC)<sub>n</sub> microsatellite markers. *American Journal of Human Genetics* 52, 922-27.
23. Franklin W. 1992. Biology, ecology and relationship to man of the South American Camelids. In: *Mammalian Biology of South America*. M.A. Mares and H. Genoways (Ed.) pp 457-489. The pyramating symposia in ecology, University of Pittsburgh, Linesville, Pennsylvania
24. Koorey D.J., Bishop G.A. y McCaughn G.W. 1993. Allele non-amplification: a source of confusion in linkage studies employing microsatellite polymorphisms. *Human Molecular Genetics* 2(3):289-291.
25. Pemberton J.M., Slate J., Bancroft D.R. y Barret J.A. 1995. Nonamplifying alleles at microsatellite loci: a caution for parentage and population studies. *Molecular Ecology* 4, 249-52.
26. Cañón J., Checa M.L., Carleos C., Vega- Pla J.L., Vallejos M. y Dunner S. 2000. The genetic structure of Spanish Celtic horse breeds inferred from microsatellite data. *Animal Genetics* 31, 39- 48.
27. Kantanen J., Olsaker I., Holm L.E., Lien S., Vilkki J., Brusgaard K., Eythorsdottir E., Danell B. y Adalsteinsson S. 2000. Genetics diversity and population structure of 20 North European cattle breeds. *Journal of Heredity* 91, 446- 457.
28. Cañón J., Alexandrino P., Bessa I., Carleos C., Carretero Y., Dunner S., Ferran N., García D., Jordana J., Laloe D., Pereira A., Sanchez A. y Moazami-Goudarzi K. 2001. Genetic diversity measures of local European beef cattle breeds for conservation purpose. *Genetic Selection and Evolution* 33, 311- 389.
29. Mateus J.C., Penedo M.C., Alves V.C., Ramos M. y Rangel-Figueiredo T. 2004. Genetic diversity and differentiation in Portuguese cattle breeds using microsatellites. *Animal genetics* 35, 106- 113.

## **DETERMINACION DE ESTÁNDARES ZOOMETRICOS PARA LA EVALUACIÓN GENÉTICA DE LLAMAS Q'ARA EN EL DEPARTAMENTO DE ORURO, BOLIVIA**

Cortez Ferrel Geraldine A.<sup>1</sup>, Gonzales Victor <sup>2</sup>, Guzmán Fernando<sup>1</sup>, Copa Santiago<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidad Católica Boliviana "San Pablo"; Unidad Académica Campesina Tiahuanaco Ingeniería Zootécnica.  
Instituto de Investigaciones y Post Grado

<sup>2</sup>Proyecto Ganadería Competitiva y Sostenible GCS responsable Zona 1 Tika Huta  
[inggcf@hotmail.com](mailto:inggcf@hotmail.com), [guzmanfes@yahoo.es](mailto:guzmanfes@yahoo.es), [copasanty@yahoo.es](mailto:copasanty@yahoo.es)

### **Resumen**

Se evaluaron 1703 llamas q'ara, machos y hembras de cuatro categorías dentarias seleccionadas en trece Ferias y concursos regionales de camélidos sudamericanos en el departamento de Oruro, Bolivia, con el objetivo de determinar estándares zoométricos para la evaluación genética utilizando el método NEALE modificado. Las medidas zoométricas evaluadas fueron peso vivo (PV), longitud del cuerpo (LC), altura de cruz (AC), perímetro

torácico (PT) y el valor genético variable (VGV). Los promedios obtenidos son: 98,66 kg (PV), 101,27 cm de (AC), 101,79 cm de (LC) y 113,24 cm de (PT). Las regiones con promedios superiores fueron: Choquecota con 115,59 kg de (PV), Choquecota con 106,34 cm (AC), Curahuara de Carangas con 110,65 cm (LC), y Turco con 117,48 cm (PT). El porcentaje de valores genéticos variable para todas las regiones fue de 3,13% para el valor S (excelente); 13,94% para el valor A (Muy bueno); 68,88% para el valor B (Bueno); 12,70% para el valor C (Regular) y 1,36 % para D (descarte). El estándar para la variable del valor genético fue superior en la región de Choquecota para llamas machos y hembras en la categoría dentaria D con >953 y >1044 respectivamente. El estándar por sexo para valores S, A, B C y D es superior en llamas hembras para (PV), (AC), (LC) y (PT). El estándar zoométrico de las regiones evaluadas por categoría dentaria en llamas q'ara es superior en la categoría dentaria D (Seis dientes) para los valores S, A, B, C y D.

Palabras clave: Feria, Medida zoométrica, Valor genético, Estándar

## Introducción

La población de llamas en Bolivia es 2.815.524 y 452.434 alpacas [3], En el departamento de Oruro existen 1.205.823 cabezas [2], constituyendo un potencial económico para familias productoras de esta especie que generan su ingreso con la venta de carne, charque fibra y otros subproductos. Con el objetivo de promover el desarrollo ganadero camélido como el potencial económico de Bolivia, desde la década 90, se realizaron ferias de exhibiciones regionales y departamentales de camélidos sudamericanos, otorgando premios en reconocimiento a los criadores. Esta actividad se intensificó durante los últimos años, siendo en el año 2005, que se realizaron Expo - Ferias y concursos regionales de camélidos sudamericanos en Oruro, incorporando medidas zoométricas en la evaluación, con el objetivo de obtener información de estándares zoométricos y valor genético, usando el método de la evaluación genética Neale.[1]

## Materiales y Métodos

Este trabajo ha sido realizado en el departamento de Oruro, Bolivia, en trece Expo-ferias y concursos regionales de camélidos sudamericanos, en las comunidades de: Cruce Ventilla, Turco, Totora, Curahuara de Carangas, Santiago de Andamarca, Bombo, Toledo, Sabaya, Huachacalla, Corque, Choquecota, Belén de Andamarca, y Huayllamarca. Para las medidas del zoométricas se usaron balanza de precisión de 250 kg, cinta métrica "camelímetro" de 180 cm.

El número de llamas q'ara evaluadas fue (n =1703), entre 984 hembras y 719 machos. Los factores de estudio fue: la Feria regional, sexo y categorías dentaria A. (dientes iniciales), B. (dos dientes), C. (cuatro dientes) y D. (boca llena). Las variables de la respuesta son las medidas zoométricas: peso de vivo (kg), altura de cruz (cm), longitud del cuerpo (cm), perímetro torácico (cm) y los valores genéticos variables: S (superior), A (muy bueno), B (bueno), C (regular) y D (descarte). Los datos tomados de estas medidas se procesaron y ordenaron para el cálculo de los coeficientes de corrección genética utilizando el método de NEALE, obteniendo el valor genético variable. Con la siguiente formula:

$$cc = (YPV/YLC + YPV/YPT + YPV/YAC)/3$$

$$VGV = PV * cc * 4 + LC + PT + AC$$

Se utilizó el diseño completamente al azar con arreglo factorial de tres factores.

$$Y_{ijk} = \mu + a_i + \beta_j + a\beta(i)j + \gamma_k + a\gamma_ik + \beta\gamma_jk + a\beta\gamma_{ijk} + e_{ijk}$$

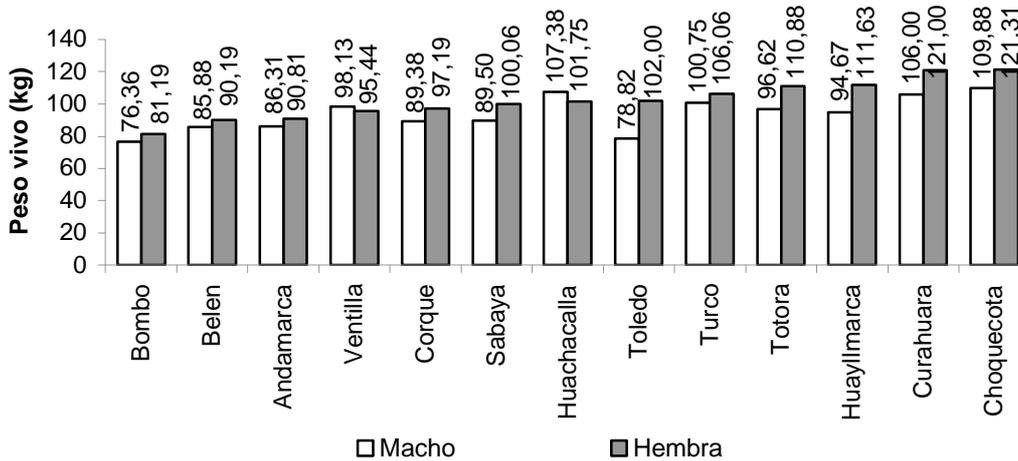
## Resultados y Discusiones

El peso vivo promedio encontrado en la Feria regional de Choquecota era 115,59 kg, y en Curahuara de Carangas 113,50 kg, fue estadísticamente superior al de Huachacalla, Totora, Huayllamarca y Turco, seguido de promedios inferiores en la feria de Bombo, con 79,22 kg, el peso vivo promedio general es de 98,66 kg.

Para el factor sexo el de peso vivo en llamas hembras es estadísticamente superior a llamas machos, con 102,27 kg a 94,74 kg respectivamente.

El gráfico 1, muestra el promedio de peso vivo en llamas hembras es superior a llamas machos en las Ferias Regionales de Curahuara de Carangas y Choquecota con 121 kg; 121,31 kg en llamas hembras y 106 kg; 109,88 kg en llamas machos respectivamente. Las llamas de Bombo tienen el peso vivo promedio inferior con 76,36 kg en machos y 81,19 kg en hembras.

Gráfico 1. Peso vivo (kg) de llamas q'ara para la interacción región y sexo



El peso vivo superior encontrado por región y categoría dentaria el siguiente gráfico muestra que para la categoría A se tiene un peso vivo de 98,88 kg en Choquecota, para la categoría B con 113,00 kg en Curahuara de Carangas, para la categoría C con 122,50 kg en Curahuara de Carangas, y para D con 137,25 kg en Choquecota. Estadísticamente se muestra que en la feria de Bombo ambas categorías son inferiores con 66,88; 80,88; 77,24; 92,57 kg para las categorías A, B, C y D respectivamente.

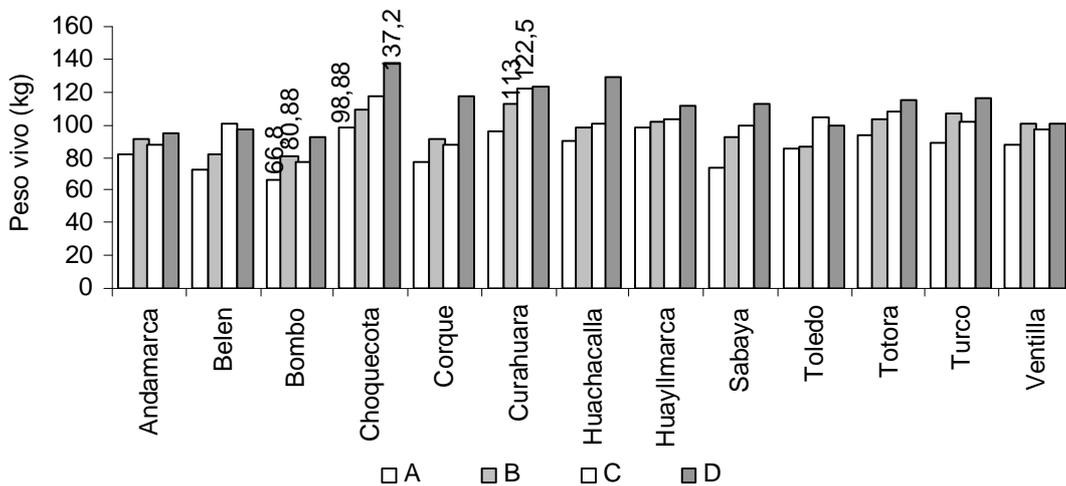


Gráfico 2: Peso vivo (kg) de llamas q'ara para la interacción región y categoría dentaria

Para la altura en el análisis de Varianza muestra valores altamente significativos respecto a la región, sexo, categoría dentaria y región por sexo, con un coeficiente de variación de 4,16% siendo los datos confiables teniendo así una altura de cruz media de 101,27 cm.

La altura de cruz promedio superior se registro en la feria de Choquecota, con 106,34 cm, seguido de Huachacalla con 105,65 cm, siendo inferior en la región de Bombo con 94,96 cm. La diferencia entre la región de

Choquecota y Bombo es de 11,38 cm (AC). Las llamas hembras resultaron tener mayor altura de cruz a diferencia de las llamas machos con una diferencia mínima de 0,62 cm.

Se obtuvo una altura de cruz, superior en llamas hembras de la región de Choquecota, seguido de llamas machos evaluados en Huachacalla siendo la región con menor medida Bombo en machos y Ventilla en hembras. (Gráfico 3)

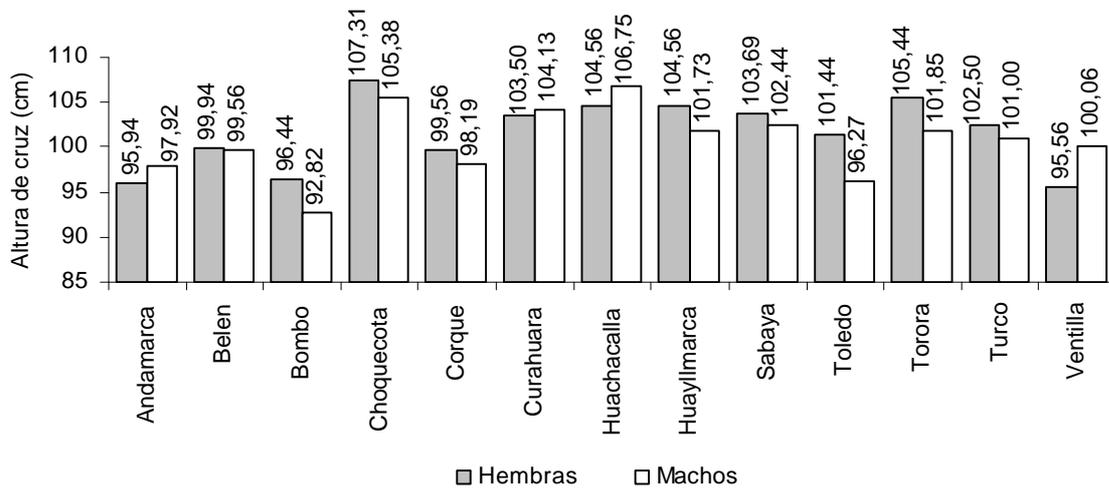


Gráfico 3: Altura de cruz (cm) de llamas q'ara para la interacción región y sexo

Respecto a la altura de Cruz por categoría de edad la categoría A se tiene un promedio de 104,38 cm (Choquecota), en B 106,13 cm (Curahuara de Carangas), con la categoría C 106,80 cm (Totora) y en la categoría D 110,50 cm (Huachacalla). (Gráfico 4)

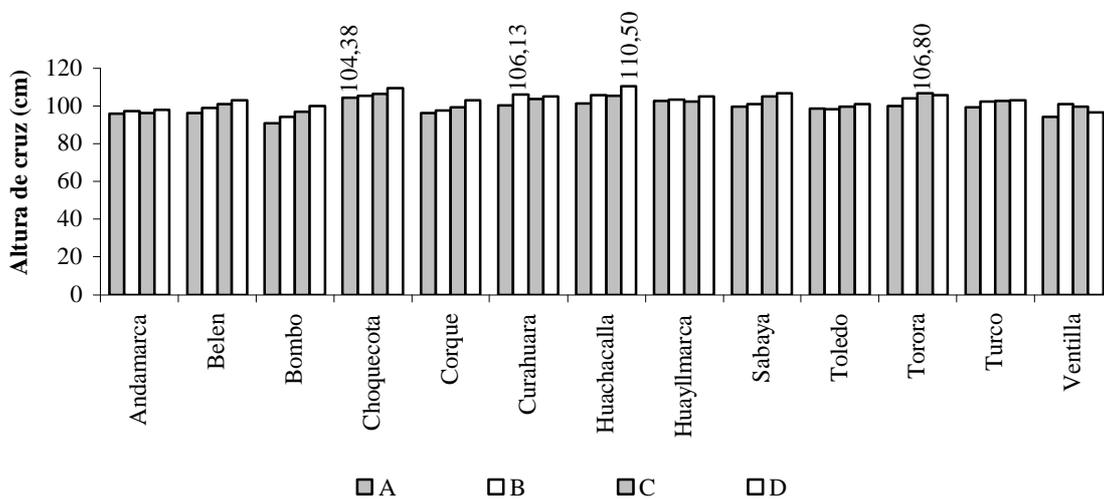


Gráfico 4: Altura de cruz (cm) de llamas q'ara para la interacción región y categoría dentaria

Se obtuvo un promedio de longitud de cuerpo de 101,79 cm. En el análisis de varianza, se obtuvieron valores altamente significativos para región, sexo, categoría, y la interacción región por categoría de edad, teniendo un coeficiente de variación confiable del 5,69%.

La feria regional de Curahuara de Carangas tiene mayor promedio en longitud de cuerpo con 110,65 cm, seguido de Totora con 108,24 cm, y en las ferias de Andamarca, Ventilla y Bombo con promedios de longitud de

cuerpo inferiores con diferencias de 13,79; 13,87 y 14,06 cm respectivamente. La longitud de cuerpo para e factor sexo muestra se obtuvo entre llamas machos y hembras una diferencia estadística de 1, 83 cm.

La categoría D es superior con 106,45 cm, a la categoría A, con una diferencia de 9,14 cm, y las categorías B y C son similares con un promedio de 0,6 cm.

De acuerdo al gráfico siguiente la longitud de cuerpo en la feria regional de Curahuara de Carangas es superior en llamas machos con 111,94 cm, y en hembras en la feria de Totorá con 110,00 cm, teniendo medidas menores en Ventilla en machos con 95,44 cm y hembras con 98,13 cm.

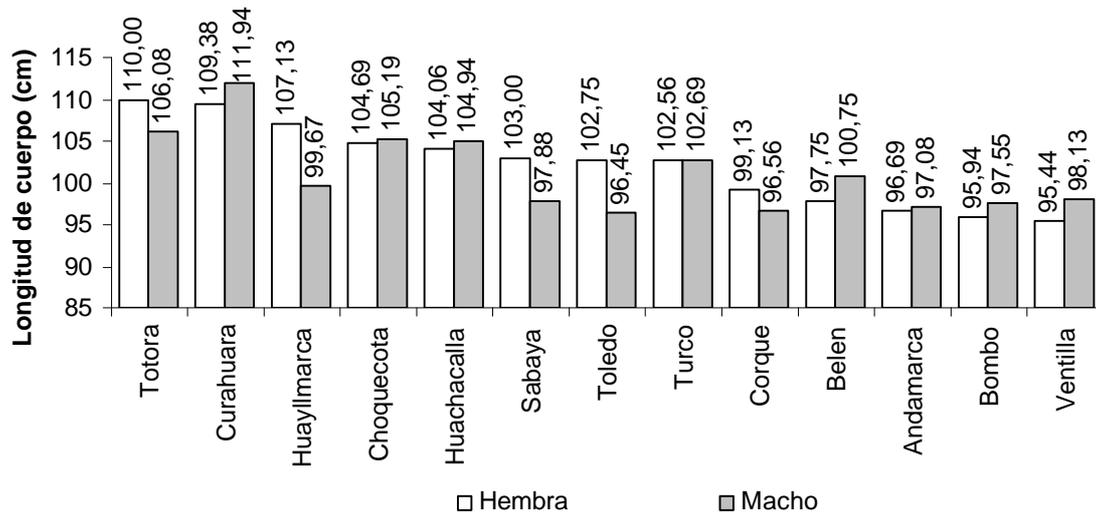


Gráfico 5: Longitud de cuerpo (cm) de llamas q'ara para la interacción región y sexo

Respecto a la longitud de cuerpo por región y categoría dentaria los promedios en la categoría A, B, C en Curahuara de Carangas fueron superiores a las demás ferias con 107,75 cm, 111,25 cm, 115,00 cm respectivamente, en llamas de la categoría D se tiene un promedio de 113,00 cm en la región de Choquecota. Los valores inferiores se encontraron en Corque con las categorías A, B, y C y en la categoría D Ventilla.

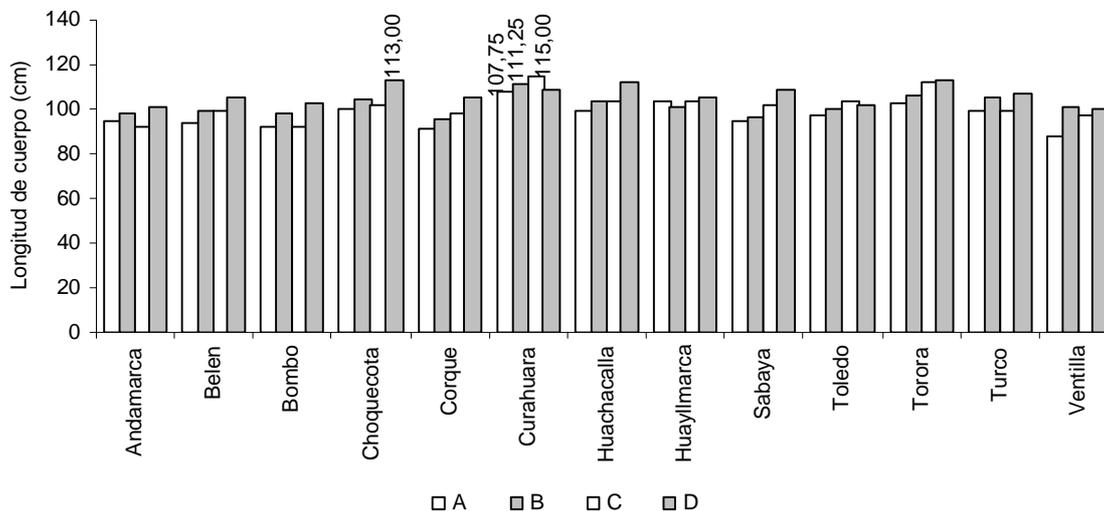


Gráfico 5: Longitud de cuerpo (cm) de llamas q'ara para la interacción región y categoría dentaria

El análisis de varianza, de Perímetro torácico presenta una alta significancia, menos para la interacción región, sexo y categoría de edad siendo estos últimos no significativos, teniendo un coeficiente de variación confiable de 5,63%, la media general para esta variable es de 113,24 cm. El perímetro torácico superior se encuentra en la feria regional de Totorá, Turco, Sabaya, Choquecota, Curahuara de Carangas y Huachacalla, y Huayllamarca tendiendo una diferencia mínima de 4,59 cm, a partir de Ventilla siendo encontrados los menores valores en la

región de Bombo con una diferencia de 11,04 cm. Para el factor sexo, las llamas hembras son de mayor perímetro torácico que las llamas machos por una diferencia de 5,29 cm.

Respecto a el perímetro torácico en machos de la región de Huachacalla y Turco fueron superiores con una medida de 116,38 cm, y en hembras de Curahuara de Carangas con 121,13 cm, seguido de Titora con 120,50 cm.

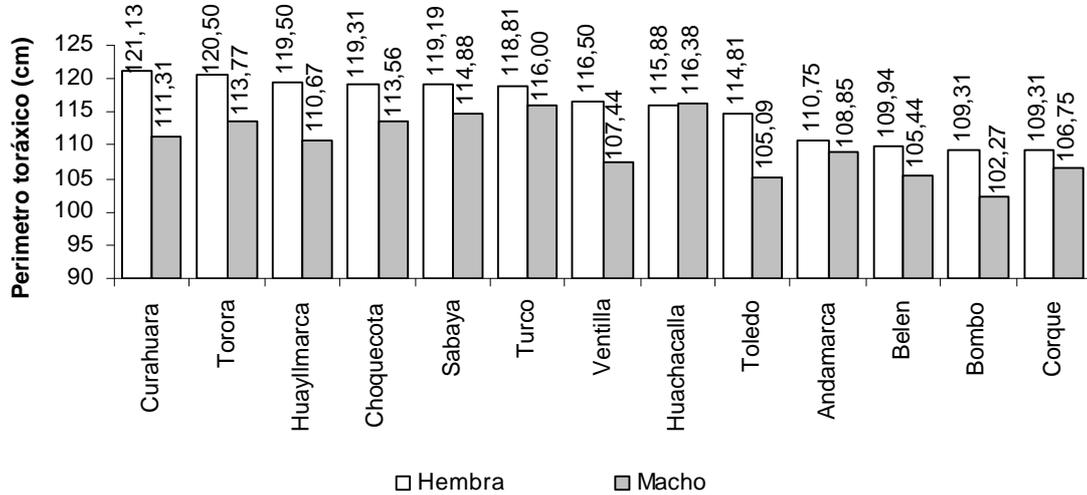


Grafico 6: Perímetro torácico (cm) de llamas q'ara para la interacción región y sexo

El siguiente gráfico muestra que los promedios en la categoría A fue de 112,00 cm en Huayllamarca seguido de Turco con 111,88 cm, para la categoría B una medida de 120,00 cm en Curahuara de Carangas, para la categoría C en Turco con 123,38 cm, y en llamas de la categoría D un promedio de 126,13 cm en la región de Coquecota.

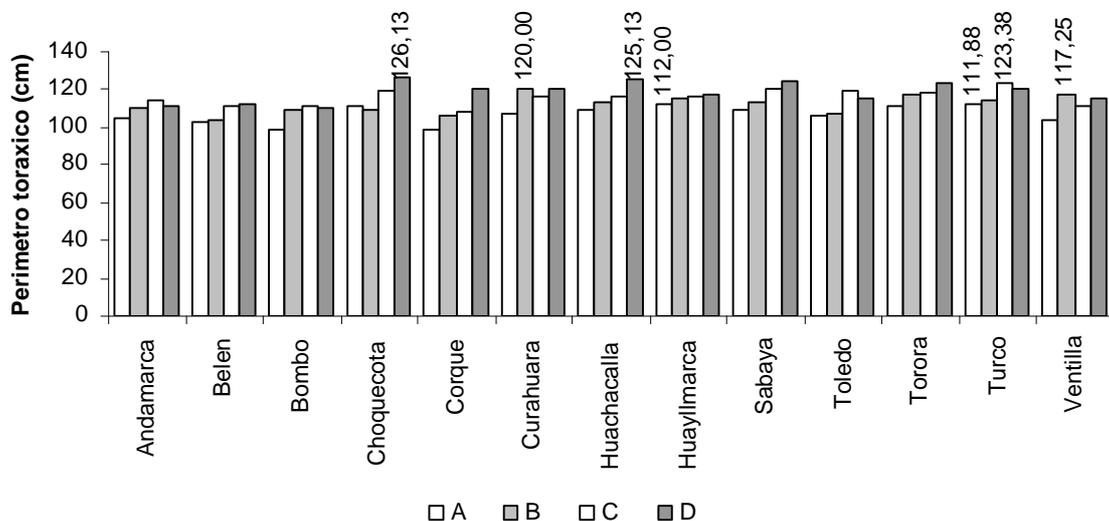


Grafico 6: Perímetro torácico (cm) de llamas q'ara para la interacción región y sexo

En el trabajo de investigación se obtuvieron los siguientes estándares seleccionados:

- ? El estándar zoométrico de las regiones evaluadas en llamas excelentes "S" se encontró para el (PV) 67 > 142 kg; (AC) 96 > 123 cm; (LC) 94 > 130 cm y (PT) 99 > 143 cm.
- ? Para llamas con categoría A (Muy buenas), para el (PV) 75 > 142 kg, para (AC) 93 > 121cm, para (LC) de 86 > 123 cm y para el (PT) de 102 > 136 cm.
- ? Para llamas estandarizadas B (Buenas) se encontró para (PV) de 47 > 137 kg, para (AC) de 81 > 112 cm, para (LC) de 74 > 115 cm y para (PT) de 86 > 129 cm.

- ? Para llamas estandarizadas C (Regular), se muestran que para el (PV)  $38 > 98$  kg, para (AC) de  $81 > 102$  cm, para (LC) de  $63 > 110$  cm y para el (PT) de  $80 > 117$ cm.
- ? Para llamas estandarizadas dentro el rango D (Descarte), se encontró menor número de animales para este valor teniendo para el (PV)  $<34$  kg, para (AC)  $<75$  cm, para (LC)  $<72$  cm y para (PT)  $<79$  cm.

El siguiente cuadro muestra las regiones que obtuvieron estándares superiores e inferiores para el factor sexo y categoría dentaria, los resultados obtenidos indican que la región de Choquecota cuenta con un valor superior de  $>1044$ , para la categoría D en llamas hembras, por ello esta región presenta llamas q'ara con excelentes características para la producción. (Cuadro 1)

Cuadro 1. Estándar zoométrico encontrado para la variable Valor genético variable (VGV) entre los factores región, sexo y categoría dentaria

Categoría Genética	Región	Sexo	Categoría Dentaria	VGV
D	Sabaya	M	A	$<325$
S	Ventilla			$>476$
D	Corque		B	$<422$
S	Huayllamarca			$>762$
D	Corque		C	$<423$
S	Choquecota			$>794$
D	Belén		D	$<443$
S	Choquecota			$>953$
S	Sabaya	H	A	$<341$
S	Huayllamarca			$>728$
D	Andamarca		B	$<435$
S	Totora			$>810$
D	Andamarca		C	$<420$
S	Turco			$>850$
D	Corque		D	$<440$
S	Choquecota			$>1044$

Las regiones de Huachacalla, Toledo, Curahuara de carangas y Bombo, que no están descritas en el anterior cuadro, presentan valores estándar dentro de las categorías de valor VGV A, B y C.

Las llamas hembras para el valor S, A, B, C y D son superiores en peso vivo, altura de cruz y perímetro torácico, en machos es superior en peso vivo y longitud de cuerpo para el valor A y B respectivamente. (Cuadro 2)

Cuadro 2. Estándar zoométrico de selección para el VGV por sexo

SEXO	VALOR	PV	AC	LC	PT
H	S	$>167$	$>126$	$>129$	$>143$
M	S	$>123$	$>115$	$>130$	$>133$
H	A	$76 > 128$	$95 > 121$	$90 > 115$	$103 > 136$
M	A	$82 > 120$	$95 > 117$	$86 > 120$	$102 > 132$
H	B	$55 > 137$	$85 > 110$	$83 > 115$	$90 > 129$
M	B	$48 > 147$	$81 > 112$	$74 > 119$	$85 > 131$
H	C	$45 > 95$	$81 > 100$	$70 > 103$	$81 > 117$
M	C	$38 > 99$	$79 > 104$	$67 > 110$	$80 > 117$
H	D	$<60$	$<86$	$<88$	$<97$
M	D	$<34$	$<80$	$<62$	$<79$

## Conclusiones

Para el peso vivo el promedio superior para llamas q'ara, se encuentran la feria de Choquecota con un promedio de 113,50 kg. Las llamas hembras resultaron tener el peso vivo superior que las llamas machos con 102,27 kg y 94,74 kg respectivamente. Los animales adultos alcanzan un peso vivo promedio superior con 137,25 kg.

Los altura de cruz encontrado es superior en Huachacalla con 105,65 cm. y Choquecota con 106,34 cm. Para llamas hembras es superior con una diferencia de 0,62 centímetro

Para la longitud de cuerpo se el promedio general fue 101,79 cm., el promedio superior grande se encontró en Curahura de Carangas. La longitud del cuerpo de las llamas hembras con una diferencia de 0,84 cm.

El promedio general del perímetro torácico era 113,24 cm., las llamas hembras tienen un perímetro torácico superior con una diferencia de 5,29 cm.

Los estándares zoométricos encontrados indican que sobresalieron las Ferias regionales de Choquecota, Curahuara, Turco, Totorá, Huachacalla, Huayllamarca, siendo que en el resto de las ferias regionales los animales participantes tenían medidas zoométricas de menor valor, por lo que no alcanzaron a llegar al valor Excelente.

Todos los resultados descritos anteriormente demuestran que para el departamento de Oruro en programas de mejoramiento genético las llamas del tipo q'ara seleccionadas con este método deberían contar con estos promedios estandarizados dentro del rango de los valores genéticos variables de S, A, B, C y D

Así este trabajo con la determinación de estándares de selección se puede llegar a mejorar el ganado de Llamas tipo Q'ara en el Departamento de Oruro, ya que se tienen así valores que bien pueden superarse por el productor de esta especie.

### **Bibliografía**

1. Gonzales, V. 2005. Manual de juzgamiento y calificación de ganado camélido. Universidad Católica Boliviana, Unidad Académica Campesina Tiahuanaco pp 6-10
2. UNEPCA 1999 Origen e importancia de los camélidos. Edic. Camélidos en cifras. Fondo de desarrollo Campesino (FDC). Fondo Internacional de desarrollo Agrícola (FIDA). Corporación Andina de Fomento CAF. La paz, Bolivia.
3. UNEPCA 2000. Sector económico de los camélidos en Bolivia. La paz, Bolivia

### **PATRONES DE DIVERSIDAD NUCLEAR Y MITOCONDRIAL EN GUANACOS DE LA PATAGONIA ARGENTINA**

Maté M.L.<sup>1</sup>, Bustamante A.<sup>1</sup>, Zambelli A.<sup>2</sup> y Vidal-Rioja L.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto Multidisciplinario de Biología Celular (IMBICE), CC 403, 1900 La Plata, Argentina

<sup>2</sup>Advanta Semillas, Ruta 226 Km 60.5, 7620 Balcarce, Argentina.

[lauramate@infovia.com.ar](mailto:lauramate@infovia.com.ar)

### **Abstract**

Genotype data from 14 microsatellite DNA and sequences from Control Region mitochondrial DNA were used to assess the genetic diversity of four guanaco populations from Argentine Patagonia. These animals were recently captured in the wild and maintained in semi-captivity for fiber production. Considerable nuclear genetic diversity in these populations was suggested by the finding of a total of 162 alleles, an average mean number of alleles per locus ranging from 6.50 to 8.19, and  $H_e$  values ranging from 0.66 to 0.74. Thirty-nine out of 56 loci/population combinations were in Hardy-Weinberg disequilibrium due to guanaco heterozygote deficiency, which may be explained by population subdivision. Contrasting with nuclear DNA, mitochondrial DNA variability resulted very low, since only three mitochondrial haplotypes among all the analyzed animals were found. The haplotype and nucleotide diversity ranged between 0.083-0.383 and 0.001-0.005, respectively.

We concluded that numerical bottlenecks experienced by camelids during and after European colonization, affected the mitochondrial genome higher than to the nuclear genome. This unexpected result found in the guanaco population here analyzed, can be explained by the differences in their effective size.

Key words: 1) Microsatellites, 2) Region Control, 3) ADN mitocondrial, 4) Diversity, 5) Genetics

## Introducción

La familia *Camelidae* en Sudamérica está compuesta por las especies silvestres *Lama guanicoe* y *Vicugna vicugna*, y las domésticas *Lama glama* y *Lama pacos*.

La explotación racional de los Camélidos Sudamericanos (CS) por las culturas precolombinas, quedó demostrada en su utilización como principal recurso nutritivo proteico, de piel y lana para el vestido, de cuero para la confección de mantas y otras artesanías, de medio de locomoción y carga, de fuente de energía y medicinas, y de objeto destinado al culto. [1]. Se estima que antes de la colonización española las poblaciones de guanaco alcanzaban entre 30 y 50 millones de cabezas [2], pero después de ese acontecimiento el número de guanacos y demás CS disminuyó drásticamente como consecuencia de la acción humana. En la actualidad, la población de guanacos en todo el rango de distribución se estima en unos 600.000 animales, con aproximadamente 75% ubicado en la Patagonia argentina [3].

La depreciación de la lana ovina en el mercado internacional y la creciente valorización de la fibra de guanaco, considerada “fibra preciosa” por los mercados europeos, impulsó a varios grupos de productores patagónicos tradicionalmente dedicados a la explotación ovina, a la cría de guanacos en semicautiverio. Los animales silvestres que forman los grupos fundadores de estas unidades de cría son capturados en la naturaleza utilizando como único criterio de selección la morfología y su fenotipo joven. Sin embargo, el conocimiento de la composición genética y particularmente de su variabilidad genética, es un tema muy importante cuando se intenta realizar el aprovechamiento sustentable de una especie [4].

La genética de poblaciones predice que dentro de una especie, los individuos o poblaciones con mayor diversidad genética representan los mejores recursos para iniciar o repoblar colonias de conservación y o utilización sustentable. En consecuencia, el registro de la variabilidad genética y la medida de la distancia genética entre y dentro de distintas poblaciones constituyen datos relevantes para la creación de reservorios genéticos que aseguren mayor flexibilidad y adaptabilidad de las especies a la interacción con los humanos, posean mejor capacidad de recuperación y provean mejores rendimientos [5].

El presente trabajo analiza la diversidad genética tanto nuclear como mitocondrial de los animales fundadores de 4 unidades de manejo patagónicas. Utilizamos para ello 14 marcadores de ADN microsatélite específicos de camélidos sudamericanos aislados y caracterizados en nuestro laboratorio [6], y el fragmento hipervariable de la Región Control del ADN mitocondrial [7]. El análisis conjunto de ambos marcadores constituye un método de investigación altamente informativo dado que combina el alto polimorfismo, la velocidad de mutación y la resolución, en pequeña escala, de procesos demográficos de los microsatélites con la identificación de linajes mitocondriales los cuales se utilizan a menudo en análisis de eventos filogeográficos ocurridos mucho tiempo atrás [8].

## Materiales y Métodos

Los animales analizados en este trabajo constituyen los grupos fundadores de cuatro unidades de cría sustentable recientemente establecidos en la Patagonia argentina. Las muestras de sangre de 133 animales se obtuvieron en las siguientes localidades: Pilcaniyeu (PIL, n=29, Río Negro), La Esperanza (LE, n=26, Río Negro), Río Mayo (RM, n=48, Chubut), y Las Heras (LH, n=30, Santa Cruz) (Figura 1). Se aisló el ADN genómico desde las muestras de sangre como se describe en Bustamante *et al* [9].

### *Análisis de microsatélites*

Los microsatélites utilizados para analizar la diversidad genética nuclear fueron *LAB1*, *LAB3*, *LAB6*, *LAB7*, *LAB13*, *GLM2*, *GLM4*, *GLM5*, *GLM6* y *GLM7* [6] y *LAB14*, *LAB15*, *LAB16* y *LAB17* (números de accesos GenBank: AY661538-AY661541).

Las condiciones de amplificación por PCR de cada loci microsatélite se encuentran descriptas en Maté *et al.* [10]. Los productos de amplificación se separaron en geles de poliacrilamida desnaturalizante al 6% y las bandas se detectaron por tinción con  $\text{NO}_3\text{Ag}$ . Los tamaños alélicos se estimaron utilizando como marcador de pesos moleculares una reacción de secuenciación de pUC18.

La diversidad genética nuclear se determinó a través de los parámetros Heterocigosidad Esperada y Observada promedio ( $H_e$ ,  $H_o$ ), y número medio de alelos por locus (NMA) utilizando el programa MStools v.3 [11]. Las pruebas de Equilibrio de Hardy-Weinberg (EHW) se realizaron por el método de cadena de Markov implementado en el programa Genepop v 3.2 [12].

### Análisis de la Región Control del ADN mitocondrial

Los CS presentan en la Región Control mitocondrial un fragmento de 337 pb que concentra el mayor número de sitios polimórficos de toda la región [7]. Dicho segmento mitocondrial se amplificó mediante PCR con los cebadores (primers) Fw 5'-TACAATACGACTGTGTTGCC-3' y Rv 5'-TGAATATCATTTACCCGCAT-3'. Las condiciones de amplificación utilizadas son las descritas en Maté *et al.* [13]. La determinación de los haplotipos mitocondriales se realizó mediante la técnica de PCR-SSCP; como referencia se utilizaron fragmentos hipervariables clonados de camélidos cuyos patrones de corrida se corresponden con haplotipos mitocondriales previamente determinados por secuenciación. En los casos dudosos los haplotipos se determinaron por secuenciación automática de ambas hebras del producto amplificado utilizando el kit Big Dye Terminator v3.1 Cycle (Applied Biosystems, Foster City, CA, USA). Las reacciones de secuenciación se analizaron con un ABI Prism 3730 (Applied Biosystems). En este caso la diversidad mitocondrial se estimó calculando los parámetros Diversidad Haplotípica y Nucleotídica mediante el programa Arlequín v.1.1 [14].

## Resultados

### Diversidad nuclear:

En las 4 unidades de cría de guanacos estudiadas, los 14 marcadores microsatélite analizados fueron polimórficos. La Tabla 1 muestra los parámetros de diversidad genética nuclear obtenidos. En 133 animales analizados observamos 162 alelos diferentes. El número total de alelos por locus (NMA) tuvo un valor mínimo de 2 para el marcador *GLM7* en la población de La Esperanza y un máximo de 15 alelos para el marcador *LAB13* en la población de Río Mayo. Los valores de Heterocigosidad Esperada ( $H_e$ ) variaron entre 0,28 (*GLM7* en La Esperanza) y 0,92 (*LAB13* en Las Heras).

Tabla 1: Parámetros de diversidad genética en las 4 poblaciones de guanacos tipificadas con 14 marcadores microsatélite

Población	Tamaño muestra	$H_e$	$H_o$	NMA	NMA*
PIL	29	0,7061	0,5534	7,79	-
RM	48	0,7404	0,5373	9,00	8,19
LH	30	0,6934	0,4167	7,07	-
LE	26	0,6575	0,4114	6,50	-
Promedio		0,6990	0,4797	7,59	7,39

PIL = Pilcaniyeu, RM = Río Mayo, LH = Las Heras, LE = La Esperanza

$H_e$  = heterocigosidad esperada media

$H_o$  = heterocigosidad observada media

NMA\* = número medio de alelos por locus corregido para un re-muestreo de 26 individuos

La población de Río Mayo posee el mayor valor de NMA ( $NMA^* = 8,19$ ) mientras que el menor valor, igual a 6,5, corresponde a la Esperanza. Esta última población exhibe, además, los valores mínimos de  $H_o$  y  $H_e$ , en tanto que Río Mayo y Pilcaniyeu poseen los mayores valores de  $H_e$  y  $H_o$ , respectivamente.

Para evaluar posibles desvíos del equilibrio predicho por Hardy-Weinberg realizamos 56 pruebas exactas de las cuales 39 mostraron desvíos significativos del ehw. Las hipótesis alternativas de desequilibrio por deficiencia o exceso de homocigotas mostraron desequilibrio por exceso de homocigotas en todos los loci excepto el locus *lab1* en la población Pilcaniyeu. En concordancia con estos datos, la prueba global para todos los loci en todas las muestras mostró desvío del equilibrio en todas las poblaciones ( $p < 0,01$ ).

### Diversidad mitocondrial: fragmento hipervariable de la Región Control

El análisis de diversidad genética de 119 animales con los marcadores microsatélite se complementó con el análisis de la variabilidad existente en la Región Control mitocondrial. Para ello amplificamos, en cada animal, el fragmento hipervariable de 350 pb y analizamos los diferentes patrones de SSCP observados en las electroforesis en poliacrilamida nativa al 10%. La separación electroforética de los productos de amplificación en agarosa al 2% reveló que en todos los animales analizados el fragmento hipervariable posee una longitud de 350 pb.

La Figura 2 muestra en las primeras 5 calles algunos patrones electroforéticos de diferentes haplotipos mitocondriales previamente reportados en las cuatro especies de camélidos sudamericanos, y 2 patrones correspondientes a la amplificación de animales analizados en este trabajo. El análisis demostró la existencia de 32 animales de distintas poblaciones con más de 1 haplotipo mitocondrial, como se muestra en las calles 8 y 9 de la Figura 2, constituyendo lo que comúnmente se conoce con el nombre de heteroplasmia. Para el cálculo de los parámetros de diversidad poblacional a estos animales se les adjudicó aquel haplotipo que incrementa el número de haplotipos presentes en la población (Tabla 2).

Figura 1: Localización de las áreas de muestreo de guanacos

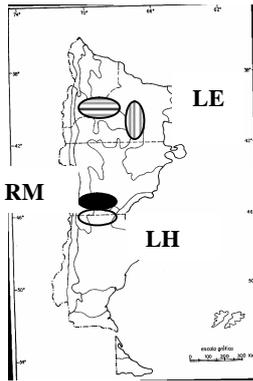
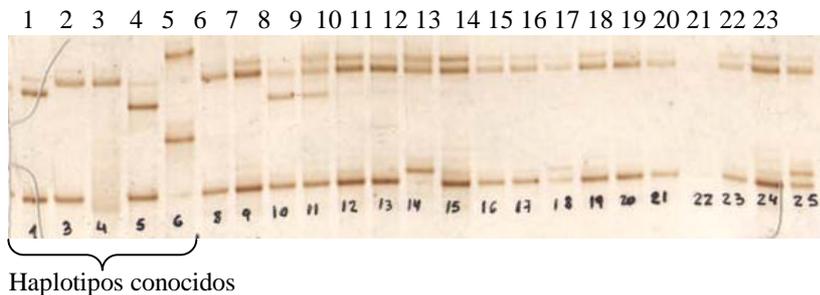


Figura 2: patrones de SSCP con heteroplasmia en 8 y 9



Haplotipos conocidos

La tabla 2 resume los haplotipos encontrados en los guanacos patagónicos analizados.

Tabla 2: Distribución de haplotipos mitocondriales en guanacos patagónicos

Población	Haplotipos							
	H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8
Pilcaniyeu	2	-	26	-	-	-	-	-
Río Mayo	30	-	7	-	2	-	-	-
Las Heras	-	-	23	-	5	-	-	-
La Esperanza	1	-	23	-	-	-	-	-
Total	33	0	79	0	7	0	0	0

PIL = Pilcaniyeu, RM = Río Mayo, LH = Las Heras, LE = La Esperanza

Considerando las 4 unidades de cría en conjunto encontramos entre 2 y 3 haplotipos mitocondriales, y de 3 a 7 sitios polimórficos que diferencian esos haplotipos. Los valores de Diversidad Haplotípica y Nucleotídica fueron mínimos en la Población de La Esperanza ( $0,083 \pm 0,075$ ;  $0,001 \pm 0,001$ ) y máximos en Río Mayo ( $0,383 \pm 0,084$ ;  $0,005 \pm 0,003$ ), respectivamente (Tabla 3).

Tabla 3: Diversidad mitocondrial en guanacos de la Patagonia argentina

Población	N	Nº de haplotipos	Sitios polimórficos	Diversidad Haplotípica	Diversidad Nucleotídica
Pilcaniyeu	28	2	4	0,138 ± 0,084	0,002 ± 0,002
Río Mayo	39	3	7	0,383 ± 0,084	0,005 ± 0,003
Las Heras	28	2	3	0,304 ± 0,094	0,003 ± 0,002
La Esperanza	24	2	4	0,083 ± 0,075	0,001 ± 0,001

## Discusión

El análisis realizado con los 14 marcadores de ADN microsatélite muestra que todos los loci son polimórficos en las 4 poblaciones, señalando una alta variabilidad genética nuclear en los guanacos patagónicos, medida en términos de Heterocigosidad Esperada y Observada promedio y Número Medio de Alelos por Locus. Este nivel de variabilidad es comparable al observado por Sarno y colaboradores en poblaciones de guanacos de Chile localizados en la zona del Paine y en vicuñas bolivianas y chilenas de la subespecie *mensalis* [15, 16]. Asimismo, la variabilidad genética nuclear de los guanacos aquí analizados es mayor que la encontrada en poblaciones de vicuñas bolivianas de la subespecie *vicugna* [16].

Una observación destacable de este trabajo es el alto número de loci fuera del equilibrio de Hardy-Weinberg por exceso de homocigotos. Como posibles causas podemos mencionar: 1) subdivisión poblacional (Efecto Wahlund), 2) consanguinidad, 3) selección contra heterocigotos y 4) alelos nulos [17]. Descartamos la consanguinidad entre individuos de igual genotipo por tratarse de poblaciones naturales en las que la selección natural establece las condiciones adecuadas para el éxito reproductivo y la sobrevivencia de la especie. La tipificación de los animales con *primers* rediseñados para amplificar los loci con exceso de homocigotos nos permitió descartar la presencia de alelos nulos, dado que obtuvimos genotipos que coincidieron en todos los casos con los previamente observados.

Debido al carácter poligínico (harenes de un macho con varias hembras) de los grupos familiares, característico de la organización social del guanaco [18], las poblaciones silvestres de guanacos podrían ser consideradas subpoblaciones constituidas por distintos grupos de familias. Teniendo en cuenta que el núcleo fundador de las unidades de manejo aquí analizadas se formó con animales jóvenes provenientes de estos grupos, consideramos que el desequilibrio de Hardy-Weinberg encontrado a través de la mayoría de los loci con exceso de homocigotos es una consecuencia de esta subdivisión poblacional [19].

La diversidad haplotípica en los guanacos de la Patagonia varía entre  $8,3 \pm 7,5$  % y  $38,3 \pm 8,4$  %. Estos valores de diversidad son comparables a los encontrados por Sarno *et al.* [16] en *Vicuña vicugna mensalis*. Los valores de diversidad nucleotídica de los guanacos varían entre  $0,1 \pm 0,1$  % y  $0,5 \pm 0,3$  %, y se asemejan a los valores exhibidos por la subespecie *mensalis* de vicuña [16] y elefantes de la India [20]. El presente trabajo constituye el primer estudio genético donde se combinan marcadores de herencia biparental como los microsatélites y uniparental como el ADN mitocondrial, para analizar poblaciones de guanacos de la Patagonia argentina. Los resultados muestran discrepancias entre ambos tipos de marcadores. Diferencias entre velocidades de mutación, modelos de herencia y tamaños poblacionales efectivos entre estos marcadores son las principales causas de estas discrepancias [21], que ya han sido reportadas en elefantes africanos [22], elefantes asiáticos [20] y ciervos de los Cárpatos [8]. Los animales analizados presentan una baja diversidad genética mitocondrial con solo tres haplotipos. Esta baja diversidad genética se contrapone con los altos niveles de variabilidad genética nuclear observada. Esta aparente contradicción en la variabilidad de ambos genomas sugiere un mecanismo de cuello de botella reciente. Debido a que el tamaño poblacional efectivo del genoma mitocondrial es solo el 25 % del genoma nuclear, un cuello de botella reciente podría haber reducido fácilmente la variabilidad mitocondrial sin afectar apreciablemente el genoma nuclear [22]. Como dijimos previamente, existe evidencia de la drástica reducción numérica sufrida por los guanacos y demás camélidos durante y después de la colonización española [3]. Mientras que la falta de haplotipos mitocondriales intermedios entre los aquí encontrados nos sugerirían que los mismos podrían haberse perdido durante los acontecimientos de la colonización, la alta variabilidad existente a nivel de los loci microsatélite convierte a estos segmentos de ADN en una herramienta que tiende a minimizar la pérdida de variabilidad genética

durante un cuello de botella, de manera que ésta sólo se podría apreciar en caso de contar con restos de animales anteriores al mismo. Asimismo, no descartamos que el número de animales analizados en este trabajo sea poco representativo del total de los 450.000 animales que se estima habitan la Patagonia argentina [3] y la baja diversidad mitocondrial observada se deba a un tamaño muestral insuficiente. Trabajos en marcha intentan probar esta última hipótesis y verificar la presencia de otros haplotipos particularmente aquellos intermedios entre los aquí descritos.

Un objetivo final de nuestro trabajo es transferir nuestros resultados a los responsables de los proyectos de explotación racional de guanacos y contribuir a los planes de manejo sustentable de esta especie en la Patagonia.

### Agradecimientos

Los autores agradecen a los Drs. Julieta von Thungen de INTA-Bariloche y Daniel Delamo del CENPAT de Chubut por la provisión de las muestras guanacos utilizadas en este trabajo; a la Tec. Miriam Silbestro por su apoyo técnico; al Dr. J. P. Lirón por facilitarnos el algoritmo matemático utilizado para el remuestreo de animales, y a los Drs. G. Giovambattista y S. Díaz del CIGIBA de la UNLP, por el entrenamiento de L. M., en la técnica de PCR-SSCP. Este trabajo fue subsidiado por ANPCyT, CONICET, CICPBA, e INTA de argentina.

### Bibliografía

1. Mengoni G. 1995. Importancia socio-económica del guanaco en el período precolombino. En: Técnicas para el manejo del guanaco. Puig S. (ed.) UICN, Gland, Switzerland.
2. Raedeke K. 1979. Population dynamics and Socioecology of the Guanaco (*Lama guanicoe*) of Magallanes, Chile. Ann Arbor, University Microfilms International.
3. Amaya J., J. Von Thüngen Y D. De Lamo. 2001. Densidad De Guanacos (*Lama Guanicoe*) En La Patagonia. Inta Comunicación Técnica N° 9, 13 Pág.
4. De Lamo D. 1997. Estado actual y perspectivas sobre el uso sustentable de poblaciones de Camélidos Silvestres. Guanaco (*Lama guanicoe*). 37- 44. Actas del 2do. Seminario Internacional de Camélidos Sudamericanos.
5. Hammond K. 1994. Proc. Of The 5th. Congress On Genetics Applied To Livestock Production 21: 423-439.
6. Bustamante A., M.L Maté, A. Zambelli Y L. Vidal-Rioja. 2003. Isolation And Characterization Of 10 Polymorphic Dinucleotide Microsatellite Markers For Llama And Guanaco. Molecular Ecology Notes, 3: 68-69.
7. Maté M.L, F. Di Rocco, A. Zambelli Y L. Vidal-Rioja. 2004. Mitochondrial Dna Structure And Organization Of The Control Region Of South American Camelids. Molecular Ecology Notes, 4: 765-767.
8. Feulner P., W. Bielfeldt, F. Zachos, J. Bradvarovic, I. Eckert y G. Hartl. 2004. Mitochondrial DNA and microsatellite analyses of the genetic status of the presumed subspecies *Cervus elaphus montanus* (Carpathian red deer). Heredity, 93:299-306.
9. Bustamante A., A. Zambelli Y L. Vidal-Rioja L. 1999. Analysis Of Genetic Variation In Llam (*Lama Glama*) By Rapd Markers. Journal Of Camel Practice And Research, 6: 271-3.
10. Maté M.L, A. Bustamante, G. Giovambattista, D. De Lamo, J. von Th?ngen, A. Zambelli y L. Vidal-Rioja 2005. Genetic diversity and differentiation of guanaco populations from Argentina inferred from microsatellite data. Animal Genetics, 36: 316-321.
11. Park S. 2001. MStools v 3 (Excel spreadsheet toolkit for data conversion) Smurfit Institute of Genetics, Trinity College, Dublin 2, Ireland.
12. Raymond M. Y F. Rousset. 2000. Genepop Versión 3.2a: An Updated Versión Of Genepop (Versión 1.2); (Originally Published As) Population Genetic Software For Exact Tests And Ecumenism. Journal Of Heredity, 86: 248-249.
13. Maté ML, F. Di Rocco, A. Zambelli y L. Vidal-Rioja. 2006. Mitochondrial heteroplasmy in Control Region mtDNA of South American Camelids. Small Ruminant Research. En prensa.
14. Schneider S., J.M. Kueffer, D. Roessli y L. Excoffier. 1997. Arlequin ver. 1.1: a software for population genetic data analysis. Geneva, University of Geneva.
15. Sarno R., W. Franklin, S. O'Brien y W. Johnson. 2001. Patterns of mtDNA and microsatellite variation in an island and mainland population of guanacos in southern Chile. Animal Conservation, 4: 93-101.
16. Sarno R., L. Villalba, C. Bonacic, B. Gonzalez, B. Zapata, D. Mac Donald, S. O'Brien y W. Johnson. 2004. Phylogeography and subspecies assessment of vicuñas in Chile and Bolivia utilizing mtDNA and microsatellite markers: implications for vicuña conservation and management. Conservation Genetics, 5: 89-102.

17. Cavalli-Sforza L. y Bodmer W. (1981). *The Genetics of Human Populations*. Ed. W. Freeman, San Francisco.
18. Puig S. y Videla F. 1995. Comportamiento y organización social del guanaco. In: *Técnicas para el manejo del guanaco*, Puig S. (ed.). UICN, Gland, Switzerland.
19. Wahlund S. 1928. Zusammensetzung von Populationen und Korrelation-sercheinungen vom Standpunkt der Vererbungslehre aus betrachtet. *Hereditas*, 11, 65-106. En: *Molecular Evolution and Phylogenetics*. Nei y Kumar (eds.). Oxford University Press, New York.
20. Vidya T., P. Fernando, D. Melnick y R. Sukumar. 2005. Population differentiation within and among Asian elephant (*Elaphus maximus*) populations in southern India. *Heredity*, 94: 71-80.
21. Zuckerkland E. y L. Pauling 1965. Evolutionary divergence and convergence in proteins. Pág. 97-166. En: *Evolving Genes and Proteins*, Bryson V. y H. Vogel (eds.), Academic Press, New York.
22. Nyakaana S. y Arctander P. 1999. Balancing Population genetic structure of the African elephant in Uganda based on variation at mitochondrial and nuclear loci: evidence for male-biased gene flow. *Molecular Ecology*, 8: 1105-1115.

## **EVOLVABILITIES: PARAMETRO GENETICO EN ALAPACAS DE CAJAMARCA – PERU**

Raunelli Sander Jose, Coronado Leon Fernando, Lombardi Perez, Cesar.

Profesores De La Facultad De Ciencias Veterinarias De La Universidad Nacional De Cajamarca – Perú

### **Abstract**

48 reproducers and 504 descendants have been evaluated during 5 generations in Huaycot and the encañada in Cajamarca - Peru, they were considered the absolute and relative fitness for fleece weight, longitude and fiber diameter being obtained the following results:

So much for the longitude and fiber diameter the absolute and relative fitness went superior to the values obtained for fleece weight taking into account the obtained values of the absolute and relative Fitness you proceeded to calculate the EVOLVABILITIES for these characters that were compared with the calculation of the EVOLVABILITIES based on the variance phenotypic giving us as a result "The Irradiation" or "it Deploys" of the genes in the change generational, indicating us a bigger approach in the genetic progress, suggesting us that this parameter measures us the proportional change for fleece weight, longitude and fiber diameter, showing that the selection effect agrees with the evolutionary process (it deploys) of the genes through the generations.

The values of the dear EVOLVABILITIES by means of the absolute and relative Fitness, as well as the values of the dear EVOLVABILITIES with the variance phenotypic, are very similar, allowing us to suggest that this parameter is but appropriate, to calculate the genetic progress for generation, since she goes jointly with the evolutionary current (it deploys) of the genes, for these characters finally should mention that for the selection in function of the fiber quality should take only in bill the longitude and the diameter of the fiber, but not the weight of the fleece, taking into account the obtained values of the EVOLVABILITIES.

### **Introducción**

Los parámetros genéticos son muy útiles para poder evaluar genéticamente las poblaciones, generalmente son válidos para cada generación y son indicadores del progreso genético y/o utilizados como factores de corrección para poder aplicar la respuesta a la selección y clasificar a los individuos seleccionados.

Para orientar un trabajo de mejoramiento debemos vincularnos con la tecnología de explotación y el sistema de producción y de esta manera cumplir con el programa de selección propuesto, que vaya acorde con la corriente evolutiva para obtener un mayor progreso genético.

Estableciendo comparativamente la eficiencia en la utilización de los diferentes parámetros genéticos, para la apreciación de los valores de mejoramiento en las alpacas, es necesario hacer referencia a la seguridad o certeza en la evaluación y en segundo lugar al efecto esperado de la selección, para que finalmente sea apreciada la corriente evolutiva, con la finalidad de conjugar estos aspectos, para Inter.- relacionarlos y obtener el máximo beneficio.

Cumpliendo con lo mencionado, es necesario comparar dos criterios de estimación de la "Evolvability", que se adecua mejor a la alpaca, como a las otras especies de animales domésticos. En la crianza de la alpaca se forman

generaciones continuas de medios hermanos, haciendo que existan generaciones superpuestas bien delimitadas, que nos permite aplicar la "EVOLVABILITY" permitiéndonos un progreso genético continuo, para mejorar la calidad de la fibra.

Los caracteres son el peso del vellón, la longitud y diámetro de la fibra, los cuales han sido evaluados durante 5 generaciones, para determinar las "Evolvabilities" para estas características, en base a los valores de la Fitness absoluta y relativa así como de la variancia fenotípica para ajustar los valores y poderlos usar como un nuevo parámetro genético en las evaluaciones genéticas de los animales, en concordancia con la corriente evolutiva ocasionada por el despliegue e irradiación de los genes en el cambio generacional, ya que en los otros parámetros genéticos no hacen mención de los componentes de la variancia.

## Materiales y Métodos

Se han evaluado 48 reproductores y 504 descendientes durante 5 generaciones en Huaycot y la Encañada - Cajamarca -Perú, teniéndose en cuenta el peso del vellón en kilogramos, la longitud de la fibra en centímetros y el diámetro de la fibra en micras, tanto para los reproductores como sus descendientes.

Según Lynch y Walsh (1998) [2] se uso la siguiente metodología:

### *Fitness*

La respuesta evolutiva de un carácter, para la selección, es una función de la intensidad de selección y de la fracción de la variancia fenotípica atribuible a ciertos efectos genéticos. El diferencial de selección direccional  $S$ , es definido como la diferencia dentro de la generación y entre las medias fenotípicas  $\mu_s$  después de un episodio de selección, pero antes de la reproducción y de la media antes de la selección  $\mu$ :  $S = \mu_s - \mu$ . Los grados en los cuales  $\mu_s$  se desvía de  $\mu$ , depende de los niveles reproductivos y supervivencia de los individuos con diferentes fenotipo. Si todos los individuos tienen igual fertilidad y viabilidad:  $\mu_s = \mu$  y  $s = 0$ , y la media fenotípica de la población se espera que no cambie entre las generaciones. Si los individuos difieren solamente en la probabilidad de sobrevivir para la madurez, es decir la Fitness  $W(z)$ , que es la probabilidad de sobrevivir, que los individuos  $z$ , sobrevivan y se reproduzcan. En este caso no se asume la forma general  $W(z)$ , ya que puede ser una función continua o discontinua de  $z$  y puede tener valores sobre o para algunos  $z$ , si  $P(z)$  es la densidad del fenotipo  $z$  antes de la selección, la densidad después de la selección es:

$$P(z) = \frac{W(z) P(z)}{\int W(z) P(z) dz}$$

Este valor obtenido nos sirve para indicarnos el factor peso del fenotipo  $Z$ . El denominador es la media de la Fitness individual  $\bar{W}$ , sabiendo que la Fitness relativa del fenotipo  $Z$  será:  $W(z) = W(z) / \bar{W}$ . La media fenotípica después de la selección es:

$$\mu_s = \int Z w(z) P(z) dz = \int Z w(z) P(z) dz = [Z w(z)]$$

También se puede anotar:

$$\bar{W} = \int W(z) P(z) dz = 1 / \bar{W}$$

La media de la Fitness relativa en una población es igual a 1 y el diferencial de selección direccional puede ser escrito como:

$$S = \mu_s - \mu = E [Z w(Z)] - E(z) E(w) = s [Z w(Z)]$$

Por lo que el diferencial de selección direccional es equivalente a la covariancia del fenotipo y la Fitness relativa, por lo que:

$$\Delta W = \frac{s^2 A(w)}{W} = s^2 A(w)$$

Donde  $s^2 A$  y  $s^2 A$  son las variancias genéticas aditivas de la fitness absoluta y relativa. Por lo que nos da el nivel proporcional de la evolución en valores promedios de Fitness, que es igual al valor al cuadrado de la variación genética aditiva de la Fitness relativa, que viene a ser el fundamento del teorema de la selección natural. A la vez este valor también mide la evolvability.

*Evolvability : (¿despliegue? ¿irradiación? De genes)*

Comparando las evolvabilities de diferentes caracteres o especies es claramente deseado usarlo en parámetros con dimensiones bajas y medios como la  $h^2$ . viendo la expresión tradicional del nivel evolutivo de un caracter:  $\Delta u = h^2 S$ , esta ecuación casi separa las fuerzas de la selección de las propiedades de la herencia como es la  $h^2$ , que puede ser evaluada como la eficiencia de la respuesta a la selección. Los cambios de las medias relativas, para la desviación standard fenotípica provee otro uso descriptivo de la evolvability, y en este caso  $\Delta u/s = h^2 i$ ; donde  $i = S/s$  que viene hacer el diferencial de selección estandarizado, que es el cambio en la media causado por la selección en unidades de desviación standard fenotípica, otra vez la  $h^2$  provee una medida de la eficiencia en la respuesta a la selección.

Se sugiere que la  $h^2$  no es la mejor medida de un carácter, arguyendo el uso del coeficiente de la variación genética aditiva:  $s^2 a/u$  donde  $s^2 a$  es la raíz cuadrada de la variancia genética aditiva y  $u$  es la media del carácter. La evolvability es de utilidad en esta medida de los caracteres, ya que mide como se despliegan, irradian, los genes en el cambio generacional, como una situación especial, indicando una mayor aproximación en el progreso genético. Entonces dividiendo ambas ecuaciones por la producción media fenotípica, como la proporcionalidad del cambio en el carácter.

$$\text{“EVOLVABILITY”} = \frac{\Delta \mu}{\mu} = \left[ \frac{s^2 a}{\mu s a} i \right]$$

Esto sugiere que el parámetro  $s^2 a$  tiene bajas dimensiones, la proporción de la variancia genética aditiva, para el producto de la media fenotípica y la desviación estándar es un parámetro apropiado para medir la evolvability como cambio proporcional en las medidas de interés. en forma distinta la proporcionalidad de la  $h^2$  no tiene una simple interpretación biológica.

Esta formulación alternativa sirve para ilustrar como la evolvability es una vía de evaluación genética que tiene un mérito particular, para un determinado contexto, ya que muchos estudios de genética cuantitativa no hacen mención de los componentes de la variancia.

## Resultados y Discusión

Aplicada la metodología propuesta, se obtuvieron los siguientes resultados

Cuadro 01: función de densidad de los fenotipos después de la selección para los caracteres en evaluación

POBLACION	PESO DE VELLON	DIAMETRO DE FIBRA	LONGITUD DE FIBRA	PESO, LONGITUD Y DIAMETRO
MACHOS	0,076	0,213	0,316	0,466
HEMBRAS	0,156	0,287	0,328	0,497
POBLACION	0,141	0,299	0,437	0,568

Según los datos obtenidos en el cuadro N° 01, podemos mencionar que los valores para la función de densidad fueron menores para peso de vellón, seguidos por el diámetro y la longitud de fibra, cuando se toma en conjunto los tres caracteres, los valores son altos puesto que la longitud y el diámetro de la fibra le dan el mayor valor en vez del peso del vellón, esto se debe principalmente a que esta función de densidad no sirve como indicador del factor peso de los fenotipos evaluados para estos caracteres.

En referencia al factor peso de los fenotipos podemos mencionar que existe un mayor peso fenotípico para longitud de fibra y diámetro, que para peso de vellón, mientras que, cuando se toma en cuenta los tres caracteres en conjunto los valores son superiores, que para cada carácter en forma individual; lo que nos permite sugerir que el peso fenotípico está dado por la longitud y el diámetro de la fibra mas no por el peso de vellón, haciendo posible que en un programa de selección, indiferente de la forma de selección, así como el método de selección aplicado, la mejor respuesta se obtendrá cuando el objetivo de selección sea para diámetro y longitud, ya que seleccionando para esto se hará indirectamente para peso de vellón, esto es consecuencia del menor peso de los fenotipos para este carácter.

También debemos entender a este peso fenotípico después de la selección, como han contribuido los fenotipos para cada carácter y cuanto de este peso ha sido recombinado en la contribución gamética por la conformación de las generaciones venideras. Los valores obtenidos nos indican que ha habido una mayor contribución gamética para longitud y diámetro de fibra que para peso de vellón, reflejándose todo esto en los valores obtenidos para el peso de los fenotipos para estos caracteres.

Cuadron n° 02 : fitness absolutas y relativas para peso del vellon, longitud y diametro de fibra de alpacas.

FITNES	PESO DE VELLON	DIAMETRO DE FIBRA	LONGITUD DE FIBRA	PESO DE VELLON LONGITUD Y DIAMETRO
ABSOLUTA	0,095	0,157	0,138	0,22
RELATIVA	1	1	1	1
POBLACION	0,081	0,155	0,169	0,23

Observando los datos del cuadro N° 02 podemos decir que los valores obtenidos para los Fitness relativas están en concordancia con la metodología propuesta.

Los valores obtenidos de las Fitness absolutas para peso de vellón fueron inferiores al diámetro y longitud de fibra pero también se obtuvieron valores altos cuando se toma en consideración los tres caracteres conjuntamente. Interpretando estos resultados, podemos mencionar que estos valores de Fitness obtenidos en consecuencia del peso atribuido en función a la densidad de los fenotipos evaluados después de la selección.

También a estos valores de Fitness de los puede tomar en cuenta como la capacidad reproductiva y de sobrevivencia que tienen los fenotipos portadores de estos caracteres y su capacidad de contribución gamética para las conformaciones de las próximas generaciones, indicándonos que los genes para diámetro y longitud de fibra tienen mayor valor reproductivo y de sobrevivencia que los genes para peso de vellón; también los caracteres diámetro y longitud de fibra tienen una mayor contribución gamética en la composición del vellón que el peso de vellón; por esto sugerimos que la selección debe hacerse por diámetro y longitud de fibra mas no por peso de vellón,

si es que se quieren mas vellones de calidad en una población de alpacas. Los valores de las Fitness absolutas son bajos como consecuencia de que la intensidad de selección tanto en reproductores , como en hembras fue alta, haciendo que la contribución gamética se maximice y se practiquen apareamientos selectivos para obtener mejores vellones en cuanto a calidad y se tenga un progreso genético mas rápido y en menos tiempo.

Cuadro 3: evolvabilities para peso de vellon , longitud y diametro de fibra en alpacas.

CARÁCTER	$\frac{w}{w} = s^2 A(w) w^2$ $s^2 A(w)$	$\frac{\mu}{\mu} = (s^2 A / \mu s z) i$	Evolvabilities *
Peso de Vellón	0,14	0,13	0,16
Diámetro de Fibra	0,26	0,27	0,26
Longitud de Fibra	0,18	0,21	0,165
Peso, longitud y Diámetro	0,17	0,21	0,169

\*: [4]

El concepto de “EVOVABILITY” podemos expresarlo como despliegue “Irradiación” de Genes. Según la Tablas N° 03 podemos ver que los valores estimados por los métodos no defieren y comparados con los obtenidos por Raunelli y coronado (2006) [4] tampoco, estos valores nos indican una nueva vía de distribución de los genes transmitidos en la población. Si consideramos el concepto de despliegue de genes quiere decir que solamente determinados fenotipos recibirán estos genes en una población, expresado este concepto como una medida relativa de la población que aporta los genes y la generación siguiente que los recibe y lo recombina, de tal manera que la distribución de los genes es al azar, pero no homogénea dentro de la población, sería como un despliegue de tropas en una dirección predeterminada, que en nuestro caso sería la corriente evolutiva. Mientras que el concepto de la irradiación de genes, nos referimos a la probabilidad de recombinación de los genes en la generación de descendientes.

La EVOLVABILITY, como parámetro genético quiere expresarnos la probabilidad real de recombinación de los genes en la generación de descendientes descontándose los genes perdidos por la segregación independiente de los caracteres, por la libre recombinación; así como por la pérdida de gametos antes de la fecundación; así como la pérdida de gametos antes de la fecundación; y las recombinaciones con los gametos no portadores de los genes deseados. Esto hace que la EVOLVABILITY sea un parámetro genético más eficiente que la heredabilidad, ya que expresa mas claramente la probabilidad de los genes que realmente tenemos en una población y que nos permitirá ser mas reales en expresar el efecto genético de la selección en una población.

En base a lo expuesto líneas arriba, podemos decir que la “EVOLVABILITY” nos permite determinar la proporcionalidad del cambio en el carácter, indicándonos que el diámetro y la longitud tienen una mayor proporción de cambio que el peso de vellón y que los tres caracteres en su conjunto, permitiéndonos concluir que la selección para calidad de fibra en alpacas ni debe hacerse por peso de vellón, sino mas bien por diámetro y longitud de fibra , debido a que el progreso genético debe estar acorde con la corriente evolutiva y si es así habrá una mayor proporcionalidad de cambio en los caracteres , objetivo de la selección y eso es lo que mide la EVOLVABILITY.

## Bibliografía

1. Falconer y Mackay (1997) “ Introduction to Quantitative Genetics” Longman 464 p.
2. Lynch, M; Walsh, B (1998) “ Genetics and analysis of Quantitative Traits” Sinauer Associates Inc. 980 p
3. Huule, D, (1992), “ Comparing Evolvability and Variability of Quantitative Traits” Genetics 130:195 – 204
4. Raunelli y Coronado (2006) Un método de Selección aplicable en Alpacas” II Simposium Internacional de Investigaciones sobre Camélidos Sudamericanos – Arequipa – Perú.

## 2. Bloque Reproducción

Bianchi C., Cavilla M., Jorgensen E., Aba M. - Sensibilidad del cuerpo lúteo (CL) a las prostaglandinas en función del momento de aplicación en llamas

Carretero, M.I.; Chaves, M.G.; Agüero, A.; Miragaya, M.H. - Sincronización de la onda folicular mediante la administración de progesterona y benzoato de estradiol inyectables en la especie *Lama glama*

Cavilla, M.V.; Bianchi, C.P.; Waimann, E.; Aguilera, M.F.; Aba, M.A. - Perfil de progesterona plasmática y actividad folicular en llamas tratadas con un dispositivo intravaginal comercial conteniendo 0,78 g de progesterona

Conde P., Herrera C., Chaves M.G., Giuliano S., Director A., Trasorras v., Pinto M., Gambarotta M., Rutter B., Agüero A, Miragaya M., Pasqualini S. - Producción in vitro de embriones de llama mediante las técnicas de ICSI y FIV

Cordero A. Genovese P., Vega R., Núñez Chichet M., Huanta W., Bielli A. - Hallazgo de granulomas espermáticos en las cabezas de epidídimos de un alpaca

Cristian R., Álvarez C., Rodríguez V., Uipan P., Valdivia M. - Interacción homóloga del sistema proacrosina/acrosina con glicoproteínas de la zona pelúcida de alpaca (*Vicugna pacos*)

Dávalos Rodrigo Rosa - Estudio de la producción espermática total de testículos de alpaca

Dávalos R., Olazábal J. - Evaluación de dos formas de colección de semen en alpacas

Huanca T., Cordero A., Huanca W. - Aplicación de un análogo de GnRH (Acetato de buserelina) y segundo servicio y su efecto sobre la tasa de concepción en llamas

Huanca W., Gonzalez M., Cordero A., Huanca T. - Comportamiento reproductivo de donadoras de embriones, después de un protocolo de súper ovulación en llamas

Huanca W., Ratto M., Cordero A., Santiani A., Huanca T., Cárdenas O., Adams G. - Respuesta ovárica y transferencia de embriones en llamas y alpacas en la zona altoandina del Perú

Giuliano S., Chaves M.G., Director A., Trasorras V., Miragaya M. - Inseminación artificial con semen refrigerado en llamas. Resultados preliminares

Giuliano S., Director A., Gambarotta, M., Trasorras, V., Miragaya M. - Influencia de diluyentes en semen refrigerado a 5°C durante 24 hs. en la especie *Lama glama*

González M., Huanca T., Huanca W. - Efecto del estradiol en la sobrevivencia embrionaria en alpacas y llamas

González M., Huanca T., Huanca W. - Evaluación del efecto de dilutores en la motilidad de espermatozoides de semen de alpacas

Palomino Cano J., Huanca W. Cervantes M - Efecto de la aplicación de estradiol sobre la sobrevivencia embrionaria en llamas (*Lama glama*)

Pérez Durand M., Garcia W., Capcha A., Pacheco J. - Evaluación de la capacidad fecundante de los espermatozoides (conducto deferente) conservado en alpacas

Riveros J.L., Araya M., Urquieta B., Bonacic C., Bas M. F. - Relación entre el tamaño folicular ovárico y la conducta de estro en hembras guanaco paridas y no gestantes en cautiverio en la zona central de Chile

Vásquez M., Huanca W., Huanca T., Ratto M., Adams G. - Fracción del plasma seminal como inductor de ovulación en llamas (*Lama glama*)

## SENSIBILIDAD DEL CUERPO LÚTEO A LAS PROSTAGLANDINAS EN FUNCIÓN DEL MOMENTO DE APLICACIÓN EN LLAMAS

Bianchi, C.P.<sup>1,2</sup>, Cavilla, M.V.<sup>2</sup>; Jorgensen, E.<sup>2</sup>; Aba, M.A.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Becaria del CONICET

<sup>2</sup> Área de Endocrinología, Facultad de Ciencias Veterinarias, UNCPBA  
Campus Universitario, Paraje Arroyo Seco, Tandil, Buenos Aires, Argentina  
[cbianchi@vet.unicen.edu.ar](mailto:cbianchi@vet.unicen.edu.ar)

### Abstract

The lifespan of the corpus luteum (CL) in llamas is 10 to 11 days. The aim of the present study was to evaluate the sensitivity of the llama CL to an injection of prostaglandin F<sub>2a</sub> (PGF<sub>2a</sub>) at different stages of the luteal phase.

When a follicle with a diameter = 8 mm was observed by ultrasonography, ovulation was immediately induced by a GnRH injection. Thereafter, animals were divided into five groups: Control (without treatment, n = 6) and G3 (n = 5), G5 (n = 4), G6 (n = 5) and G8 (n = 6) that received an injection of the PGF<sub>2a</sub> analogue, d-Cloprostenol, on day 3, 5, 6 or 8, respectively. Blood samples were obtained every second day until prostaglandin injection and daily until day 11 post GnRH to determine plasma progesterone (P<sub>4</sub>) concentrations.

In all animals receiving a prostaglandin injection on day 8 or 6, plasma P<sub>4</sub> concentrations had decreased below basal levels 24 hs later. When prostaglandin was administered on day 5, a transient drop (< 0,9 ng/ml) in plasma P<sub>4</sub> concentrations was observed the day after injection. Forty eight hours later concentrations rose again to values above 1 ng/ml and remained high until day 11 when sampling was discontinued. A similar pattern has been observed in mares after PGs injection during the early luteal phase. Llamas injected on day 3 developed a CL with a normal lifespan.

In summary, the CL of llamas is fully responsive to a luteolytic dose of PGF<sub>2a</sub> after day 6 post induction of ovulation. More studies are necessary to understand the basis of the transient fall in plasma P<sub>4</sub> concentration in animals injected on day 5.

### Introducción

Las llamas son animales de ovulación inducida, que requieren de la cópula para desencadenar el proceso de ovulación [1]. Cuando el estímulo es aplicado en presencia de un folículo con un diámetro = a 7 mm, ovulan y desarrollan un cuerpo lúteo (CL) con una sobrevivida de 10 a 11 días, considerado normal en esta especie [2]. Una vez que la ovulación ocurre, las concentraciones plasmáticas de progesterona (P<sub>4</sub>) comienzan a elevarse a partir del 4<sup>to</sup> día post inducción de la ovulación y permanecen elevadas durante 8 a 10 días. La regresión del CL en las llamas no preñadas se inicia hacia los días 9 – 11 en asociación con una descarga pulsátil de prostaglandina F<sub>2a</sub> (PGF<sub>2a</sub>) por parte del útero y hacia los días 14 – 15 se observan concentraciones basales de P<sub>4</sub> [3; 4].

La PGF<sub>2a</sub> y sus análogos sintéticos han demostrado ser potentes agentes luteolíticos en la mayoría de los animales domésticos. Sin embargo, el momento en que el CL se torna sensible a la acción de estos agentes varía de acuerdo a la especie. En bovinos, la administración exógena de PGF<sub>27</sub> adquiere la capacidad de inducir la luteólisis a los 5 días pos estro [5], mientras que en los ovinos se ha demostrado que la inyección de PGF<sub>2a</sub> causa la regresión completa del CL a los 3 días pos ovulación, siendo solamente refractario durante los primeros dos días desde su formación [6]. Contrariamente, el CL de las cerdas se hace sensible a la acción de los agentes luteolíticos en una etapa tardía de la fase luteal, recién después del día 12 del ciclo estral [7]. La administración de PGF<sub>2a</sub> 3 días post estro en las yeguas provoca una disminución en el diámetro del CL y en las concentraciones plasmáticas de P<sub>4</sub> a las 24 horas, recuperándose para el 5<sup>to</sup> día y permaneciendo elevadas hasta el día 13 pos ovulación [8]. Sin embargo, cuando la PGF<sub>27</sub> se administra en una etapa media o tardía del ciclo estral logra producir una luteólisis completa en la totalidad de los animales [9].

La PGF<sub>27</sub> y sus análogos sintéticos han sido ampliamente utilizados en diferentes especies domésticas con distintas finalidades. Debido a su capacidad para inducir la regresión del CL, la PGF<sub>27</sub> se utiliza como parte de protocolos de sincronización del ciclo estral, ya sea sola o en combinación con otras hormonas [10; 11]. La PGF<sub>27</sub>,

además ha demostrado ser un potente estimulante de la contracción del miometrio por lo cual se la emplea en tratamientos de infecciones endometriales [12] y en vacas de carne, se la ha utilizado en el periodo post parto para mejorar la eliminación del loquío, y de esta manera acortar el intervalo parto – primera ovulación [13;14]. En las llamas, la administración de una dosis de Cloprostenol, análogo sintético de la PGF<sub>27</sub>, demostró ser eficaz como abortivo en animales con 4 a 7 meses de gestación sin causar efectos adversos [15].

Considerando que no existen estudios que determinen el momento en que el CL de las llamas comienza a ser sensible a la acción de los agentes luteolíticos, el objetivo del presente trabajo fue evaluar los cambios en la sensibilidad del CL a la PGF<sub>27</sub> en diferentes momentos de la fase luteal en esta especie.

## Materiales y Métodos

El presente estudio se realizó en la Facultad de Ciencias Veterinarias, UNCPBA, Tandil, Argentina, localizada a 37° Sur y 67° Oeste. Durante el ensayo los animales fueron mantenidos en pasturas naturales, suplementados con concentrado y con agua ad libitum. Se utilizaron 26 llamas no preñadas y en buen estado sanitario. Los animales se ecografiaron diariamente hasta la detección de un folículo = 8 mm, considerado preovulatorio en la especie [2], momento en que se indujo la ovulación con una dosis de GnRH (16.8 µg Receptal®, Intervet). La ovulación se asumió por la ausencia del folículo ovulatorio en la observación ultrasonográfica realizada 48 horas más tarde y retrospectivamente a través de las concentraciones plasmáticas de P<sub>4</sub>. Posteriormente, los animales se dividieron en cinco grupos: un grupo Control (Gc; n = 6), que no recibió ningún tratamiento posterior, y los grupos G3 (n = 5), G5 (n = 4), G6 (n = 5) y G8 (n = 6) los cuales recibieron una dosis de d – Cloprostenol, análogo sintético de la PGF<sub>27</sub>, (112,5 µg, Baker, Tecnofarm), en el día 3, 5, 6 u 8 pos – GnRH, respectivamente.

Se obtuvieron muestras de sangre, por punción de la vena yugular, día por medio desde el día de la aplicación de GnRH hasta el día de la inyección de PGF<sub>27</sub> y posteriormente, todos los días hasta el día 11 post – GnRH. Inmediatamente, las muestras fueron centrifugadas para la obtención de plasma, el cual se colocó en eppendorf y se mantuvo refrigerado a – 20°C hasta su posterior análisis.

Las concentraciones plasmáticas de P<sub>4</sub> se determinaron a través de un kit de RIA (DPC, Los Ángeles, CA, USA) previamente validado para su uso con plasma de llama [16]. La sensibilidad del ensayo fue 0,01 ng ml<sup>-1</sup> y el coeficiente de variación intra-ensayo se mantuvo por debajo del 13 % para concentraciones entre 0,1 y 40 ng ml<sup>-1</sup>. Los resultados fueron expresados como promedio ± SEM.

Las diferencias del diámetro folicular promedio presente en cada uno de los grupos al momento de la inyección de GnRH fueron analizadas a través de un análisis de varianza (ANOVA).

## Resultados

El tamaño folicular promedio al momento de la administración de GnRH fue de 10,3 ± 0,8; 11,1 ± 2,8; 9,0 ± 0,4; 8,3 ± 0,24 y 8,8 ± 1,2 mm, en los grupos G8; G6; G5; G3 y Gc respectivamente (P = 0,68). De acuerdo a las concentraciones plasmáticas de P<sub>4</sub> registradas, se puede afirmar que el 100 % de los animales ovularon en respuesta a la inyección de GnRH.

En los animales del grupo control, se desarrolló un CL de vida media normal, las concentraciones plasmáticas de P<sub>4</sub> comenzaron a elevarse a partir del día 4 post inducción de la ovulación, alcanzando máximos niveles hacia el día 8 y disminuyeron por debajo de 1 ng ml<sup>-1</sup> hacia el día 10 post GnRH (Fig. 1A).

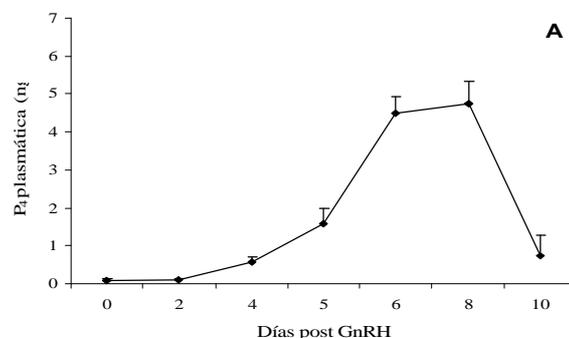


Fig. 1A: Concentraciones plasmáticas promedio de P<sub>4</sub> en los animales control post – GnRH

En los animales a los cuales se les administró  $\text{PGF}_{2\gamma}$  a los 8 ó 6 días post inducción de la ovulación, los niveles plasmáticos de  $\text{P}_4$  disminuyeron rápidamente luego de la inyección, alcanzando valores inferiores a  $1 \text{ ng ml}^{-1}$ , 24 horas más tarde (Fig. 2 B, C).

Cuando la inyección de  $\text{PGF}_{2\gamma}$  se realizó al 5<sup>to</sup> día pos – GnRH, las concentraciones plasmáticas de  $\text{P}_4$ , disminuyeron transitoriamente, determinándose niveles por debajo de los  $0,9 \text{ ng ml}^{-1}$  al día siguiente. Sin embargo, las concentraciones plasmáticas de  $\text{P}_4$  se recuperaron 48 horas más tarde, indicando un reestablecimiento de la actividad del CL y permanecieron elevadas hasta el día 11 pos inducción de la ovulación (Fig. 2 D).

En los animales que recibieron la inyección  $\text{PGF}_{2\gamma}$  al día 3 pos – GnRH, se desarrolló un CL de vida media normal, con concentraciones plasmáticas de  $\text{P}_4$  similares a las halladas en el grupo control (Fig. 2 E).

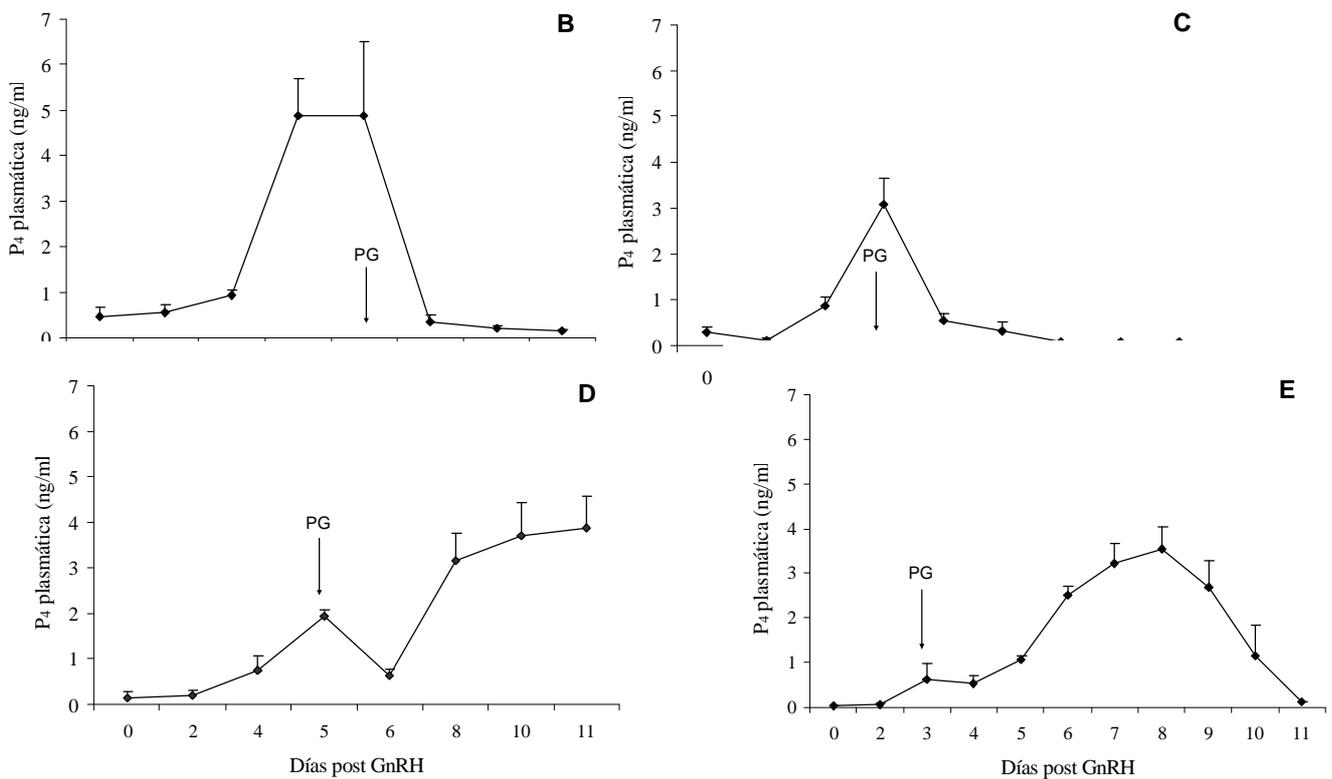


Fig. 2: Concentraciones plasmáticas promedio de  $\text{P}_4$  en animales que recibieron  $\text{PGF}_{2\alpha}$  al día 8 (B), al día 6 (C), al día 5 (D) o al día 3 (E) pos GnRH. Las flechas indican el día de inyección de  $\text{PGF}_{2\alpha}$

## Discusión

Según nuestros conocimientos el presente trabajo es el primero en evaluar la sensibilidad del CL a la inyección de un análogo sintético de la  $\text{PGF}_{2\gamma}$  en función del momento de aplicación durante la fase luteal en llamas. Los resultados obtenidos demuestran que la aplicación de  $\text{PGF}_{2\gamma}$  es efectiva para inducir una regresión completa del CL luego del día 5 de la inducción de la ovulación en esta especie.

Teniendo en cuenta que la ovulación en las llamas ocurre alrededor de 29 horas pos GnRH [17], se podría concluir que el CL se torna sensible a la acción de estos agentes luteolíticos después del día 4 desde su formación. Estos resultados coinciden con un estudio previo realizado en alpacas, donde se determinó la receptividad sexual en hembras tratadas con  $\text{PGF}_{2\gamma}$  en los días 0, 1, 3, 5 y 7. En este último estudio se concluye que la  $\text{PGF}_{2\gamma}$  sólo afecta la vida del CL después del día 4 de la fase luteal inducida [18]. Estos resultados son similares a los reportados en bovinos y equinos en los que la administración de  $\text{PGF}_{2\gamma}$  o de sus análogos, es eficaz para provocar la luteólisis después del día 5 del ciclo estral [5; 9].

La observación de que en los animales que recibieron una inyección de PGF<sub>2γ</sub> el día 5 se produjo una disminución transitoria de las concentraciones plasmáticas de P<sub>4</sub> coincide con resultados similares reportados en equinos. La administración de una dosis luteolítica de PGF<sub>2γ</sub> al día 3 pos – ovulación en esta especie, provocó una disminución en los niveles plasmáticos de P<sub>4</sub>, un día después, recuperándose hacia el día 5 y permaneciendo elevadas hasta el día 13 del ciclo estral [8]. Además, en las yeguas se observó un patrón diferente de recuperación del CL en distintos animales. Hubo animales que tuvieron una recuperación menor aumentando los niveles plasmáticos de P<sub>4</sub> de 0,7 a 1,4 ng ml<sup>-1</sup>, mientras que otros tuvieron una recuperación mayor, con un incremento de entre 3,1 a 5,9 ng ml<sup>-1</sup> [8]. Sin embargo, en las llamas, aunque se requerirían más animales para arribar a una conclusión definitiva, en el presente estudio en todos los animales se observó un aumento de 1,5 a 3,7 ng ml<sup>-1</sup>.

Los resultados obtenidos en el presente trabajo permiten sugerir que los receptores a PGF<sub>2γ</sub> se expresan a partir del día 5 pos – inducción de la ovulación en las llamas. Sin embargo, se debe tener en cuenta que estudios previos en bovinos demostraron que a pesar de que el CL es sensible a la acción de la PGF<sub>2γ</sub> después del día 5 del ciclo estral, sus receptores están presentes en una etapa más temprana de la fase luteal [19; 20]. Estos resultados dieron origen a nuevos estudios sobre los mecanismos básicos que regulan la sensibilidad del CL bovino a la PGF<sub>2γ</sub>. Se postuló un posible rol de la endotelina-1 (ET-1) en la refractariedad del CL en una etapa temprana de la fase luteal y un mecanismo similar se sugirió que podría actuar en el CL de las yeguas [8].

La ET-1 es un péptido que actúa como mediador de la regresión del CL inducida por la PGF<sub>2γ</sub> [19; 20]. Se ha demostrado que altas concentraciones de ET-1 tienen la capacidad de inhibir la producción de P<sub>4</sub> por las células luteales de varias especies [21; 22] y estimular la producción de prostaglandinas en el CL humano [20]. Aunque la ET-1 es el principal factor involucrado en el aumento de la sensibilidad del CL a los efectos de la PGF<sub>2γ</sub>, otras sustancias también han sido propuestas como IGF-I y StAR [23; 24].

En conclusión, se puede sugerir que el CL de las llamas es sensible a la acción luteolítica de la PGF<sub>2γ</sub> después del día 5 de la inducción de la ovulación, información hasta el momento no disponible en la especie. Sin embargo, se requieren de estudios posteriores para poder explicar los mecanismos básicos que participan en la refractariedad del CL en los días previos.

## Bibliografía

1. San-Martín, M., Copaira, M., Zúñiga, R., Rodríguez, R., Bustinza, G., Acosta, L. 1968. Aspects Of Reproduction In Alpacas. *Journal Of Reproduction And Fertility*, 16: 395-399.
2. Bravo, P.W., Stabenfeldt, G.H., Lasley, B.L., Fowler, M.E. 1991. The Effect Of Ovarian Follicle Size On Pituitary And Ovarian Responses To Copulation In Domesticated South American Camelids. *Biology Of Reproduction*, 45: 553-559.
3. Aba, M.A., Forsberg, M., Kindhal, H., Sumar, J., Edqvist, L-E. 1995. Endocrine Changes After Mating In Pregnant And Non Pregnant Llamas And Alpacas. *Acta Veterinaria Scandinavica*, 36: 489-498.
4. Aba, M.A., Quiroga, M.A., Auza, N., Forsberg, M., Kindahl, H. 1999. Control Of Ovarian Activity In Llamas (Lama Glama) With Medroxyprogesterone Acetate. *Reproduction In Domestic Animals* 34: 471-476.
5. Wiltbank, M.C., Shiao, T.F., Bergfelt, D.R., Ginther, O.J. 1995. Prostaglandin F<sub>2γ</sub> Receptors In The Early Bovine Corpus Luteum. *Biology Of Reproduction*, 52: 74-78.
6. Rubianes, E., Menchaca, A., Carbajal, B. 2003. Response Of The 1-5 Day-Aged Ovine Corpus Luteum To Prostaglandin F<sub>2a</sub>. *Animal Reproduction Science*, 78: 47-55.
7. Díaz, F.J., Crenshaw, T.D., Wiltbank, M.C. 2000. Prostaglandin F<sub>2a</sub> Induces Distinct Physiological Responses In Porcine Corpora Lutea After Acquisition Of Luteolytic Capacity. *Biology Of Reproduction*, 63: 1504-1512.
8. Bergfelt, D.R., Pierson, R.A., Ginther, O.J. 2006. Regression And Resurgence Of The Cl Following Pgf<sub>2a</sub> Treatment 3 Days After Ovulation In Mares. *Theriogenology*, 65: 1605-1619.
9. Allen, W.R. And Roosdale, P.D., 1973. A Preliminary Study Upon The Use Of Prostaglandins For Inducing Oestrus In Non-Cycling Thoroughbred Mares. *Equine Veterinary Journal*, 5: 137-140.
10. Cooper, M.J. 1974. Control of oestrus cycle of heifers with a synthetic prostaglandin analogue. *Veterinary Records*, 95: 200-203.
11. Borman, J.M., Radcliff, R.P., McCormack, B.L., Kojima, F.N., Patterson, D.J., Macmillan, K.L., Lucy, M.C. 2003. Synchronisation of oestrus in dairy cows using prostaglandin F<sub>2γ</sub>, gonadotrophin releasing hormone, and oestradiol cypionate. *Animal Reproduction Science*, 76: 163-176.
12. Causey, R.C. 2005. Making sense of equine uterine infections: The many faces of physical clearance. *The Veterinary Journal*. Artículo en prensa.

13. Weems, C.W., Weems, Y.S., Randel, R.D. 2005. Prostaglandins and reproduction in female farm animals. *The Veterinary Journal*, 171(2): 206-228.
14. White AJ, Dobson H. 1990. Effect of prostaglandin F<sub>2</sub> alpha on the fertility of dairy cows after calving. *The Veterinary Record*, 127: 588-592.
15. Smith, B.B., Timm, K.I., Reed, P.J., Christensen, M. 2000. Use of cloprostenol as an abortifacient in the llama (*Lama glama*). *Theriogenology*, 54: 497-505.
16. Bianchi, C.P., Meikle, A., Sartore, I., Gonzalez, F., Aba, M.A. 2006. Uterine estrogen receptor alpha and progesterone receptor during the follicular and luteal phase in llamas. *Animal Reproduction Science*, Artículo en prensa.
17. Ratto, M., Huanca, W., Singh, J., Adams, G.P. 2006. Comparison of the effect of natural mating, LH, and GnRH on interval to ovulation and luteal function in llamas. *Animal Reproduction Science*, 91: 299-306.
18. Leyva, V., García, W. 1999. Efecto de la prostaglandina sobre la vida del CL en alpacas. *Actas del II Congreso Mundial sobre Camélidos*: 88. Cusco, Perú
19. Levy, N., Kobayashi, S., Roth, Z., Wolfenson, D., Miyamoto, A., Meidan, R. 2000. Administration of Prostaglandin F<sub>2a</sub> during the early bovine luteal phase does not alter the expression of ET-1 and of its type A receptor: A possible cause for corpus luteum refractoriness. *Biology of Reproduction*, 63: 377-382.
20. Miceli, F., Minici, F., Garcia Pardo, M., Navarra, P., Proto, C., Mancuso, S., Lanzone, A., Apa, R. 2000. Endothelins enhance prostaglandin (PGE<sub>2</sub> and PGF<sub>2a</sub>) biosynthesis and release by human luteal cells: Evidence of new paracrine/autocrine regulation of luteal function. *The journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 86: 811-817.
21. Hinckley, S.T., Milvae, R.A. 2001. Endothelin-1 mediates prostaglandin F<sub>2a</sub> -induced luteal regression in the ewe. *Biology of Reproduction*, 64: 1619-1623.
22. Girsh, E., Dekel, N. 2002. Involvement of endothelin-1 and its receptor in PGF<sub>2</sub>alpha induced luteolysis in the rat. *Molecular reproduction and development*, 63 (1): 71-78.
23. Tsai, S.J., Wiltbank, M.C. 1998. Prostaglandin F<sub>2a</sub> regulates distinct physiological changes in early and mid - cycle bovine corpora lutea. *Biology of Reproduction*, 58: 346-352.
24. Levy, N., Gordin, M., Smith, M.F., Bolden-Tiller, O.U., Meidan, R. 2003. Hormonal regulation and cell - specific expression of Endothelin-Converting enzyme 1 isoforms in bovine ovarian endothelial and steroidogenic cells. *Biology of Reproduction*, 68: 1361-1368.

**SINCRONIZACIÓN DE LA ONDA FOLICULAR MEDIANTE LA ADMINISTRACIÓN DE  
PROGESTERONA Y BENZOATO DE ESTRADIOL INYECTABLES EN LA ESPECIE *Lama glama*.**

Carretero, M.I.; Chaves, M.G.; Agüero, A.; Miragaya, M.H.

Área de Teriogenología. Facultad de Ciencias Veterinarias, UBA. Chorroarín 280, 1427 Capital Federal, Argentina.  
[ignaciacarretero@datafull.com](mailto:ignaciacarretero@datafull.com)

**Abstract**

The objective of this study was to evaluate the efficiency of two doses of progesterone (P<sub>4</sub>) ® (Laboratorio Allignani) and one dose of estradiol benzoate (BE) ® (Laboratorio Allignani) for synchronizing the follicular wave in llamas in order to start superstimulatory treatments in absence of a dominant follicle. Two treatments were used on 40 adult females: A (n=20): 100 mg P<sub>4</sub> + 1 mg BE and B (n=20): 150 mg P<sub>4</sub> + 1 mg BE; in each case P<sub>4</sub> was applied during 5 days and BE only on the first day. Females were divided into 4 groups according to the follicular phase and the levels of plasma progesterone were measured using RIA. In group A, P<sub>4</sub> levels increased slowly after the first injection (day 0), reaching the highest level on day 1 (72.5 ± 35.6 nmol/l); in group B, the highest level was attained on day 1 (105.3 ± 60.0 nmol/l) (mean ± SD). Levels were lower in group A than in group B. No significant differences (P>0.05) were observed in the synchronization of the follicular wave between treatments. Considering the cost of the treatments, the treatment A would be the best for synchronizing the follicular wave.

Key words: injectable progesterone, synchronization, superstimulation, llama.

## Introducción

La llama es un integrante de la Familia Camelidae, en la que se distinguen: especies domésticas: llama (*Lama glama*) y alpaca (*Vicugna pacos*); y especies silvestres: guanaco (*Lama guanicoe*) y vicuña (*Vicugna vicugna*); estas últimas con fibras de mayor calidad [1].

Actualmente es de interés el desarrollo de técnicas biotecnológicas en la llama para poder utilizarlas como modelo para las especies silvestres (vicuña y guanaco) o para aplicarlas en hembras de alta calidad genética.

Varios protocolos han sido desarrollados para controlar la dinámica folicular utilizando estrógenos y progesterona. Ratto y col [2] utilizaron 1 mg de 17  $\beta$  estradiol y 25 mg de progesterona. Chaves y col. [3] utilizaron CIDR<sup>®</sup> durante 16 días de tratamiento logrando disminuir el diámetro folicular promedio a partir del día 5 de tratamiento y alcanzando niveles máximos plasmáticos de progesterona el día 1. También se utilizó una combinación de CIDR<sup>®</sup> durante 5 días y 1mg de benzoato de estradiol en dosis única el primer día del tratamiento (Trasorras, comunicación personal). Alberio y col. (1996) [4] realizaron un ensayo utilizando 50 mg de progesterona inyectable durante un período de 12 días. Esta dosis permitió reducir el diámetro folicular a valores menores a 0,5 cm el día 7 del tratamiento. Las concentraciones plasmáticas de progesterona alcanzadas fueron de  $9,4 \pm 3,9$  ng/ml al día 6<sup>o</sup> del tratamiento.

El objetivo del siguiente estudio fue evaluar la efectividad de dos tratamientos combinando progesterona y benzoato de estradiol inyectables para sincronizar la dinámica folicular e iniciar tratamientos de superestimulación ovárica en ausencia de folículos dominantes.

## Materiales y Métodos

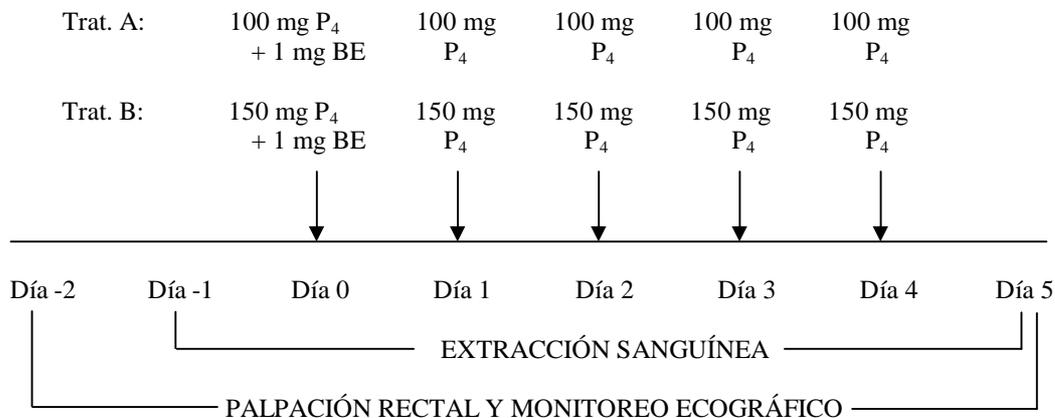
Se utilizaron 40 llamas vacías no en lactación de edad entre 3 y 8 años con un peso aproximado de 100 kg, en óptimo estado nutricional, sanitario y reproductivamente aptas; ubicadas en el predio de la Facultad de Ciencias Veterinarias, de la Universidad de Buenos Aires, Argentina. Se alimentaron con fardo de pastura, alimento balanceado y con acceso libre al agua.

Se aplicaron 2 tratamientos: tratamiento a (n = 20): 100 mg de progesterona (p<sub>4</sub>) (progesterona<sup>®</sup>, laboratorio allignani, argentina) + 1 mg de benzoato de estradiol (be) (estradiol 10<sup>®</sup>, laboratorio allignani, argentina); tratamiento b (n = 20): 150 mg de p<sub>4</sub> + 1 mg de be; la progesterona se aplicó diariamente durante 5 días y el estradiol sólo el primer día del tratamiento, ambos fueron administrados por vía im. El monitoreo diario de las hembras se realizó mediante palpación y ultrasonografía transrectal utilizando un equipo berger lc 2010 plus con un transductor lineal de 5 mhz y se llevó a cabo desde 2 días previos al inicio del tratamiento hasta el fin del mismo.

### Medición de progesterona

Se obtuvieron muestras de sangre para medir las concentraciones plasmáticas de progesterona alcanzadas. Las extracciones se realizaron desde un día anterior a la primera aplicación de progesterona, durante el tratamiento (5 días) y un día posterior a la última aplicación. Las muestras se obtuvieron por venopunción, utilizando heparina como anticoagulante, se centrifugaron y el plasma fue mantenido a -20° C hasta el momento de su medición. Para el dosaje se utilizó un kit de RIA (DPC, Los Ángeles, CA, USA), previamente validado para su uso con plasma de llama, Bianchi y col. [5].

### Diseño experimental



### Analisis Estadístico

Las diferencias fueron no significativas al 5%, utilizando un test de análisis de frecuencias de Chi-cuadrado ( $\chi^2$ ).

### Resultados

Utilizando el tratamiento a se observó una disminución del diámetro folicular promedio menor al tamaño dominante (0,4 cm) en el día 5 del tratamiento. las concentraciones plasmáticas de progesterona aumentaron lentamente alcanzando el mayor valor el día 1 ( $72,5 \pm 35,6$  nmol/l) para luego descender paulatinamente (tabla 1).

Tabla 1. Tratamiento a. Se detalla el diámetro folicular promedio de todas las hembras y la concentración plasmática de progesterona diarios. los datos se expresan en promedio  $\pm$  de.

Día	Diámetro folicular (cm)	Progesterona plasmática (nmol/l)
-2	$0,6 \pm 0,3$	
-1	$0,6 \pm 0,2$	$1,1 \pm 0,9$
0	$0,7 \pm 0,3$	$41,4 \pm 38,8$
1	$0,6 \pm 0,3$	$72,5 \pm 35,6$
2	$0,6 \pm 0,2$	$58,8 \pm 39,7$
3	$0,5 \pm 0,2$	$60,4 \pm 30,3$
4	$0,4 \pm 0,2$	$46,4 \pm 15,3$
5	$0,4 \pm 0,2$	$37,0 \pm 13,5$

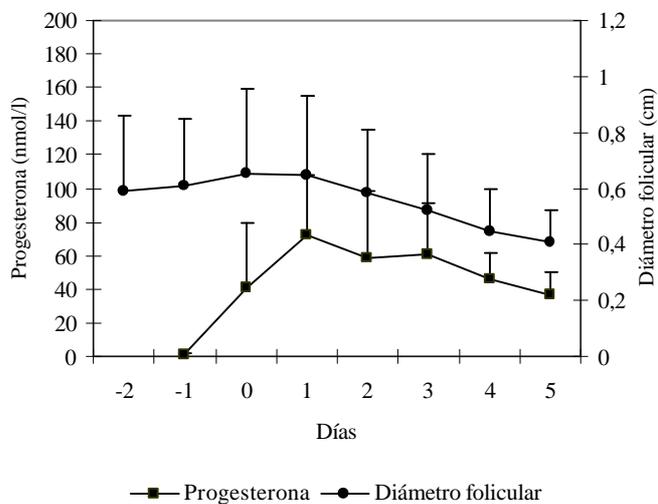


Gráfico 1. Tratamiento a. Concentración de progesterona plasmática y diámetro folicular. Los datos se expresan en promedio  $\pm$  de.

Utilizando el tratamiento b se observó una disminución del diámetro folicular promedio menor al tamaño dominante (0,4 cm) en el día 5 del tratamiento. Las concentraciones plasmáticas de progesterona aumentaron a partir de la aplicación de la misma alcanzando el mayor valor el día 1 ( $105,3 \pm 60,0$  nmol/l). Los niveles fueron más altos que en el tratamiento a (tabla 2).

Tabla 2. Tratamiento b. Se detalla el tamaño folicular promedio de todas las hembras y la concentración plasmática de progesterona diarios. Los datos se expresan en promedio  $\pm$  DE.

Día	Diámetro folicular (cm)	Progesterona plasmática (nmol/l)
-2	0,7 ± 0,3	
-1	0,7 ± 0,3	5,8 ± 5,8
0	0,7 ± 0,2	93,5 ± 71,2
1	0,6 ± 0,2	105,3 ± 60,0
2	0,6 ± 0,2	89,8 ± 53,5
3	0,5 ± 0,2	71,3 ± 31,9
4	0,5 ± 0,1	71,4 ± 32,5
5	0,4 ± 0,1	44,1 ± 12,5

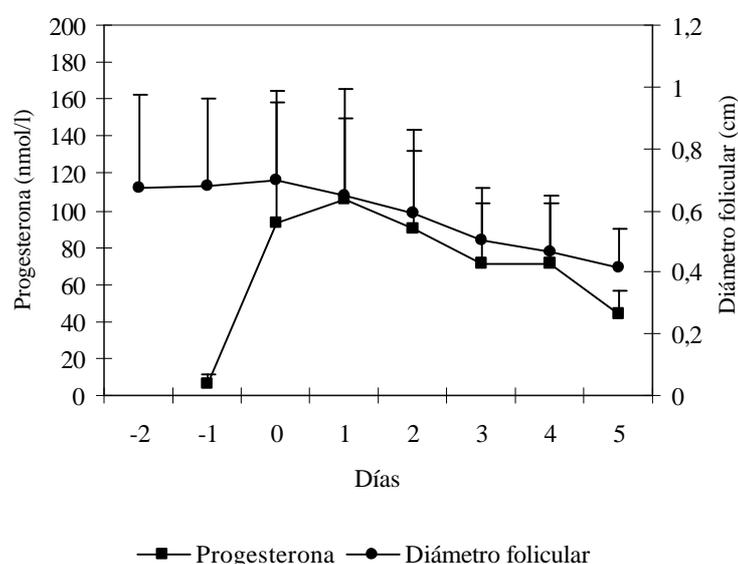


Gráfico 2. Tratamiento B. Concentración de progesterona plasmática y diámetro folicular. Los datos se expresan en promedio ± DE.

No se observaron diferencias significativas entre los tratamientos A y B respecto del diámetro folicular promedio ( $p=0,50$ ). No se encontraron diferencias en el diámetro folicular promedio alcanzado el día 5 entre los dos tratamientos aplicados, lográndose un diámetro folicular promedio menor a 0,55 cm.

## Discusión

Para aplicar un tratamiento de superestimulación ovárica con el objeto de recuperar un gran número de embriones es necesario controlar la dinámica folicular de manera de iniciar el tratamiento en ausencia de folículos dominantes. El presente estudio se realizó con este objetivo, utilizando dos dosis diferentes de progesterona durante un período de 5 días y una única dosis de 1 mg de benzoato de estradiol el primer día del tratamiento. Ambos tratamientos resultaron ser eficientes para sincronizar la onda folicular.

Esto resulta de interés dado que puede utilizarse dicho método como alternativa de otro de eficiencia conocida y que consiste en la aplicación de un dispositivo intravaginal (cidr<sup>®</sup>) actualmente sin disponibilidad en nuestro mercado.

No se encontraron diferencias en el diámetro folicular promedio en los dos tratamientos aplicados, lográndose un diámetro folicular promedio menor a 0,55 cm el día 5 del tratamiento. Las concentraciones

plasmáticas de progesterona fueron más altos al utilizar la administración inyectable respecto del cidr®. Chaves y col. (2002) encontraron un rápido incremento en las concentraciones plasmáticas de progesterona inmediatamente después de la inserción del dispositivo intravaginal con un pico cercano a 30 nmol/l el día 1 posterior a la colocación del cidr®, luego las concentraciones decrecieron rápidamente hasta el día 3, a partir de allí los niveles disminuyeron lentamente hasta llegar a valores basales [3]. Con la p4 inyectable, en el tratamiento a se observó un aumento de las concentraciones a partir del primer día de la aplicación alcanzándose el mayor pico el día 1 ( $72,5 \pm 35,6$  nmol/l), luego los niveles descendieron lentamente. En el tratamiento b el mayor valor fue observado también el día 1 ( $105,3 \pm 60,0$  nmol/l). Los valores en el tratamiento b fueron más altos que en el tratamiento a. En ambos estudios (cidr y p4 inyectable) se utilizó un método distinto para medir la hormona, por lo tanto las diferencias encontradas podrían deberse al método de medición. Las concentraciones plasmáticas de progesterona fueron más bajas en a respecto de b.

Al utilizar progesterona y benzoato de estradiol inyectables la respuesta a la sincronización fue positiva en el 75,0 % de los casos (30/40), mientras que la eficiencia en el uso del CIDR® fue de 62,2 % (46/74) (datos no publicados). Con respecto al método utilizado por Alberio y col, [2], posiblemente al utilizar una dosis menor de progesterona diaria (50 mg) se prolongó el tratamiento de 5 a 7 días para alcanzar el tamaño folicular buscado.

## Conclusiones

La administración exógena de progesterona y benzoato de estradiol inyectables pueden ser utilizados para lograr la sincronización de la onda folicular de la especie *Lama glama*, para iniciar un tratamiento superestimulador.

Debido a que ambos tratamientos son igualmente eficaces para sincronizar la onda folicular, la dosis de 100 mg de progesterona y una única dosis de 1 mg de benzoato de estradiol inyectables sería la recomendada por su menor costo.

## Agradecimientos

Este proyecto fue subsidiado por la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica PICT 2003 BID 1728-OC/AR 08-14231 y por la Universidad de Buenos Aires, UBACyT V018. Agradecemos la colaboración en el dosaje hormonal de Dr. Marcelo Aba, Área de Endocrinología, Facultad de Ciencias Veterinarias, UNCPBA, Tandil, Buenos Aires.

## Bibliografía

1. Brown B.W., 2000. A review on reproduction in South American camelids. *Animal Reproduction Science* 58: 169-195.
2. Ratto M.H., Singh J., Huanca W., Adams G.P., 2003. Ovarian follicular wave synchronization and pregnancy rate after fixed-time natural mating in llamas. *Theriogenology* 60:1645-1656.
3. Chaves M.G., Aba M., Agüero A., Egey J., Berestin V., Rutter B., 2002. Ovarian follicular wave pattern and the effect of exogenous progesterone on follicular activity in non-mated llamas. *Animal Reproduction Science* 69: 37-46.
4. Alberio, R.H., Aller, J.F., 1996. Control y sincronización de la onda folicular mediante la aplicación de progesterona exógena en llamas. *Rev. Arg. Prod. Anim.* 16(4): 325-329.
5. Bianchi, C.P., Meikle, A., Sartore, I., Gonzalez, F., Aba, M.A. 2006. Uterine estrogen receptor alpha and progesterone receptor during the follicular and luteal phase in llamas. *Animal Reproduction Science*, Artículo en prensa.

## PERFIL DE PROGESTERONA PLASMÁTICA Y ACTIVIDAD FOLICULAR EN LLAMAS TRATADAS CON UN DISPOSITIVO INTRAVAGINAL COMERCIAL CONTENIENDO 0,78 GRAMOS DE PROGESTERONA

Cavilla, M.V.; Bianchi, C.P.; Waimann, E.; Aguilera, M.F.; Aba, M.A.

Área de Endocrinología, FCV, UNCPBA, Campus Universitario, Paraje Arroyo Seco s/n, Tandil, Argentina,  
[vcavilla@vet.unicen.edu.ar](mailto:vcavilla@vet.unicen.edu.ar)

### Abstract

The aim of the present study was to characterize the profiles of progesterone in plasma after the insertion of an intravaginal device containing 0,78 g of the steroid (Cue-mate<sup>®</sup>, Biotay), and to evaluate its effect on follicular activity in llamas. In Study I, intravaginal devices were kept into the vagina during 6 days in 9 llamas. Animals were examined by transrectal ultrasonography and blood samples were collected on day 0 (insertion), 2, 4 and 6. Additional blood samples were collected on days 7 and 8. In order to investigate the effect of the stage of follicular development at device insertion on the outcome of treatment, study II was designed (n=14) At Day 0, four, five and five females had growing, mature and regressing follicles, respectively. Intravaginal devices were kept into the vagina during 7 days and transrectal ultrasonography was carried out daily. In Study I, peak progesterone plasma concentrations were attained on Day 2, remained above 2 ng/ml until day 6 and basal values were registered the day after progesterone withdrawal. In both studies a significant decrease in follicle size was observed after the insertion of the device, and there were no ovulatory follicles at device removal. In Study II, the device negatively affected ovarian activity regardless of the stage of follicular development at the beginning of treatment. In conclusion, the device induced during the entire period of treatment, levels of P<sub>4</sub> similar to those registered at a normal luteal phase. In addition the negative influence on follicular activity was independent of the stage of follicular development at the time of device insertion.

Keywords: llamas, progesterone, intravaginal device, follicular activity

### Introducción

Las hembras de camélidos sudamericanos son especies de ovulación inducida, requiriendo la cópula para iniciar la descarga de hormona luteinizante (LH) responsable final del proceso de ovulación [1, 2, 3]. La actividad folicular ocurre en ondas repetitivas de crecimiento, maduración y regresión [4, 5, 6]. La respuesta ovulatoria es altamente dependiente del grado de desarrollo alcanzado por el folículo al momento de aplicarse el estímulo ocurriendo la ovulación sólo si se encuentra presente un folículo con tamaño ovulatorio al momento de la inducción [7]. En llamas no se observa una estrecha relación entre comportamiento estral y ovulación como ocurre en la mayoría de las especies domésticas, sino que las hembras pueden aceptar al macho aún en ausencia de un folículo ovulatorio y de esta manera la ovulación no ocurre en respuesta a la monta. Por estas razones resulta de gran importancia el desarrollo de métodos de control exógeno de la actividad folicular en esta especie.

En la mayoría de las especies domésticas, la progesterona y sus derivados sintéticos, los progestágenos, han probado ser efectivos en controlar el desarrollo folicular y sincronizar la actividad ovárica [8]. En llamas, la progesterona liberada por el cuerpo luteo ejerce un efecto negativo sobre la actividad folicular. En presencia de un cuerpo luteo, los folículos dominantes presentan menor diámetro, exhiben intervalos entre ondas más cortos y se reduce la producción de 17 $\beta$ -estradiol [5, 9, 10].

Es sabido en bovinos que el control del desarrollo folicular utilizando progesterona requiere que dicha hormona alcance un nivel plasmático adecuado para suprimir la pulsatilidad de LH y provocar un efecto negativo sobre el folículo dominante. Cuando los niveles de progesterona son inferiores a los luteales, como ocurre en los tratamientos prolongados, se produce la persistencia del folículo dominante y la ovulación de ovocitos envejecidos, comprometiendo la fertilidad [11]. Las concentraciones luteales de progesterona, en llamas no preñadas, son mayores a 2 ng/ml (6.4 nmol/l) [9, 10]. Existen pocos reportes en llamas en los que se hayan caracterizado los perfiles plasmáticos de progesterona luego de la inserción de un dispositivo intravaginal. Chaves et al. (2002) utilizaron dispositivos intravaginales conteniendo 0,33 g de progesterona (CIDR<sup>®</sup>) por un período de 8 o 16 días. En este estudio, la inserción del dispositivo indujo un rápido incremento de las concentraciones de progesterona alcanzando valores pico (30 nmol/l) el día 1 post-inserción. Posteriormente, las concentraciones declinaron en forma marcada

hasta el día 3 (7-10 nmol/l). Cuando el dispositivo fue utilizado por 16 días las concentraciones declinaron lentamente hasta alcanzar valores basales el día 11-13 pos-inserción [12]. También se han utilizado dispositivos intravaginales con el objetivo de evaluar el efecto de la progesterona y los progestágenos sobre la dinámica folicular [12, 13]. Aba et al (1998), utilizaron esponjas intravaginales conteniendo 120 mg de Acetato de Medroxiprogesterona que permanecieron en vagina por un período de 9 días. Si bien en este estudio no se realizó ecografía para evaluar la actividad folicular, se midieron las concentraciones de 17 $\beta$ -estradiol durante el tratamiento, indicativas de desarrollo folicular. Se observó que la producción de 17 $\beta$ -estradiol se deprimió aproximadamente hasta el día 5 pos-inserción lo cual sugiere que el tratamiento indujo un efecto inhibitorio sobre el desarrollo folicular. Las esponjas resultaron efectivas en sincronizar la actividad folicular dado que la totalidad de las hembras, ovularon frente al estímulo (GnRH ó Servicio), indicando la existencia de un folículo ovulatorio maduro 6 días luego del retiro [13]. En el estudio efectuado por Chaves et al. (2002) el dispositivo indujo un decremento del diámetro folicular desde el día 0 al día 7 pos-inserción [12].

Existe en el mercado un dispositivo intravaginal denominado Cue-mate<sup>®</sup> (Biotay) que ofrece una alternativa eficiente para el tratamiento con progesterona. Este dispositivo ha sido utilizado en vacas y vaquillonas para el manejo de sistemas reproductivos, hembras en anestro y para inhibir y sincronizar el celo en un gran número de animales. Consiste en dos vainas que contienen conjuntamente 1,56 g de progesterona en una matriz de silicona inerte. En el ganado bovino estas vainas se montan en un dispositivo especial y con un aplicador el sistema es colocado en el interior de la vagina. Las vainas tienen una forma espiralada, diseñada para maximizar la liberación de progesterona y minimizar los niveles residuales luego de su uso. El uso de una vaina de este dispositivo, en llamas, tiene la ventaja de utilizar una dosis menor (0,78 g de P4) que aquella contenida en los dispositivos que se utilizan en la mayoría de las especies domésticas. Si bien existen dispositivos con menores concentraciones, estos no se encuentran disponibles en el país.

El diseño de protocolos que logren un control efectivo de la dinámica folicular constituye una herramienta de fundamental importancia para optimizar la eficiencia reproductiva e implementar biotecnologías reproductivas como la inseminación artificial y la transferencia embrionaria en llamas.

Los objetivos del presente trabajo fueron caracterizar los perfiles plasmáticos de progesterona luego de la inserción de una vaina de un dispositivo intravaginal comercial (Cue-mate<sup>®</sup>, Biotay) conteniendo 0,78 g de progesterona y su efecto sobre la actividad folicular (Estudio I) como así también evaluar si dicho efecto depende del estadio folicular al inicio del tratamiento (Estudio II).

## **Materiales y Métodos**

Los estudios fueron llevados a cabo en las instalaciones de la Facultad de Ciencias Veterinarias, UNCPBA, Tandil, Argentina (37° 17' Sur). Se utilizaron llamas adultas no gestantes ni lactantes, con un peso promedio de 100 kg. Las hembras permanecieron sobre pasturas naturales durante todo el período de desarrollo del trabajo. En el Estudio I se caracterizaron los perfiles de progesterona plasmática y la dinámica folicular luego de la inserción de una vaina del dispositivo intravaginal Cue-mate<sup>®</sup>. En el Estudio II se evaluó si el efecto del dispositivo sobre el desarrollo folicular depende del estadio de desarrollo folicular al inicio del tratamiento. En este estudio el estadio folicular al inicio del tratamiento fue determinado por ecografía diaria durante una semana previa al comienzo del mismo. Los resultados se expresan como promedio  $\pm$  SEM.

### *Estudio I*

Se aplicó un tratamiento corto con progesterona que consistió en la inserción intravaginal de una vaina del dispositivo impregnado con 0,78 g de progesterona (Cue-mate<sup>®</sup>, Biotay) a 9 llamas adultas (Día 0). Los dispositivos permanecieron en vagina por un período de 6 días, momento en el que fueron retirados. Los animales fueron ecografiados (real-time, B-mode scanner, Pie Medical 100 vet.) los días 0, 2, 4 y 6, registrando el diámetro folicular máximo de cada ovario. Los días 0 (10 minutos antes de la colocación de los dispositivos), 2, 4, 6, 7 y 8 se tomaron muestras de sangre. Las mismas fueron extraídas de la vena yugular y colocadas en tubos heparinizados. El plasma fue obtenido por centrifugación y conservado a -20 °C hasta su análisis. Las concentraciones de progesterona fueron determinadas por un kit de RIA (DPC, Los Angeles, CA, USA) previamente validado para su uso en llamas en nuestro laboratorio (Aba et al., 1995). En la Figura 1 se muestra el diseño utilizado en el estudio.

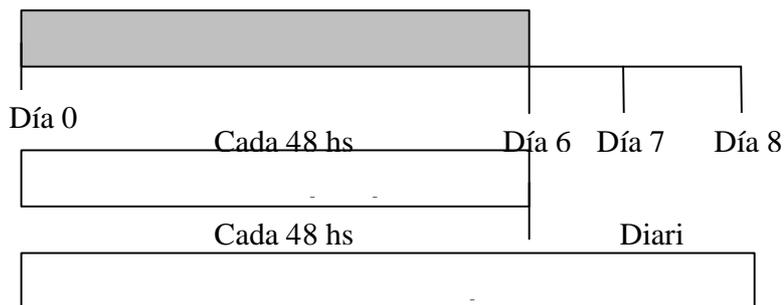


Figura 1. Representación esquemática del diseño del Estudio I.

### Estudio II

Durante una semana previa al comienzo del estudio (Día -7 a Día 0) se realizó ecografía diaria a un total de 14 llamas adultas con la finalidad de determinar el estadio de desarrollo folicular en cada una de ellas. El día 0 se colocó, a la totalidad de las hembras, una vaina del dispositivo intravaginal Cue-mate® (0,78 g de P<sub>4</sub>), el cual fue retirado 7 días más tarde. Durante el período de exposición se realizó ecografía diaria a la totalidad de las hembras, registrando el diámetro folicular máximo en cada ovario. En la Figura 2 se muestra una representación esquemática del diseño seguido en el Estudio II.

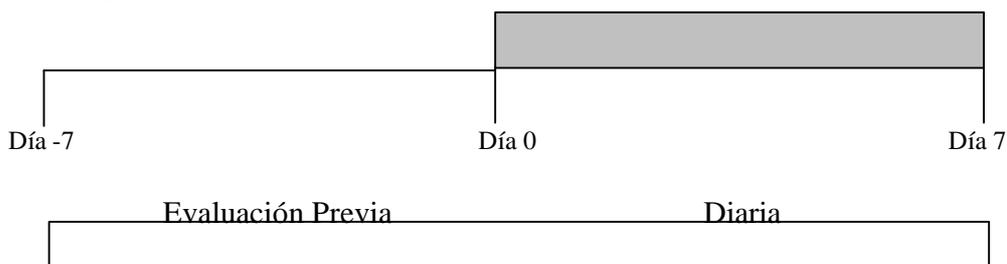


Figura 2. Representación esquemática del diseño del Estudio II.

Al inicio del tratamiento las hembras se encontraban en diferentes estadios de desarrollo folicular: fase de crecimiento (Grupo C; n=4), fase de maduración (Grupo M; n=5) y fase de regresión (Grupo R; n=5). Un folículo en fase de crecimiento fue definido como aquel folículo  $\geq$  a 3 mm que incrementó su diámetro luego de dos mediciones consecutivas. Un folículo en fase de maduración fue definido como aquel folículo  $\geq$  a 8 mm y en fase de regresión aquel que luego de dos mediciones consecutivas presentó una disminución en su diámetro.

### Resultados

En ningún caso el uso de los dispositivos se asoció con descargas vaginales de marcada intensidad y no ocurrió ovulación en respuesta a la inserción o retiro de los mismos, siendo confirmado esto último por ecografía. Una llama (N<sup>o</sup> 274) del estudio I y una llama del estudio II (N<sup>o</sup> 6038) perdieron el dispositivo al día 4 y 3, respectivamente, por lo que los datos registrados en estos animales a partir de dichos días no fueron incluidos en el análisis.

*Estudio I:* Perfil de progesterona plasmática y dinámica folicular luego de la inserción de una vaina del dispositivo intravaginal conteniendo 0,78 g de P<sub>4</sub>

En el Gráfico 1 se muestran los perfiles plasmáticos de P<sub>4</sub> y el diámetro folicular promedio durante el período de exposición. Las concentraciones plasmáticas de progesterona se incrementaron rápidamente luego de la inserción del dispositivo, alcanzando concentraciones máximas el día 2 post-inserción ( $5,88 \pm 0,46$  ng/ml).

Posteriormente, las concentraciones comenzaron a declinar gradualmente, permaneciendo en niveles superiores a 2 ng/ml hasta el retiro (Día 6). A partir de allí las concentraciones declinaron rápidamente hasta alcanzar valores de  $0,54 \pm 0,19$  ng/ml el día posterior al retiro (Día 7).

Se observó una reducción marcada del diámetro folicular promedio durante el período de exposición y ausencia de folículos con tamaño ovulatorio al momento del retiro ( $5,5 \pm 0,41$  mm).

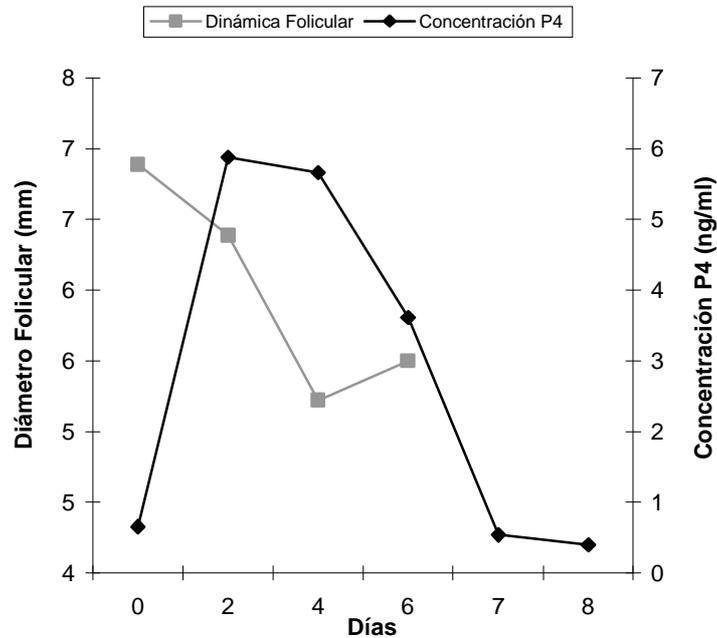


Gráfico 1: Perfil plasmático de P<sub>4</sub> y desarrollo folicular post-inserción del dispositivo.

*Estudio II:* Efecto del dispositivo en hembras con folículos en diferentes estadios de desarrollo al inicio del tratamiento

En el presente estudio se evaluó el efecto del dispositivo sobre el desarrollo folicular en 14 llamas adultas. En la totalidad de las hembras, consideradas independientemente del estadio de desarrollo folicular al inicio del tratamiento, se observó un decremento en el diámetro folicular promedio durante el período de exposición a la progesterona exógena (Gráfico 2).

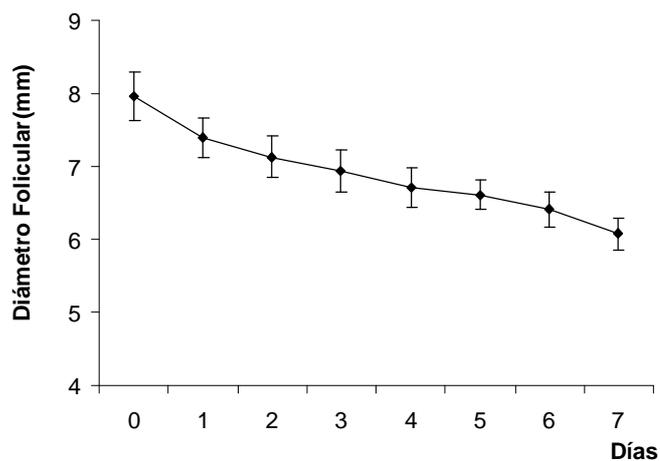
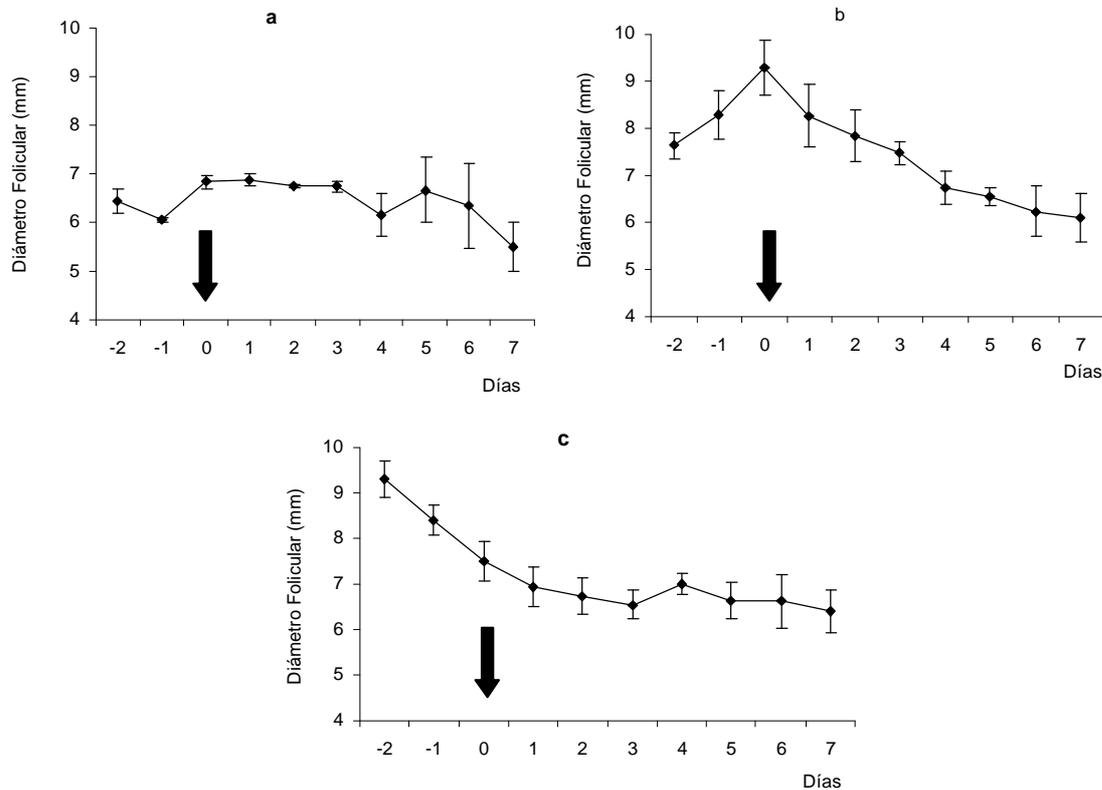


Gráfico 2: Diámetro folicular promedio en la totalidad de las hembras durante el período de exposición a la progesterona exógena

Al momento de la inserción (Día 0) las hembras se encontraban en diferentes estadios de desarrollo folicular: crecimiento (Grupo C; n=4), maduración (Grupo M; n=5) y regresión (Grupo R; n=5). En los Gráficos 3 a, b y c se muestra el diámetro folicular promedio en las hembras del Grupo C, Grupo M y Grupo R, respectivamente. En todos los grupos los diámetros foliculares registrados durante el período de exposición fueron menores o iguales a aquellos observados al inicio del tratamiento y no se presentaron folículos con tamaño ovulatorio al momento del



Gráficos 3 a, b y c: Desarrollo folicular promedio en el Grupo C (a), Grupo M (b) y Grupo R (c) durante el período de exposición a la progesterona exógena. La inserción del dispositivo fue realizada en el día 0 (flecha).

## Discusión

Los perfiles plasmáticos de  $P_4$  y los cambios estructurales observados en el presente trabajo permiten concluir que la utilización de una vaina del dispositivo intravaginal conteniendo 0,78 g de progesterona en un protocolo como el planteado, resulta eficaz para controlar el desarrollo folicular en llamas. Chaves et al. (2002) reportaron que en llamas el uso del dispositivo intravaginal CIDR® con 0,33 g de progesterona resulta eficaz en mantener concentraciones de  $P_4$  por encima de las basales hasta el día 11-13 post-inserción, cuando el dispositivo se mantuvo en vagina por 16 días [12]. En el presente estudio queda demostrado que de acuerdo al perfil de  $P_4$  plasmático inducido por el dispositivo Cue-mate® el mismo es eficaz en mantener concentraciones luteales de  $P_4$  (> a 2 ng/ml) durante todo el periodo de exposición. El efecto negativo de la progesterona sobre el desarrollo folicular observado en el presente estudio concuerda con aquel observado en reportes previos en los que se han utilizado distintas formulaciones y dispositivos diferentes [12, 13]. La observación de que en todos los grupos se registró un efecto negativo de la progesterona sobre el desarrollo folicular permite concluir que dicha inhibición es independiente del estadio de desarrollo folicular al inicio del tratamiento. Esto permite sugerir que el tratamiento puede ser iniciado en cualquier momento sin la necesidad de explorar previamente los ovarios.

Entre las desventajas que se asocian al uso de dispositivos intravaginales se encuentran: la inducción de ovulación al colocar o retirar los mismos, la eliminación de los dispositivos por algunos animales y las descargas

vaginales severas que obligan al retiro prematuro de los mismos. En el presente estudio los dispositivos no indujeron ovulación, lo cual fue confirmado por ecografía transrectal. En algunos animales se observó cierta descarga al retirar los dispositivos pero la misma no fue intensa. Si bien se observó que un 8,7 % de los animales perdieron el dispositivo, deberían realizarse más estudios con un mayor número de animales con el objetivo de evaluar si esta situación representa un inconveniente práctico en el uso de los mismos.

Nuevos estudios serán necesarios para evaluar el desarrollo folicular pos tratamiento, con la finalidad de determinar si el dispositivo intravaginal elegido conteniendo 0,78 g de P<sub>4</sub> es eficiente en asegurar la presencia sincrónica de un folículo con tamaño ovulatorio en un periodo definido luego del tratamiento.

## Conclusión

En conclusión, el presente estudio brinda una caracterización detallada de los perfiles plasmáticos de P<sub>4</sub> luego de la inserción de un dispositivo intravaginal disponible comercialmente y muestra la utilidad del mismo en el control de la actividad folicular independientemente del estadio de desarrollo folicular al inicio del tratamiento en llamas.

## Bibliografía

1. San- Martín, M., Copaira, M., Zúñiga, R., Rodríguez, R., Bustinza, G., Acosta, L., 1968. Aspects of reproduction in alpacas. *J. Reprod. Fertil.* 16: 395-399.
2. England, B.G., Foote, W.C., Matthews, D.H., Cardozo, A. G., Riera, S. 1969. Ovulation and corpus luteum function in the llama (*Lama glama*). *J. Endocrinol.* 45: 505 – 513.
3. Fernández-Baca, S., Madden, D.H.L., Novoa, C., 1970a. Effect Of Different Matting Stimuli On Induction Of Ovulation In The Alpaca. *J. Reprod. Fertil.* 22: 261 – 267.
4. Bravo, P.W., Sumar, J., 1989. Laparoscopic Examination Of The Ovarian Activity In Alpacas. *Anim. Reprod. Sci.* 21: 271-281.
5. Adams, G.P., Griffin, P.G., Ginther, O.J., 1990. Effect Of Lactational And Reproductive Status On Ovarian Follicular Waves In Llamas (*Lama Glama*). *J. Reprod. Fertil.* 90: 535-545.
6. Bravo, P.W., Fowler, M.E., Stabenfeldt, G.H., Lasley, B.L., 1990. Ovarian Follicular Dynamics In The Llama. *Biol. Reprod.* 43: 579 – 585.
7. Bravo, P.W., Stabenfeldt, G.H., Lasley, B.L., Fowler, M.E., 1991. The Effect Of Ovarian Follicle Size On Pituitary And Ovarian Responses To Copulation In Domesticated South American Camelids. *Biol. Reprod.* 45: 553-559.
8. Lauderdale J.W., Zimelman R.G., 1974. Techniques In Female Reproduction. A. Detection And Synchronization Of Estrus. In: Hafez Ese (Ed.), *Reproduction In Farm Animals*, Lea And Febiger, Philadelphia, Usa, 432-436.
9. Aba M.A. Studies On The Reproductive Endocrinology Of Llamas And Alpacas, 1995. *Acta Vet. Scand.* Swedish University Of Agricultural Sciences, Uppsala, Sweden.
10. Aba, M.A., Forsberg, M., Kindhal, H., Sumar, J., Edqvist, L-E., 1995a. Endocrine Changes After Mating In Pregnant And Non Pregnant Llamas And Alpacas. *Acta Veterinaria Scandinavica* 36: 489 - 498.
11. Austin Ej, Mihm M, Ryan Mp, Williams Dh And Roche Jf, 1999. Effect Of Duration Of Dominance Of The Ovulatory Follicle On Onset Of Estrus And Fertility In Heifers. *Journal Animal Science* 77: 2219-2226.
12. Chaves Mg, Aba Ma, Agüero A, Egey J, Berestin V, Rutter B, 2002. Ovarian Follicular Wave Pattern And The Effect Of Exogenous Progesterone On Follicular Activity In Non-Mated Llamas. *Animal Reproduction Science* 69: 37-46.
13. Aba Ma, Quiroga Ma, Auza N, Forsberg M And Kindahl H, 1998. Control Of Ovarian Activity In Llamas (*Lama Glama*), With Medroxyprogesterone Acetate. *Reprod Dom. Anim.* 33: 1-000.

## PRODUCCION *IN VITRO* DE EMBRIONES DE LLAMA MEDIANTE LAS TÉCNICAS DE ICSI Y FIV

Conde Pamela A.<sup>1</sup>, Herrera Carolina<sup>1</sup>, Trasorras Virginia L.<sup>2</sup>, Giuliano Susana M.<sup>3</sup>, Director Ariel<sup>3</sup>, Miragaya Marcelo H.<sup>2</sup>, Chaves María G.<sup>2</sup>, Gambarota Mariana<sup>3</sup>, Agüero Alicia<sup>2</sup>, Rutter Bruno<sup>2</sup>, Pasqualini Sergio<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Halitus Biotecnología, Halitus Instituto Medico. M. T. de Alvear 2084, 1122 Capital Federal, Argentina

<sup>2</sup>Área de Teriogenología

<sup>3</sup>Área de Física Biológica. Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad de Buenos Aires. Av. Chorroarín 280, 1427 Capital Federal, Argentina

### Abstract

The interest in the four species of Southamerican Camelids has increased in the last years. These species are used for high quality fiber production, meat production or as pets. Assisted reproduction techniques in these species such as *In vitro* fertilization (IVF) with epididymal sperm or intracytoplasmic sperm injection (ICSI), have shown poor results so far. (Tibary et al., Theriogenology 2005; 64: 618-638)

The aim of this study was to compare the *in vitro* embryo production in *Lama glama* by IVF or ICSI. A total of 193 oocytes were aspirated from 223 follicles by laparotomy of 21 adult females which had previously undergone ovarian superstimulation treatment. Oocytes from each female were randomly assigned to two different groups: IVF or ICSI. IVF was performed using heparin, penicillamine and hipotaurine as capacitating agents. Oocytes subjected to ICSI were activated with Ionomycin and 6-DMAP immediately after injection. Semen samples were obtained by electroejaculation and incubated in 25%(v/v) of 1mg/ml collagenase solution at 37°C in order to reduce its viscosity. Presumptive zygotes were cultured in SOFaas for 8 days. In each group the cleavage and blastocyst rate were evaluated. The number of cleaved oocytes between all four groups (IVF with or without capacitating agents and ICSI with or without activation) were significantly different ( $p < 0.05$ ). The results presented in this work describe for the first time the *In vitro* production of *Lama glama* embryos by IVF using fresh semen and the first blastocysts obtained by ICSI and cultured in a defined medium.

Key words: southamerican camelids, IVF, ICSI, *in vitro* embryo production.

### Introducción

Durante los últimos años, se ha incrementado el interés por las cuatro especies de camélidos sudamericanos, dos silvestres, *Lama guanicoe* (guanaco) y *Vicugna vicugna* (vicuña), y dos domésticas, *Vicugna pacos* (alpaca) y *Lama glama* (llama). Este interés no sólo surge en países sudamericanos, como Argentina, Bolivia, Chile y Perú, sino también en Europa, Estados Unidos y Australia. Los camélidos sudamericanos son utilizados no sólo para la producción de fibra de alta calidad sino también por su carne y como animales de compañía o animales de carga [1].

El manejo reproductivo de estas especies es complejo y requiere de un mayor estudio para permitir una mejor comprensión de su fisiología reproductiva.

Debido a que estas especies presentan un período de gestación de alrededor de 11 meses y son monotocas, los tiempos generacionales son muy prolongados. La aplicación de técnicas de reproducción asistida acortan estos tiempos y ayudan a mejorar la genética de estos animales con mayor rapidez, además de ser de gran ayuda para comprender los fenómenos que ocurren durante el reconocimiento materno del embrión y el desarrollo de la preñez, entre otras cosas. Técnicas de mediana y alta complejidad, como son la inseminación artificial, la transferencia embrionaria, la fecundación *in vitro* (FIV) o la inyección intracitoplasmática de un espermatozoide (ICSI) ya se han aplicado con éxito en otras especies de producción como bovinos, equinos y ovinos.

La producción *in vitro* de embriones demanda una gran cantidad de ovocitos capaces de ser fecundados. A estos fines, se han utilizado diferentes protocolos de superestimulación ovárica seguidos de la recuperación de ovocitos por laparotomía o por aspiración transvaginal [2, 3, 4, 5] y de la maduración *in vitro* de los mismos [2, 4, 6].

Si bien existen reportes acerca de la utilización de la inseminación artificial [7, 8] y transferencia embrionaria [9] en camélidos sudamericanos, existen pocas publicaciones sobre FIV e ICSI [10]. Se ha reportado la obtención de embriones a partir de superestimulación ovárica y maduración *in vitro* de ovocitos de alpaca, seguido de fecundación *in vitro* con espermatozoides de epidídimo de llama (FIV heteróloga) [4]. Otros autores también

obtuvieron blastocistos con espermatozoides de epidídimo de llama [11] y hasta el momento solo se habían obtenido mórulas por la técnica de ICSI [12].

Por otro lado, la obtención, procesamiento y conservación del semen, juega un rol fundamental en la aplicación de cualquier técnica de reproducción asistida. El semen de llama es altamente viscoso [13, 14]. Los espermatozoides no presentan movilidad progresiva inmediatamente después de haber sido eyaculados y es por esto que su uso en FIV resulta imposible sin un tratamiento previo. Se han utilizado diferentes enzimas para disminuir la viscosidad, obteniéndose mejores resultados con colagenasa [15].

En cuanto a la obtención de semen se han estudiado diferentes métodos como vagina artificial y electroeyaculación [16, 17]. La conservación de semen, ya sea por refrigeración o criopreservación [18, 19, 20, 21], resulta uno de los puntos más controvertidos ya que no se han obtenido aún resultados alentadores.

El objetivo del trabajo fue comparar la producción *in vitro* de embriones mediante las técnicas de fecundación *in vitro* (FIV) e inyección intracitoplasmática de espermatozoide (ICSI) en la especie *Lama glama*, evaluando también la necesidad del uso de agentes capacitantes durante la fecundación *in vitro* y del proceso de activación luego de la inyección intracitoplasmática de un espermatozoide.

## **Materiales y Métodos**

### *Manejo de las hembras*

Se utilizaron 21 hembras adultas vacías, no en lactación, de edad comprendida entre los 4 y 8 años, con un peso corporal de alrededor de 100 kg. Fueron separadas del grupo de machos y alimentadas con fardos de pastura y alimento balanceado con acceso libre al agua. El monitoreo de la dinámica folicular se realizó mediante palpación y ultrasonografía transrectal utilizando un equipo Berger LC 2010 plus con transductor lineal de 5 MHz. La onda folicular fue sincronizada mediante la aplicación de un dispositivo CIDR<sup>®</sup> (Eazi-Breed Pharmacia & Upjohn, Nueva Zelanda) colocado durante 5 días y una dosis única de 1 mg de benzoato de estradiol (Estradiol 10<sup>®</sup>, Río de Janeiro, Argentina) IM el primer día. El día del retiro del dispositivo se aplicaron 1000 UI de eCG (Novormon<sup>®</sup> Syntex, Argentina) y cuando el 50% de los folículos producidos llegó al tamaño dominante (7 mm) se indujo ovulación mediante la administración endovenosa de 8 µg de busrelina (Receptal<sup>®</sup>, Intervet, Alemania). A las 20 horas post-inducción de ovulación se realizó una laparotomía para aspirar los folículos ováricos. La aspiración folicular se realizó con agujas 25/8 y jeringa de 5 ml conteniendo PBS. Los complejos *cumulus* ovocitos (COC's) fueron localizados bajo lupa estereoscópica e inmediatamente transportados al laboratorio en medio TCM-199 con buffer Hepes y 10% de suero fetal bovino (SFB, Gibco-Invitrogen Corporation) a 38° C y se asignaron al azar en 2 grupos: FIV o ICSI.

### *Recolección, procesamiento y evaluación del semen*

Se procesaron 11 eyaculados obtenidos mediante electroeyaculación provenientes de un mismo macho reproductor de 9 años de edad, con un peso de 130 kg. La recolección se realizó bajo anestesia general utilizando xilacina 0,2 mg/kg EV (Rompun<sup>®</sup>, Bayer) y clorhidrato de ketamina 1,5 mg/kg EV (Ketamina<sup>®</sup>, Holliday, Argentina) con un equipo P-T Electronics modelo 304 con un vástago #4 con tres electrodos lineales. La estimulación eléctrica se realizó siguiendo la técnica previamente descrita [22]. Cada eyaculado se diluyó 4:1 en una solución de colagenasa 1 mg/ml [13] en medio TALP [23] suplementado con 15 mM de buffer Hepes (H-TALP) y 3 mg/ml de sero albúmina bovina (BSA). Se incubó 4 min a 38° C y se centrifugó 8 min a 800 g. El pellet obtenido se sembró sobre 1 ml de Percoll 45% y se centrifugó 8 min a la misma velocidad. El pellet recuperado se resuspendió en 0,5 ml de H-TALP y se mantuvo a 38° C hasta el momento de la FIV (3h aproximadamente). Se evaluaron las siguientes características: concentración espermática (en cámara hemocitométrica), movilidad espermática (sobre platina térmica a 37° C con microscopía de contraste de fase, 100x), funcionalidad de membrana (HOS test) e integridad de membrana (tinción con fluorocromos CFDA/ Pi). La evaluación fue realizada en todos los casos por el mismo operador sobre una base mínima de 200 espermatozoides contados.

### *Fecundación in vitro (FIV)*

La fecundación *in vitro* fue realizada en medio TALP suplementado con 6 mg/ml de BSA, 20 µM de Penicilamina, 10 µM de Hipotaurina y 10 µg/ml de sulfato de Heparina (mFIV). La suspensión de espermatozoides en medio H-TALP se centrifugó durante 1,5 min a 400 g y el pellet se resuspendió en mFIV con o sin agentes capacitantes (Penicilamina, Hipotaurina y Heparina). Los ovocitos apartados para la técnica de FIV se separaron en dos grupos para estudiar el efecto de los agentes capacitantes, y se colocaron con un volumen de 10µl en microgotas de 30 ul de mFIV (con o sin agentes capacitantes), en grupos de 1-5 ovocitos y se inseminaron con 10 µl de una

suspensión de espermatozoides con una concentración de  $20 \times 10^6$ /ml. El co-cultivo se realizó a 38° C con 5% de CO<sub>2</sub> en una atmósfera saturada de humedad durante 24 horas.

**Inyección intracitoplasmática de un espermatozoide (ICSI)**

El grupo de ovocitos destinados a la técnica de ICSI fue denudado de las células del cumulus mediante un tratamiento con Hialuronidasa 0,1 % durante 10 min y pipeteo con capilares de vidrio. Únicamente se utilizaron aquellos ovocitos que presentaban un cuerpo polar visible (ovocito MII). Cada ovocito MII se inyectó con un espermatozoide que previamente fue inmovilizado mediante la aguja de inyección. La mitad de los ovocitos inyectados (grupo con activación) fueron activados mediante un tratamiento de Ionomicina 0,5  $\mu$ M durante 10 min y DMAP 2 mM durante 3 h y el resto de los ovocitos inyectados fueron colocados directamente en cultivo (grupo sin activación).

*Cultivo in vitro (CIV)*

A las 24 h de la FIV o inmediatamente después de finalizada la técnica de ICSI, los supuestos cigotos se colocaron en gotas de 20  $\mu$ l (día 0) de medio SOF (fluido sintético de oviducto) [24] suplementado con 1  $\mu$ M glutamina, 2% (v/v) de aminoácidos esenciales, 1% (v/v) de aminoácidos no esenciales, y 8 mg/ml de BSA (mSOF) [25]. Luego de 48 h se observó el porcentaje de clivaje y se continuó su desarrollo hasta el día 6-7.

Todos los reactivos utilizados en este trabajo fueron de Sigma Chemical Company (St. Louis, MO), a menos que se aclare lo contrario.

*Análisis estadístico*

Se compararon las proporciones de clivados con respecto a los ovocitos totales y las proporciones de blastocistos con respecto a los clivados, entre los cuatro grupos utilizando el test de Chi-cuadrado.

## **Resultados**

*Obtención de ovocitos y maduración*

Se aspiraron 223 folículos de 21 hembras y se recuperaron 193 ovocitos, el porcentaje de recuperación fue de 86,54%. De los ovocitos totales, 83 fueron denudados y se observó la presencia del cuerpo polar en 52 de ellos, obteniéndose un 62,65 % de ovocitos en metafase II.

*Evaluación del semen*

Las variables seminales presentaron los siguientes rangos: 40-50% de movilidad progresiva; 72-94,5% de espermatozoides vivos (tinción CFDA/PI) y 30-70% de espermatozoides con endósmosis (HOS test).

*Obtención de embriones por FIV*

Un total de 94 ovocitos fueron apartados para la realización de la técnica de FIV. Cuarenta y nueve de éstos ovocitos fueron sometidos a FIV con agentes capacitantes (FIV+), mientras que el resto (n=45) a FIV sin agentes capacitantes (FIV-). El porcentaje de clivados fue de 40,81 % y 42,22 % para los grupos con y sin agentes capacitantes, respectivamente. Los porcentajes de blastocistos para estos dos grupos fueron 35 % y 47,37 %, respectivamente (Tabla 1)

*Obtención de embriones por ICSI*

Cincuenta y dos ovocitos en el estadio de MII fueron sometidos a la técnica de ICSI. Una vez finalizada, los ovocitos inyectados fueron separados en dos grupos: con activación (n=25) (tratamiento con Ionomicina y DMAP) (ICSI+) o sin activación (n=27) (ICSI-). El porcentaje de clivaje fue de 36% en el grupo con activación vs. 7,4 % sin activación. De los ovocitos clivados se obtuvo un porcentaje de blastocistos de 44,44 % y 50 %, respectivamente (Tabla 1).

*Análisis estadístico*

En este trabajo, se encontró que las proporciones de clivados de los cuatro grupos (FIV +, FIV -, ICSI + e ICSI-) difieren significativamente con un  $p < 0,05$ . No se encontraron diferencias significativas entre las proporciones de blastocistos.

Tabla 1: Embriones de llama obtenidos por las técnicas de FIV e ICSI

Grupos		Clivados (%)	Blastocistos (%)	
			Blasto./clivados	Blasto./ovocitos
FIV	Con agentes capacitantes	20/49* (40,81)	7/20 (35)	7/49 (14,28)
	Sin agentes capacitantes	19/45* (42,22)	9/19 (47,37)	9/45 (20)
ICSI	Activación con Ionomicina y DMAP	9/25* (36)	4/9 (44,44)	4/25 (20)
	Sin activación	2/27* (7,4)	1/2(50)	1/27 (3,7)

\*Difieren significativamente con un  $p < 0,05$ .

## Discusión

Según nuestros conocimientos, éste es el primer reporte de blastocistos de llama obtenidos por las técnicas de FIV e ICSI con semen fresco.

La utilización de técnicas de reproducción asistida en animales de producción presenta la ventaja de acortar los tiempos generacionales para lograr el mejoramiento genético de la especie en cuestión. Si bien en este trabajo la técnica de FIV demostró una mayor eficiencia para obtener ovocitos clivados, la técnica de ICSI no deja ser también una alternativa viable. Es necesario estudiar en detalle la necesidad de activación artificial en ovocitos de llama fertilizados mediante ICSI utilizando diferentes métodos de activación, antes de evaluar la eficiencia de la técnica de ICSI y rechazarla a favor de la de FIV. Esto permitiría poder elegir entre las dos técnicas, dependiendo de las características del semen o de la fuente de espermatozoides.

Por otro lado, este trabajo demuestra que la utilización de semen fresco previamente tratado con enzimas como la colagenasa para disminuir su viscosidad, no inhibe la capacidad fertilizante de los espermatozoides.

La producción *in vitro* de embriones de llama, en combinación con la refrigeración o criopreservación de semen y/o de embriones podría constituir una herramienta útil para la producción y conservación de estos animales. Los resultados obtenidos en este trabajo demuestran que es posible utilizar las técnicas de FIV e ICSI para producir embriones de llama hasta el estadio de blastocisto. Es aún necesario comprobar si estos embriones son capaces de producir nacidos vivos. Por otra parte, trabajos futuros permitirán estudiar estas técnicas con mayor profundidad para lograr una mayor eficiencia de producción.

## Bibliografía

1. Brown B. 2000. A review on reproduction in South American camelids. *Animal Reproduction Science*. 58: 169-195
2. Brogliatti G., Palasz A., Rodríguez-Martínez H., Mapletoft R., Adams G. 2000. Transvaginal collection and ultrastructure of llama (*Lama glama*) oocytes. *Theriogenology* 54:1269-1279.
3. Ratto M., Berland M., Huanca W., Singh J., Adams G. 2005. *In vitro* and *in vivo* maturation of llama oocytes. *Theriogenology* 63: 2445-2457.
4. Gomez G., Ratto M., Berland M., Wolter M. Adams G. 2002. Superstimulatory response and oocyte collection in alpacas. *Theriogenology*. 57, (1): 584. (Abstract)
5. Ratto M., Gomez C., Wolter M., Berland M., Adams G. 1999. Superstimulatory response and oocyte collection in alpacas. II Congreso Mundial sobre Camélidos: 96. Cusco – Perú. (Abstract)

6. Del Campo M., Donoso M., Del Campo C., Rojo R., Barros C. Parrish J., Mapletoft R. 1992. *In vitro* maturation of llama (*Lama glama*) oocytes. 12<sup>o</sup> International Congress of Animal Reproduction The Hague- Holanda. 1: 324:326.
7. Perez G. 1997. Inseminación artificial en camélidos sudamericanos. Actas 2<sup>o</sup> Seminario Internacional de Camélidos Sudamericanos Domésticos. 85-92.
8. Apaza N., Alarcón V., Huanca T., Cárdenas O. 1999. Avances sobre la inseminación artificial con semen congelado en alpacas. II Congreso Mundial sobre Camélidos. Cusco, Perú: 73. (Abstract)
9. Taylor S., Taylor P., James A., Godke R. 2002 Successful commercial embryo transfer in the llama (*Lama glama*) Theriogenology. 57 (1): 344. (Abstract)
10. Tibary A., Anouassi A., Khatir H. 2005. Update on reproductive biotechnologies in small ruminants and camelids. Theriogenology 64: 618-638.
11. Del Campo M., Del Campo C., Donoso M., Berland M. Mapletoft R. 1994. In Vitro fertilization and development of llama (*Lama glama*) oocytes using epididymal spermatozoa and oviductal cell co-culture. Theriogenology 41:1219-1229.
12. Miragaya M., Herrera C., Quintans C., Chaves M., Capdevielle E., Giuliano S., Pinto M., Egey J., Rutter B., Pasqualini S, Agüero A. 2003. Producción *in vitro* de embriones de llama (*Lama glama*) por la técnica de ICSI: resultados preliminares. III Congreso Mundial sobre Camélidos y I Taller Internacional de DECAMA. Potosí, Bolivia.
13. Lichtenwalner AB, Woods GL, Weber JA. 1996. Seminal collection, seminal characteristics and pattern of ejaculation in llamas. Theriogenology. 46(2):293-305.
14. Bravo P., Flores D., Ordofiez C. 1997. Effect of repeated collection on semen characteristics of Alpacas. Biology of Reproduction 57, 520-524.
15. Bravo P., Callo M., Garnica J. 2000. The effect of enzymes on semen viscosity in Llamas and Alpacas. Small Ruminant Research 38: 91-95.
16. Giuliano, S., Director, A., Trasorras, V., Gambarotta, M., Miragaya, M., 2006. Influencia del método de extracción de semen, del macho utilizado, y de la estación del año en características seminales de la especie *Lama glama*. II Simposium Internacional de Investigaciones sobre Camélidos Sudamericanos y Seminario Final del Proyecto Decama. Arequipa, Peru (Abstract).
17. Giuliano S., Spirito S., Miragaya M., Capdevielle E., Agüero A., Boquet M. Ferrari M. 2002. Electroeyaculación and seminal parameters in Vicugna (*Vicugna vicugna*). Theriogenology. 57 (1): 584.
18. Pérez G. 1997. Avances en el congelamiento de semen de alpacas y tasas de gestación. Actas 2<sup>o</sup> Seminario Internacional de Camélidos Sudamericanos Domésticos. 93-96.
19. Heike Bürgel , Erhardt G., Gauly M. 1999. Crypreservation of llama (*Lama glama*). II Congreso Mundial sobre Camélidos, Cusco, Perú :82. (Abstract)
20. Ratto M., Wolter M., Gomez C., Berland M. 1999. II Congreso Mundial sobre Camélidos. Cusco, Perú.79. (Abstract)
21. Valdivia M., Ruíz M., Bermudez L., Quinteros S., Gonzáles A., Manosalva I., Ponce C., Olazábal J. & Dávalos R. 1999. II Congreso Mundial sobre Camélidos, Cusco, Perú. 81 (Abstract)
22. Director, A., Giuliano, S., Miragaya, M., 2004. Evaluation of llama (*Lama glama*) semen obtained by electroeyaculation or using an artificial vagina. Proceedings 15th International Congress on Animal Reproduction (ICAR), pp. 216. (Abstract).
23. Parrish J.J., Susto-Parrish J., Leibfried-Rutledge M.L., Critser E.S. Eyestone W.H., First N.F. 1986. Bovine *in vitro* fertilization with frozen thawed semen. Theriogenology. 25:591-600.
24. Tervit HR, Whitting DG, Rowson LEA. 1972. Succesful culture *in vitro* of sheep and cattle ova. J Reprod Fertil 30:493-497.
25. Gardener DK, Lane M, Spitzer A, Batt PA. 1994. Enhanced rates of cleavage and development for sheep zygotes culture to the blastocyst stage *in vitro* in the absence of serum and somatic cells: Amino acids, vitamins, and culturing embryos in groups stimulated development. Biol Reprod 50:390-400.

## HALLAZGO DE GRANULOMAS ESPERMATICOS EN LAS CABEZAS DE EPIDIDIMOS DE UNA ALPACA (*Lama pacos*)

Cordero Aída<sup>1</sup>, Genovese Patricia<sup>2</sup>, Vega Rafael<sup>3</sup>, Núñez Chichet María E.<sup>2</sup>, Huanca Wilfredo<sup>4</sup>, Bielli Alejandro<sup>2</sup>.

<sup>1</sup>Facultad Zootecnia – Universidad Nacional Agraria La Molina - Av La Universidad s/n – Lima, Perú.

<sup>2</sup>Departamento de Morfología y Desarrollo - Facultad Veterinaria, Universidad de la República, Uruguay.

<sup>3</sup>Hospital San Bartolomé, Lima Perú.

<sup>4</sup>Laboratorio Reproducción Animal, Facultad Medicina Veterinaria-  
Universidad Nacional Mayor de San Marcos.  
aidacordero08@yahoo.com

### Abstract

Little is known about South American camelidae pathologies. Spermatic granulomata are hereditary pathologies which are linked, cattle and sheep, to the presence of blind efferent tubules that do not reach the epididymal duct. After puberty, the spermatozoa accumulate in the blind end of the tubules until the tubular wall brakes and a granuloma develops due to contact of the spermatozoa with the immune system cells. The objective of the present study is to inform about the finding of spermatic granulomata in both caput epididymis of one adult male alpaca. Both epididymides and testes of a male alpaca from the Andean zone of Peru (4 years of age, 65 kg body weight, testicular weight 15.9 and 15.4 g., epididymal weight 1.9 and 1.9 g. No macroscopical lesions were observed. After histological analysis, granulomata were found affecting the region of the efferent ducts. Lesions were well developed, with a outer layer of dense connective tissue, a middle layer of lymphocytes and macrophages and an inner layer of foreign body giant cells which were in contact with a central zone of spermatozoa that did not show any visible alteration. No other microscopical lesions were found, neither in the epididymides nor in the testes. In farm animals, individuals with this pathology are discarded as sires. This is the first report of spermatic granulomata in alpacas. Further studies are needed to evaluate its impact on reproductive performance of alpacas.

Key words: camelid, alpaca, spermatic granuloma.

### Introducción

La crianza de los camélidos domésticos, alpacas y llamas, representa una importante alternativa económica para las poblaciones altoandinas del Perú y países andinos como Bolivia, Argentina y Chile. En nuestro país los índices de productividad son deficientes y aún cuando las causas pueden ser diversas y atribuidas a hembras y machos, la presencia de alteraciones patológicas en machos podría desempeñar un rol importante.

Los granulomas espermáticos son patologías hereditarias poco estudiadas en camélidos. En bovinos y ovinos se vinculan con la presencia de conductillos eferentes ciegos, que no llegan a desembocar en el conducto epididimario. Una vez que los animales llegan a la pubertad y al iniciarse la producción de espermatozoides, estos se acumulan en el extremo ciego del conductillo promoviendo la ruptura de la pared y la formación de un granuloma por contacto de los espermatozoides con células del sistema inmune. Los animales con estas patologías son infértiles y son considerados como descarte.

El presente estudio tiene como objetivo informar el hallazgo de granulomas espermáticos en ambas cabezas epididimarias de una alpaca macho adulto.

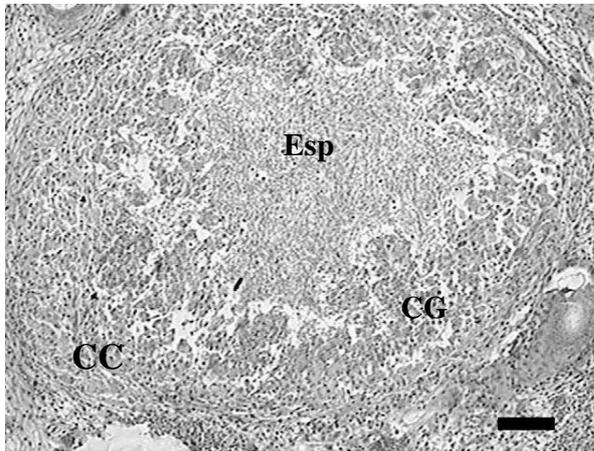
### Materiales y Métodos

En el marco de un estudio a largo plazo del desarrollo testicular y puberal de la alpaca, se realizaron evaluaciones clínicas e histológicas de muestras de testículo y epidídimo de machos adultos. Para el presente reporte se procesó histológicamente los epidídimos y testículos de una alpaca huacaya macho, de 4 años de edad y 65 kg de peso vivo, procedente de Huancayo, zona central del Perú. Para el efecto se procedió a realizar la castración de ambos testículos y se realizó la colección de las muestras de tejido testicular y del epidídimo. Las muestras fueron fijadas en solución de Bouin por 12 horas, posteriormente las muestras fueron lavadas con agua y colocadas en alcohol al 70% hasta su procesamiento en el laboratorio de histología. Las muestras fueron procesadas, realizándose

cortes de 3 mm., sometiéndolas a la coloración de hematoxilina-eosina y posteriormente se realizó la evaluación en el Laboratorio de Histología – Facultad de Veterinaria, Universidad de Uruguay. Se definió como región histológica E a la región de la cabeza del epidídimo que contiene conductillos eferentes, y como región histológica 1 a la región de la cabeza del epidídimo que contiene cortes del conducto epididimario y que se encuentra adyacente a la región E.

## Resultados

El peso de los testículos derecho e izquierdo fue de 15,9 y 15,4 g. de peso y de los epidídimos fue 1,9 g. de peso para ambos lados. Al examen clínico y patológico macroscópico de los testículos y epidídimos no se observó lesión alguna; sin embargo al análisis histológico, un granuloma afectaba la región de los conductillos eferentes (región E, cercana al límite con región 1) del epidídimo derecho, y 3 granulomas lo hacían en el izquierdo en ubicaciones similares. Dos de los granulomas (uno por epidídimo) estaban bien desarrollados, con una capa periférica de tejido conjuntivo denso, otra más interna de linfocitos y macrófagos y por dentro una de células gigantes a cuerpo extraño, que quedaban en contacto con los espermatozoides. Los espermatozoides no tenían signos de alteraciones visibles. El diámetro mayor del granuloma fue de 1.400  $\mu\text{m}$  (epidídimo derecho) y de 2.300  $\mu\text{m}$  (izquierdo), y el espesor de su pared (incluyendo el tejido conjuntivo) de unos 111  $\mu\text{m}$  en el epidídimo derecho, y 840  $\mu\text{m}$  en el izquierdo. No se hallaron otras lesiones microscópicas ni en los epidídimos ni en los testículos.



Granuloma espermático. Límite entre regiones E y 1, cabeza de epidídimo. Esp.= espermatozoides. CG= células gigantes. CC= capa conjuntiva. Barra= 150  $\mu\text{m}$ .

## Conclusiones

Este es el primer reporte de la presencia de granulomas espermáticos en alpacas y se requiere mayores estudios para confirmar su importancia como factor relacionado con las deficiencias reproductivas en esta especie. En otras especies productivas, los animales con esta patología son habitualmente descartados como reproductores. Se recomienda tener presente la posible presencia de granulomas espermáticos al inspeccionar los reproductores y descartar aquellos que presenten esta patología.

## Bibliografía

1. Thomas Carlyle y Ronald Duncan. Patología Veterinaria 1990. 5ta Edición, Edit Hemisferio Sur S.A. 1593 p.
2. Nigel Palmer. Pathology of Domestic Animals. 1993 4ta Edición Vol. 3 514-518 p.

## Interacción homóloga del sistema proacrosina/acrosina con glicoproteínas de zona pelúcida de Alpaca (*Vicugna pacos*)

Cristian R., Álvarez C., Rodríguez V., Uipan P., Valdivia M

Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ciencias Biológicas, Instituto de Investigaciones Antonio Raimondi.

E-mail: [mvaldiviac@unmsm.edu.pe](mailto:mvaldiviac@unmsm.edu.pe)

### Abstract

El objetivo de este trabajo fue evidenciar la interacción molecular de las glicoproteínas de la zona pelúcida con extractos ácidos de proteínas acrosomales de alpacas. Se aislaron las glicoproteínas de la zona pelúcida, fueron corridas por duplicado en un gel de electroforesis al 10% y luego fueron transferidas a una membrana de nitrocelulosa. Las glicoproteínas transferidas se incubaron con extracto ácido (EA) de proteínas acrosomales de espermatozoides de alpaca a pH 3, a pH 8 y con EA con benzamidina 50mM, todas incubadas a temperatura ambiente. Se encontró que el EA a pH3 reconocía 3 bandas; las que corresponderían a las 3 glicoproteínas de la zona pelúcida: aZP1, aZP2 y aZP3. El EA a pH 8 reconocía solo 2 bandas, que correspondería a aZP2 y aZP3. Al incubarse con el EA con benzamidina no se reveló ninguna banda de interacción. Al parecer la acrosina en su forma inactiva se une de manera indiferente a las 3 glicoproteínas de ZP, produciéndose así la unión primaria, pudiéndose apreciar que es mayor la interacción con aZP3. Cuando la acrosina está en su forma activa se une sólo a aZP2 y a aZP3 pero no a aZP1, produciéndose así la unión secundaria. Al quedar inhibida la interacción entre el sistema proacrosina/acrosina con las proteínas de la ZP, se evidencia que en alpacas, tanto la proenzima como la enzima activa son necesarias para el reconocimiento con las glicoproteínas de la ZP durante el proceso de interacción gamética.

### Introducción

La zona pelúcida (ZP) que rodea al ovocito consiste en un grupo de glicoproteínas. Así se han descrito ya 3 glicoproteínas para ratón, hámster y conejo y 5 se han descrito para cerdo [1-2]. En el ratón la glicoproteína ZP3 es el receptor primario para los ligandos presentes en la membrana plasmática espermática [3]. La interacción espermatozoides-ovocito es proceso de adhesión celular especializado que permite la fertilización y activación para el desarrollo. Estudios en ratones han demostrado que la unión primaria entre la membrana plasmática del espermatozoide y las glicoproteínas de la ZP inducen la transducción de señales en cascada que conllevan a la reacción acrosómica (RA). El espermatozoide reaccionado penetra la ZP por un mecanismo que involucra el movimiento vigoroso y la hidrólisis de matriz extracelular por enzimas acrosomales.

Durante la penetración, los espermatozoides con acrosoma reaccionado se mantienen asociados a componentes de la ZP, en un proceso llamado unión secundaria. Sin embargo las bases moleculares de esta interacción aun están siendo estudiadas [4]. La identificación de proteínas espermáticas y de la ZP envuelta en los pasos iniciales de la interacción gamética es de gran relevancia considerando que hay una gran proporción de fallas en la fertilización asociados con la inhabilitación del espermatozoide de unirse y penetrar la zona pelúcida [5].

La ZP de mamíferos está compuesta de 3 a 5 glicoproteínas principales, que resulta de la expresión de al menos 3 genes ZPA, ZPB y ZPC [6]. Se conoce que los oligosacáridos O-linked de la ZP3 murina estarían participando de la unión primaria y así inducir la RA [1]. Muchos reportes también han demostrado que las ZP2 murina estaría involucrada en la unión secundaria de la ZP, mientras que la ZP1m estaría manteniendo la integridad estructural de la ZP [7 – 9].

Muchas proteínas se han propuesto que son las involucradas en el proceso de interacción gamética [1], dentro de ellas se encuentra la acrosina, una enzima proteasa tipo tripsina [10]. La acrosina es sintetizada como un zimógeno, proacrosina, y esta se activa durante el proceso de RA. Esta enzima ayuda a la penetración y dispersión del contenido acrosomal del espermatozoide por la digestión de la ZP [10 –11]. Existen estudios que correlacionan una actividad enzimática anormal de la acrosina con bajos rangos de éxito en protocolos de fertilización In vitro [12 – 16].

Numerosos estudios han demostrado que el sistema proacrosina/acrosina participa en la unión a ZP, anticuerpos específicos anti-acrosina interfieren con la habilidad del espermatozoide de interactuar con la ZP [17] y espermatozoides de ratones con deficiencias en la acrosina tuvieron una actividad disminuida en la capacidad de

unión a ZP2m [18]. Estudios bioquímicos han demostrado en muchas especies la habilidad del sistema proacrosina/acrosina de unirse a las glicoproteínas de ZP nativas [19- 25]. Con estos conocimientos se sabe que la proacrosina puede actuar como una proteína multifuncional, mostrando actividad hidrolítica y de adhesión a ZP.

## **Materiales y Métodos**

### *Obtención de muestra*

Las muestras fueron obtenidas del Camal Municipal del Departamento de Huancavelica -Perú. Tanto ovarios como testículos son colocados en solución salina a 4°C para su transporte a la ciudad de Lima, donde fueron trabajados en el Laboratorio de Fisiología de la Reproducción Animal de la FCB – UNMSM.

### *Extracción de Proacrosina*

El método de extracción de proacrosina fue realizado mediante la preparación de extractos ácidos [26]. Las colas de los epidídimos de alpaca fueron extraídas con mucho cuidado tratando de descartar en lo posible la presencia de sangre, se colocaron en placas petri con buffer fosfato salino (PBS) atemperado a 37°C y fueron cortadas con tijeras para permitir la salida de los espermatozoides al medio. Una vez obtenida la suspensión de espermatozoides, se lavó en PBS 3 veces a 600 rpm por 5 minutos, se colocó 1h a 37°C en una solución de NaCl 0,15 M y se centrifugó a 900 rpm por 20 minutos a temperatura ambiente. El pellet se resuspendió en una solución de Triton X-100 0,1% y se volvió a centrifugar a 600 rpm por 20 minutos. La proacrosina se obtuvo de este pellet agregando una solución ácida de HCl 1mM, glicerol 10%, azida de sodio 0,02%, ajustado a pH 3,0 y dejado a 4°C toda la noche. La suspensión se centrifugó a 10000 rpm 30 minutos y el sobrenadante se almacenó a -20°C.

### *Obtención y solubilización de ZP*

Los ovarios de alpaca cortados en trozos pequeños fueron colocados en placas petri que contenían PBS para poder disgregar el tejido ovárico y tener acceso a los folículos. Cada folículo fue aspirado con agujas finas. Los complejos cúmulus-ovocito fueron colocados en PBS para ser lavados con una pipeta muy fina. Los ovocitos sin células del cúmulus fueron despojados del contenido citoplasmático y posteriormente las ZP fueron lavadas varias veces en PBS. Las ZPs lavadas se colocaron en baño maría a 68°C por 1 h, se centrifugaron a 16 000 rpm por 15 minutos y el sobrenadante se almacenó a -20° C.

### *Electroforesis e Immunoblotting*

Se realizó una electroforesis (100V por una hora) mediante el método de Laemli, en la que se corrieron por duplicado las muestras de ZP solubilizadas. Las proteínas de zona pelúcida de alpaca fueron separadas en un gel de electroforesis al 10% y luego transferidas a una membrana de nitrocelulosa (100V, 350mA por una hora). La membrana fue incubada toda la noche en buffer de bloqueo a 4°C y lavada en buffer de lavado (3 veces por 5 minutos). Luego la membrana fue incubada con el extracto ácido de espermatozoides de alpaca (0,074 g/?l) a pH 3 (enzimas inactivas) y a pH 8 (enzimas activas) por 1,5 horas a temperatura ambiente. Después de este tiempo, la membrana fue incubada con el anticuerpo monoclonal anti acrosina humana C5F10 (1/1000) por 1,5 horas a temperatura ambiente. Luego fue lavada en buffer de lavado (3 veces por 5 minutos) e incubada con el anticuerpo secundario (goat anti mouse IgG H+L – 1/300) por 3 horas a temperatura ambiente, a continuación lavada (3 veces por 5 minutos) con buffer de lavado, con PBS por 5 minutos y finalmente con agua destilada por 5 minutos. Después la reacción fue amplificada con plata por 20 minutos (o hasta evidenciada la reacción).

## **Resultados**

Las moléculas complementarias entre la zona pelúcida y las proteínas acrosomales de alpaca se evidenciaron enfrentando ambas a pH 3,0 (durante la forma nativa, el sistema proacrosina/acrosina permanece en su forma zimógena) y a pH 8,0 (extracto activado por 5 minutos, cuando la mayor parte del sistema proacrosina/acrosina esta en su forma activa) (Figura 1). A pH 3,0 se observa complementariedad con 3 bandas, las que corresponderían a aZP1 (ZP1 de alpaca), aZP2 (ZP2 de alpaca) y aZP3 (ZP3 de alpaca). A pH 8,0 se observa complementariedad con 2 bandas, las que corresponderían a aZP2 y aZP3. Cuando se ensayó este experimento con extractos ácidos que contenían benzamidina 50mM, un inhibidor específico para serino proetasas, no se evidenció ninguna banda de interacción (datos no se muestran).

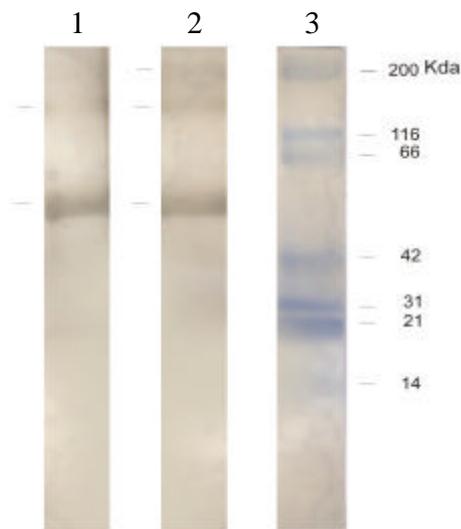


Figura 1. Interacción de las glicoproteínas de la zona pelúcida de alpacas incubadas con proteínas acrosomales identificada con el anticuerpo anti-acrosina humana C5F10. Línea 1: Proteínas de la ZP incubadas con proteínas acrosomales a pH 8. Línea 2: Proteínas de la ZP incubadas con proteínas acrosomales a pH 3. Línea 3: Estándar de peso molecular

## Discusión

Los resultados presentados en este trabajo demuestran a nuestro criterio que existe concordancia y algunas diferencias en relación a la interacción del sistema proacrosina/acrosina de espermatozoides de alpaca con sus proteínas complementarias en la ZP homóloga, en comparación a otras especie.

Se conoce que no en todas las especies existe el mismo comportamiento de unión acrosina-ZP. Se ha demostrado en humanos, que la  $\beta$  acrosina se une de manera específica a hZPA, hZPB y hZPC; y en ratones, la  $\beta$  acrosina se une específicamente a mZP2. [28]. En alpacas, según lo encontrado, la acrosina en su forma activa reconocería a aZP2 y a aZP3, y en su condición de zimógeno reconoce a las 3 glicoproteínas de ZP. Al parecer la acrosina en su forma inactiva se une de manera diferente a las 3 glicoproteínas de ZP, produciéndose así la unión primaria, pudiéndose apreciar que es mayor la interacción con aZP3. De igual manera, cuando la acrosina esta en su forma activa se une solo a aZP2 y a aZP3, pero no a aZP1, produciéndose así la unión secundaria.

En humanos se sabe que la unión de la región comprendida entre los residuos 59-160 son los que presentan actividad de unión en la proacrosina y que la proenzima tiene una mayor afinidad a hZPA que la secuencia similar a  $\beta$ -acrosina, revelando así un rol importante de la interacción de la proenzima. Al quedar inhibida la interacción entre el sistema proacrosina/acrosina con las proteínas ZP en alpacas, se evidencia que para esta especie tanto la proenzima como la enzima activa son necesarias para el reconocimiento con las glicoproteínas de la ZP durante el proceso de interacción gamética.

## Bibliografía

1. Ahuja KK, Bolwell CP (1983): Probable asymmetry in the organization of components of the hamster zona pellucida. *J Reprod Fertil* 69:49–55.
2. Dunbar BS, Avery S, Lee V, Prasad S, Schwahn D, Schowobel E, Skinner S, Wilkins B (1994): The mammalian zona pellucida its biochemistry, immunochemistry, molecular biology and developmental expression. *Reprod Fertil Dev* 6:331–347.
3. Vasquez M, Phillips D, Wassarman P (1989): Interaction of mouse sperm with purified sperm receptors covalently linked to silica beads. *J Cell Sci* 92:713–722.
4. Wassarman PM, Jovine L, Litscher ES. A profile of fertilization in mammals. *Nat Cell Biol* 2001;3:59–64.

5. Liu DY, Baker HW. Defective sperm-zona pellucida interaction: a major cause of failure of fertilization in clinical in-vitro fertilization. *Hum Reprod* 2000;15:702–8.
6. Rankin T, Dean J. The zona pellucida: using molecular genetics to study the mammalian egg coat. *Reviews of Reprod* 2000;3:114–21.
7. Bleil JD, Wassarman PM. Autoradiographic visualization of the mouse egg's sperm receptor bound to sperm. *J Cell Biol* 1986;102:1363–71.
8. Bleil JD, Greve JM, Wassarman, PM. Identification of a secondary sperm receptor in the mouse egg zona pellucida: role in maintenance of binding of acrosome-reacted sperm to eggs. *Dev Biol* 1988;128:376–86.
9. Kerr CL, Hanna WF, Shaper JH, Wright WW. Characterization of zona pellucida glycoprotein 3 (ZP3) and ZP2 binding sites on acrosome intact mouse sperm. *Biol Reprod* 2002;66:1585–95.
10. Urch UA. Biochemistry and function of acrosin. In: Wassarman P, ed. *Elements of Mammalian Fertilization*. Boca Raton: CRC Press, 1991: 233–48.
11. Yamagata K, Murayama K, Okabe M, Toshimori K, Nakanishi T, Kashiwabara S, et al. Acrosin accelerates the dispersal of sperm acrosomal proteins during acrosome reaction. *J Biol Chem* 1998;273:10470–4.
12. Kennedy WP, Kaminski JM, Van der Ven HH, Jeyendran RS, Reid DS, Blackwell J, et al. A simple, clinical assay to evaluate the acrosin activity of human spermatozoa. *J Androl* 1989;10:221–31.
13. Tummon IS, Yuzpe AA, Daniel SAJ, Deutsch A. Total acrosin activity correlates with fertility potential after fertilization in vitro. *Fertil Steril* 1991;56:933–8.
14. De Jonge CJ, Tarchala SM, Rawlins RG, Binor Z, Radwanska E. Acrosin activity in human spermatozoa in relation to semen quality and in-vitro fertilization. *Hum Reprod* 1993;8:253–7.
15. Sharma R, Hogg J, Bromham DR. Is spermatozoan acrosin a predictor of fertilization and embryo quality in the human? *Fertil Steril* 1993;60: 881–7.
16. Marí S, Rawe V, Biancotti JC, Charreau E, Dain L, Vazquez-Levin MH. Biochemical and molecular studies on the proacrosin/acrosin system in patients with unexplained infertility. *Fertil Steril* 2003; 79(Suppl 3):1676–9.
17. Peknicova J, Capkova J, Geussova G, Ivanova M, Mollova M. Monoclonal antibodies to intra-acrosomal proteins inhibit gamete binding in vitro. *Theriogenology* 2001;56:211–23.
18. Howes E, Pascall JC, Engel W, Jones R. Interactions between mouse ZP2 glycoprotein and proacrosin: a mechanism for secondary binding of sperm to the zona pellucida during fertilization. *J Cell Sci* 2001;114: 4127–36.
19. Howes E, Pascall JC, Engel W, Jones R. Interactions between mouse ZP2 glycoprotein and proacrosin: a mechanism for secondary binding of sperm to the zona pellucida during fertilization. *J Cell Sci* 2001;114: 4127–36.
20. Töpfer-Petersen E, Henschen A. Acrosin shows zona and fucose binding, novel properties for a serine proteinase. *FEBS Lett* 1987;226:38–43.
21. Jansen S, Quigley M, Reik W, Jones R. Analysis of polysulfate-binding domains in porcine proacrosin, a putative zona adhesion protein from mammalian spermatozoa. *Int J Dev Biol* 1995;39:501–10.
22. Jansen S, Jones R, Jenneckens I, Marschall B, Kriegesmann B, Coadwell J, et al. Site-directed mutagenesis of boar proacrosin reveals residues involved in binding of zona pellucida glycoproteins. *Mol Reprod Dev* 1998;51:184–192.
23. Crosby JA, Jones R, Barros C, Carvallo P. Characterization of the functional domains of boar acrosin involved in nonenzymatic binding to homologous zona pellucida glycoproteins. *Mol Reprod Dev* 1998; 49:426–34.
24. Richardson RT, O'Rand MG. Site-directed mutagenesis of rabbit proacrosin. Identification of residues involved in zona pellucida binding. *J Biol Chem* 1996;271:24069–74.
25. Furlong LI, Hellman U, Krimer A, Tezón JG, Charreau EH, Vazquez-Levin MH. Expression of human proacrosin in *Escherichia coli* and binding to zona pellucida. *Biol Reprod* 2000;62:606–15.
26. Leyton, L., De Ioannes, A., Croxatto, H.B., Graham, E.J. & Elce, J.S. (1986). Two satisfactory methods for purification of human acrosin. *Biochem. Cell. Biol.* **64**, 1020–4.
27. Valdivia, M., Yunes, R., Melendez, J., De Ioannes, A.E., Leyton, L., Becker, M.I., Barros, C., 1994. Immunolocalization of proacrosin/acrosin in rabbit sperm during acrosome reaction and in spermatozoa recovered from the perivitelline space. *Mol. Reprod. Dev.* **37**, 216–222.
28. Furlong, L, Harris, J, y Vazquez-Levin, M. (2005). Binding of recombinant human proacrosin/acrosin to zona pellucida (ZP) glycoproteins. I. Studies with recombinant human ZPA, ZPB, and ZPC. *Fertility and Sterility\_ Vol.* **83**, No. 6, 1780-90.

# ESTUDIO DE LA PRODUCCIÓN ESPERMÁTICA TOTAL DE TESTÍCULOS DE ALPACAS

Dávalos Rodrigo Rosa

Universidad Nacional Mayor de San Marcos - Facultad de Medicina Veterinaria – EE IVITA – Mantaro  
[rosadav@hotmail.com](mailto:rosadav@hotmail.com), [rdavalos2@hotmail.com](mailto:rdavalos2@hotmail.com)

## Abstract

The experiment was do it in the EE IVITA – Mantaro al 3230 msnm, with the finality to study the reproduction potential of the alpaca male on different ages. Because during the mating with natural mount is important the reproduction capacity of the fertile service, for this we use the technique of spermatic extraction of 136 testicles of 68 animals that have ages of 1 year to 5 years for the determination of the total spermatic production (PET) and seminal characteristics, it was found that the 100% (136/136) of the samples have a progressive growing of the testicle mass and the semen production since 1 year to 5 years, with a little tendency to more left testicular weight than the right testicle, but, the spermatic production was varied, this shows that the more testicular weight is not a significant like a predictor of semen production, but no the global weight. The histologists plates shows lax tissue with low cellular mass between the (tubules seminiferos) and the tubules, this means that the production potential of the sperm is low and cant reach more than 3 fertile mounts/day.

Key words: Sperm, alpaca, Sperm production.

## Introducción

La alpaca representa un recurso pecuario de suma importancia, por la generación de importantes aportes económicos. Sin embargo, su potencial productivo esta limitado por varios factores entre ellos el reproductivo, que se traduce en bajas tasas de natalidad, poca saca y por ende el mantenimiento y uso en campo de reproductores en los que se desconoce el potencial de eficiencia para servir hembras.

Por ello, hablar de eficiencia reproductiva, se basa en evaluaciones de machos y hembras, en el caso de alpacas donde los empadres se realizan a campo abierto y con monta natural la eficiencia del reproductor es sumamente importante por que afecta a un gran número de hembras, siendo la capacidad de servicio y la produccion espermatica caracterisitas muy importantes [2-3]. Existen diversos procedimientos para su evaluación, como son el examen físico y reproductivo, incluyendo, consistencia testicular, circunferencia escrotal, colección, evaluación de semen y evaluación de la capacidad de servicio [3]; que a su vez indirectamente dan luces sobre la producción espermática (Malecky et al 1997, y Sullivan and Pickett 1975, Galloway 1994) pero que también puede ser evaluada de muchas formas; en equinos se halla multiplicando el total de espermias de 2 eyaculados sucesivos por un factor (Squires et al 1979); en humanos (Swiestra et al 1975), conejos (Amann 1970) y cerdos (Huang y Johnson 1996), mediante el conteo de espermátidas después de la homogenización testicular (Peirce and Breed 2001), reportándose en todos alta correlación entre Prod. espermática diaria (PDS), Prod. espermática total (PET) y peso testicular. Concluyéndose que es de esperar que animales con gran peso testicular tengan alta PET y PED (Thompson y Berndtson 1993), y produzcan mejores eyaculados en comparación a otros con testículos pequeños.

## Material y Métodos

Se colectaron 136 testículos proveniente de 68 alpacas de diferentes edades (1, 2, 3, 4 y 5 años) que fueron sacrificados en camales de Huancayo, Huancavelica y Cusco, tomándose datos individuales de peso, largo, ancho y diámetro. La evaluación seminal y producción espermática fue expresada en número de espermias/g parénquima testicular y el peso epididimal y se obtuvo mediante la aplicación de la técnica de extracción espermática basado en la trituration de los testículos y epidídimos postmortem (Miles et al 1992), las muestras obtenidas fueron conservadas evaluadas para determinar la concentración. Asimismo se tomaron muestras seccionadas de ambos testículos para su procesamiento histológico, (promedio de 20 túbulos/animal) y espesor del túbulo y epitelio germinal (Sarranm 2000).

### Colección:

Se colectaron testículos de 68 alpacas de la raza Huacaya destinados a saca a quienes se les determinó la edad mediante erupción y desgaste dental y categorizó en 5 grupos diferentes. Previamente fueron identificados, pesados y evaluados sus genitales externos mediante palpación para descartar los anormales, posteriormente se colectó los testículos.

### Medida de biometría:

Los testículos colectados fueron pesados individualmente y se evaluó el largo, ancho y diámetro.

### Evaluación de semen:

Se evaluó la producción espermática empleándose la técnica de extracción espermática basado en la trituración de los testículos y epidídimos postmortem (Miles et al 1992),

### Histología testicular:

Secciones de 1 cm<sup>3</sup> de ambos testículos fueron fijadas en solución Bouin (24 h) conservadas en alcohol y llevadas al Laboratorio de Histopatología de la FMV para su procesamiento

## Resultados y Conclusión

Se observó que en el 100% de muestras recolectadas (136/136) existe un crecimiento progresivo en masa testicular y producción de semen desde el primer año hasta el quinto año, con ligera tendencia de mayor peso del testículo izquierdo versus el derecho (Cuadro 1 y 2), sin embargo; la producción espermática es variada. Estos resultados demuestran que la capacidad de producción de esperma de cada testículo es independiente y que aun a los 5 años la alpaca puede ser considerado como reproductor por su adecuada producción de espermatozoides, Ahora este crecimiento diferente para ambos testículos no tienen explicación fisiológica conocida, por lo que asumimos que debe estar controlado por factores genéticos y hormonales propios de la especie.

Cuadro 1. Peso promedio de los testículos según la edad (en gramos)

1 año		2 años		3 años		4 años		5 años	
Der	Izq	Der	Izq	Der	Izq	Der	Izq	Der	Izq
3	3,5	7	7,5	10	10,9	11	11,3	12	12,8

Cuadro 2. Producción espermática diaria (PED) promedio según testículo y edades (expresada en número de espermatozoides /g parénquima testicular).

1 año				2 años				3 años				4 años				5 años			
Der		Izq		Der		Izq		Der		Izq		Der		Izq		Der		Izq	
x	%	x	%	x	%	x	%	x	%	x	%	x	%	x	%	x	%	x	%
6	2	7	2,2	56	18,6	60	18,8	140	47	152	50,1	220	73,3	226	70	300	100	320	100

Los resultados histológicos revelan que si bien existe un incremento de masa testicular un alto porcentaje de ello esta basado en la existencia de tejido conjuntivo laxo, entre túbulos, existe aumento de células inmaduras y escaso esperma presente en tubos, lo que revelaría que la capacidad de servicio de estos animales en monta natural es muy baja.

## Análisis y Discusión

La PED según la ubicación del testículo se muestra en el Cuadro 2., observándose mayor producción de esperma en el testículo izquierdo por su mayor peso (Cuadro1), este mayor crecimiento no tiene explicación fisiológica conocida por lo que se asume que podría estar controlado por los niveles hormonales. Se puede también observar que hasta los 5 años estudiados existe incremento de la producción espermática

## Bibliografía

1. Andel-Raouf M. 1960. The postnatal development of the reproductive organs in bulls with special reference to puberty. *Acta Endocrinológica*. Suppl: 49. pag. 109
2. Bravo W. 1998. Avances en la fisiología del macho: llama y alpaca. XXI APPA. Pag 15. Puno-Perú.
3. Galloway D. 1997. Assessment of male reproductive function and dysfunctions. En: Symposium Internacional "Avances en reproducción de ruminantes".
4. Huanca W. Importancia de la evaluación reproductiva del macho. XXI APPA. Pag 78-81.
5. Jhonson L and DL Thompson. 1983. Age related and seasonal variation in the sertolli cell populations, daily sperm production and semen concentrations of follicle stimulating hormone, luteining hormone and testosterone in stallion. *Biol Reprod*. 29: 777-789.
6. Sumar J. 1997. Avances y perspectivas en la reproducción de camélidos sudamericanos. In: I Symposium Internacional APPA. Pag 46-47.
7. Sumar J. 1991. Fisiología de la reproducción del macho y manejo reproductivo. En: Avances y perspectivas en la reproducción de camélidos sudamericanos.

## EVALUACIÓN DE DOS FORMAS DE COLECCIÓN DE SEMEN EN ALPACAS

Dávalos Rosa y Olazábal Juan

Universidad Nacional Mayor de San Marcos- Facultad de Medicina Veterinaria - Estación IVITA-Mantaro  
[rosadava@hotmail.com](mailto:rosadava@hotmail.com), [jolazabal4@yahoo.com](mailto:jolazabal4@yahoo.com)

### Abstract

Semen was collected from 10 alpaca males aged 3-6 years, 3 times weekly for 3 weeks, followed by a week of rest, over a 3 month period. A heated artificial vagina was used together with a dummy model and a female in heat. Semen was collected from all 10 animals utilizing both procedures. Average copulation time was  $15.9 \pm 0.6$  and  $16.8 \pm 0.7$  minutes using the dummy and the receptive female ( $p > 0.05$ ). Sperm volume averaged  $1.03 \pm 0.04$  and  $1.73 \pm 0.09$  ml, ( $p < 0.05$ ); motility was  $34.2 \pm 5.3$  and  $68.9 \pm 4.9$  % ( $p < 0.05$ ); sperm concentration was  $32.8 \pm 4.3$  and  $57.5 \pm 8.3 \times 10^4$  sperm/ml ( $p < 0.05$ ); live and abnormal spermatozoa were  $34.3 \pm 4.2$  vs.  $72.1 \pm 1.9$  % ( $p < 0.05$ ) and  $14.9 \pm 1.1$  vs.  $13.9 \pm 0.7$  % ( $p > 0.05$ ) respectively. Semen collection using an artificial vagina in conjunction a receptive female was the most suitable procedure.

Key words: alpaca, semen collection, artificial vagina, seminal characteristics

### Introducción

La inseminación artificial (IA) es una herramienta muy útil para el mejoramiento genético en especies domesticas de interés productivo [1]. La IA sería muy valiosa en alpacas y llamas para acelerar el avance genético que se requiere con urgencia para mejorar los rebaños; sin embargo, la dificultad encontrada en desarrollar una técnica sencilla y confiable para colectar semen ha sido uno de los obstáculos para evaluar la capacidad reproductiva de los machos, pero también para desarrollar la IA en estas especies [2]. Es así que el presente estudio se diseñó para comparar dos métodos de colección de semen utilizando la vagina artificial (VA) y usando como señuelo a un maniquí versus una hembra receptiva.

### Materiales y Métodos

El estudio se realizó en el Fundo San Marcos del CI. IVITA-Maranganí, localizado en la sierra sur del Perú. Se utilizaron 10 machos de 3-6 años, de la raza Huacaya (n=9) y Suri (n=1) entrenados para la colecta de semen con VA. Esta consta de un tubo de caucho de 21cm de largo y 4cm de diámetro al que internamente se le adaptó un preservativo de uso humano con un tubo colector graduado. La VA contenía aire a presión y agua caliente ( $50 - 55$  °c) que se agregaba por una válvula espita a fin de que internamente se tenga entre  $38$  a  $40$ °C. La VA se

cubrió con una frazadilla eléctrica para mantener una temperatura constante. Se evaluó el tiempo de cópula, volumen, motilidad, concentración y el porcentaje de vivos, muertos y anormales.

Los animales se mantuvieron en un corral dividido en dos secciones. En una se tenía a los machos y en la otra a la hembra receptiva. Para la colección se conducía al animal hacia la hembra. La coleta de semen se realizó con una frecuencia de tres veces por semana con una de descanso, por un periodo de tres meses.

## Resultados

Se realizaron 98 colecciones y se tuvo éxito en el 85% de los casos, nivel similar a los reportados por Aller et al (1997) [3], quienes utilizaron hembras receptoras para coleccionar semen de llamas. El uso de la hembra receptiva ayudó a incrementar la libido de los machos. Asimismo, la posición que adoptaba la hembra permite minimizar el movimiento y se facilitaba el acceso a la colección.

Las características del tiempo de copula y de eyaculado se muestran en el Cuadro 1. Los valores se muestran dentro del rango esperado [4][5]. Los resultados indicaron que la colección de semen con VA y con el apoyo de una hembra receptiva permite obtener mejores características de volumen, motilidad, concentración y porcentaje de espermatozoides vivos (Cuadro 1,  $p < 0,05$ ).

Cuadro 1. Tiempo de copula y características del semen de alpaca colectados con vagina artificial con el apoyo de un maniquí o de hembra receptiva

VARIABLES	Con maniquí	Con hembra receptiva
Tiempo de cópula (min)	15,9 ± 0,6 <sup>a</sup>	16,8 ± 0,7 <sup>a</sup>
Volumen (ml)	1,03 ± 0,03 <sup>a</sup>	1,73 ± 0,09 <sup>b</sup>
Motilidad (%)	34,2 ± 5,3 <sup>a</sup>	68,9 ± 4,9 <sup>b</sup>
Concentración (x 10 <sup>4</sup> /ml)	32,8 ± 4,3 <sup>a</sup>	57,5 ± 8,3 <sup>b</sup>
Espermas vivos (%)	34,3 ± 4,2 <sup>a</sup>	72,1 ± 1,9 <sup>b</sup>
Espermas anormales (%)	14,9 ± 1,1 <sup>a</sup>	13,9 ± 0,7 <sup>a</sup>

a,b Letras diferentes entre columnas indican valores estadísticamente diferentes ( $p < 0,05$ )

## Conclusión

Se concluye que en este trabajo la mejor manera de coleccionar semen de alpacas fue utilizando VA y hembra receptiva.

## Bibliografía

1. Novoa, C. 1994. Problemática en la gestión de la reproducción en camélidos sudamericanos. Actas del primer seminario internacional de camélidos sudamericanos. Córdoba –Argentina.
2. Novoa, C. y Leyva, V. 1996. Reproducción en alpacas y llamas. Publicación Científica. Num 26. UNMSM-IVITA.
3. Aller, J., Ferre, L., Rebuffi, G. y Alberio, R. 1997. Inseminación artificial en llamas. Rev. Vet. Arg. Vol. 16., Num.136,.
4. Sumar, J. 1997. Avances y perspectivas en reproducción de camélidos. En: Avances en reproducción de rumiantes. I Symposium internacional. APPA-Peru.
5. Sumar, J. 1991. Fisiología de la reproducción del macho y manejo reproductivo. En: avances y perspectivas del conocimiento de los camélidos sudamericanos. Ed.

## **APLICACION DE UN ANALOGO DE GnRH (Acetato de buserelina), SEGUNDO SERVICIO Y SU EFECTO SOBRE LA TASA DE CONCEPCIÓN EN LLAMAS.**

Huanca Teodosio<sup>1</sup>, Cordero Aída<sup>2</sup>, Huanca Wilfredo<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Programa Nacional de Investigación en Camélidos - EE ILLPA – INIA – Puno

<sup>2</sup> Departamento de Nutrición - Facultad de Zootecnia – Universidad Nacional Agraria – La Molina.

<sup>3</sup> Laboratorio de Reproducción Animal – Facultad de Medicina Veterinaria –

Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

[whuanca2002@yahoo.com](mailto:whuanca2002@yahoo.com)

### **Abstract**

South American camelids are important economy source to Andean populations however the reproductive performance is deficient with a birth rate lower 50 % in the communities. The present study was carried out with the objective of to evaluate the effect of GnRH analogous (Acetate buserelin) at day 6 post mating and a second mating at day 4 post mating on the conception rate in llamas. Receptive females were assigned randomly to the following treatment groups: (T1) 0.4 mg of acetate of buserelin (n = 18); (T2): second mating at day 4 pos mating (n = 17) and (T3): Control (n = 17). Pregnancy diagnosis was made at 20 days post mating by ultrasound Aloka SSD 500 using a transducer lineal array of 5.0 MHz. Results were (T1): 50,0 %; (T2): 70,5 % and (T3): 58,8 % of pregnancy rate. Better results were obtained in (T2) with a second mating at 4 days post mating respect others groups and suggest a possible effect of second copulation on the secretion of gonadotrophin (LH) and a possible effect on corpus luteum quality.

Key Words: Camelids, reproduction, conception rate, GnRH, second mating

### **Introducción**

La producción de camélidos en la zona altoandina de Perú, Bolivia, Argentina, Chile y Ecuador, es una actividad de importancia social y económica para un gran sector de la población altoandina, dependiente de esta actividad para satisfacer muchas de sus necesidades [1]. Los camélidos sudamericanos incluyen cuatro especies, dos especies domésticas: Alpacas y Llamas y dos no domésticas: Vicuñas y Guanacos. En el caso de las especies domésticas, las llamas constituyen una fuente de carne de alto valor proteico, como animal de carga y en menor grado la utilización de la fibra [1]. Una de las principales limitantes en la explotación de esta especie es la baja eficiencia reproductiva; principalmente en las comunidades altoandinas, siendo un factor importante la alta tasa de mortalidad embrionaria [2] que puede alcanzar hasta el 50 % a los 30 días de gestación, sin haberse establecido los factores causales [1].

Los camélidos son especies de ovulación inducida, y la receptividad sexual parece estar relacionada con el grado de desarrollo folicular [3], con periodos de aceptación y no aceptación sexual. La duración de la copula varía entre  $8,1 \pm 5,4$  minutos, en empadre libre a  $17,5 \pm 12,1$  minutos, en empadre controlado [2] y a veces puede prolongarse hasta 50 minutos. La ovulación se produce alrededor de las 30 horas, independiente del estímulo, empadre o pos inyección de un análogo de GnRH o LH [4].

Los cambios hormonales posteriores a la secreción pre ovulatoria de LH, ovulación, formación del cuerpo lúteo, desarrollo de las ondas foliculares pos ovulación y su relación con el proceso de reconocimiento maternal del embrión, no están totalmente esclarecidas en los camélidos y podrían ser consideradas como las posibles causales de mortalidad embrionaria. El presente estudio se realizó con el propósito de evaluar el uso de un análogo de GnRH aplicado el día 6 pos monta y el efecto de una segunda monta a los 4 días pos monta, sobre la tasa de concepción en llamas.

### **Materiales y Métodos**

52 llamas de la sub-estación Quimsachata, Estación Experimental ILLPA – INIA – Puno, fueron utilizadas en el experimento. El centro esta ubicado en la zona altoandina del Perú a 4,200 msnm. Los animales fueron hembras adultas con un periodo de descanso pos parto > 15 días y fueron distribuidas en forma randomizada a uno

de los tratamientos en estudio o a un tratamiento control. Los animales fueron evaluados mediante ultrasonografía un mínimo de dos veces a intervalos de 2 días, previo al inicio del experimento, con el propósito de determinar la presencia de un folículo dominante  $\geq 8$  mm antes de la monta. Se utilizó un ecógrafo ALOKA SSD 500 y un transductor rectal de 5.0 MHz. Los tratamientos en estudio fueron:

- T0 (n = 17): CONTROL
- T1 (n = 18): Aplicación de 0.04 mg de Acetato de buserelina vía IM en el día 6 pos monta.
- T2 (n = 17): Aplicación de una segunda monta a los 4 días pos monta

Los animales fueron servidos con machos del plantel de reproductores y con un buen historial reproductivo y previa evaluación andrológica. Se realizó una monta controlada, dirigida y registrándose información sobre aceptación de monta y tiempo de copula. Se realizaron evaluaciones ecográficas a los 3 días pos monta para determinar la tasa de ovulación, en base a la desaparición del folículo dominante; a los 9 días para determinar presencia del cuerpo lúteo y a los 20 días para determinar la presencia de un embrión. Los resultados fueron analizados mediante una prueba de T para determinar diferencias en la tasa de concepción.

## Resultados y Discusión

La alta tasa de mortalidad embrionaria es uno de los factores que afectan la productividad de esta especie. Los resultados registrados en el presente estudio se encuentran resumidos en la tabla 1. Las diferencias registradas entre los tratamientos en estudio (T1 y T2) y el tratamiento control (T0), permiten establecer una mejor tasa de concepción en los animales que recibieron una segunda monta a los 4 días pos monta (T2). esta diferencia podría explicarse por: a) Un posible efecto estimulante de la monta sobre la secreción preovulatoria de LH; b) Una posible ovulación o luteinización de los folículos existentes y la consiguiente formación de un cuerpo lúteo secundario y un incremento en la producción de progesterona, la cual puede contribuir a mejorar el ambiente uterino y mejorar la probabilidad de sobrevivencia embrionaria; c) Una posible acción de las gonadotropinas sobre la calidad del cuerpo lúteo existente. El intervalo entre ondas en llamas varía entre 14.8 días y  $19.8 \pm 0.7$  días en llamas no gestantes [5], lo que explicaría la aceptación al macho en el presente estudio y la consiguiente posible luteinización u ovulación. De otro lado, hay que señalar que la cópula en estas especies es en los cuernos uterinos y ello podría afectar la sobrevivencia embrionaria en una segunda monta a los 4 días, sin embargo los resultados parecen indicar que el embrión aún no se encuentra en el lumen uterino durante este periodo.

Respecto a la acción del análogo de la GnRH, los resultados sugieren que no existe un efecto positivo sino más bien negativo, lo que podría ser atribuido a posibles alteraciones o cambios en el proceso de reconocimiento maternal de la gestación y la consiguiente inducción de muerte embrionaria, a diferencia de la acción positiva en otras especies como la bovina. La tasa de concepción observada en el grupo control es similar a la reportada en esta especie bajo las condiciones de empadre controlado dirigido.

Si bien los resultados sugieren una mejor respuesta en la tasa de concepción de los animales sometidos a una segunda monta, mayores estudios son requeridos para determinar los posibles mecanismos de regulación hormonal como consecuencia de la segunda monta sobre la sobrevivencia embrionaria en llamas.

Tabla 1 .- Tasa de concepción a la acción de un análogo de GnRH y segunda monta en llamas

Tratamiento	n	Aceptación Monta ( % )	Ovulación ( % )	Concepción al Día 20 ( % )
T0 : CONTROL	17	16 ( 94,1 )	16 (100,0)	9 ( 56,3 ) <sup>a</sup>
T1 : 0.04 mg Acetato de buserelina (Día 6)	18	18 ( 100,0)	17 ( 94,4 )	9 ( 50,0 ) <sup>a</sup>
T2 : Segunda Monta (Día 4)	17	17 ( 100,0)	17 ( 100,0)	12 ( 70,6 ) <sup>b</sup>

Letras diferentes indican diferencias significativas (  $P < 0,05$  )

### Bibliografía

- 1.- *Fernández Baca, S. 1993.* Manipulation of reproductive functions in male and female new world camelids. *Anim. Reprod. Sci.* 33 : 307 – 323.
- 2.- *Novoa, C. 1991.* Fisiología de la Reproducción de la hembra. En: *Avances y Perspectivas del conocimiento de los Camélidos Sudamericanos.* Cap III. p. 93-103. Edi. Fernández Baca, S. Santiago, Chile.
- 3.- *Fernández Baca, S. 1971.* La Alpaca. Reproducción y Crianza. Boletín N° 7. IVITA. Fac. Nac. Mayor de San Marcos. 43 p. Lima, Perú.
- 4.- *Huanca W.; Cárdenas O.; Olazabal C.; Ratto M and Adams G.P. 2001.* Efecto Hormonal y empadre sobre el intervalo a la ovulación en llamas. *Rev. Inv. Vet. Perú.* Supl. 1: 462 – 463
- 5.- *Adams G.P.; Sumar J. and Ginther O.J. 1990.* Effects of lactational and reproductive status on ovarian follicular waves in llamas. *J. Reprod. Fert.* 90, 535 – 545.

### COMPORTAMIENTO REPRODUCTIVO DE DONADORAS DE EMBRIONES, DESPUES DE UN PROTOCOLO DE SUPEROVULACION EN LLAMAS.

Huanca Wilfredo<sup>1</sup>, Gonzalez Mario L<sup>2</sup>, Cordero Aída<sup>3</sup>, Huanta Teodosio<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Laboratorio de Reproducción Animal – Facultad de Medicina Veterinaria – Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Av. Circunvalación 2800-San Borja –Lima -3, Perú

<sup>2</sup> Programa Nacional de Camélidos – EE ILLPA – INIA.  
Rinconada Salcedo s/n – Puno - Perú

<sup>3</sup> Laboratorio de Microbiología – Departamento de Nutrición - Facultad de Zootecnia – UNALM.  
whuanca2002@yahoo.com

### Abstract

Present study was carried out to evaluate the reproductive performance of llamas embryo donors after of a treatment of superovulation and recovery period of one month, when were exposed to the fertile male. 22 llama female form 3 to 6 years old were to evaluated by ultrasound 4 weeks after of a protocol of superovulation with

Equine Chorionic Gonadotrophin hormone (eCG) and had recovered embryos by non-surgical technique. It was determined uterine and ovarian alterations absence by ultrasound and animals with follicle  $\geq 7$  mm were exposed to fertile male and be mated for one time. Receptive behaviour and pregnancy rate was determined by ultrasound at 30 days after pos mating. Results were: a) Receptive behaviour to mating was 90.9 % (20/22) and pregnancy rate 40 % (8/20). Ultrasound evaluation of animals non pregnancy not present ovarian or uterine alterations. There is a first report on reproductive performance of donors llamas after protocol of superovulation and embryo recovery and suggest that superstimulation in llamas would not be a factor that affect reproductive performance of llamas.

Keys Words: camelids, reproductive performance, superovulation, llamas.

## Introducción

Los camelidos domesticos representan una importante alternativa para los productores alto andinos del Peru y de otros paises andinos; sin embargo, los deficientes indices de productividad, como la producción de fibra con deficiente calidad, requiere del desarrollo de alternativas tecnologicas que permitan acelerar el progreso genetico para mejorar los indices de productividad.

La aplicación de biotecnologías reproductivas, como la superovulacion y transferencia de embriones, es una de las alternativas que requieren ser evaluadas para su aplicación como una herramienta que contribuya al mejoramiento genetico de las alpacas y llamas de los productores; pero, como en toda tecnología a ser desarrollada se requiere conocer cuales podrian ser los posibles factores adversos y que en alguna forma pueden afectar la aplicación de las tecnologías propuestas.

El uso de las tecnicas de ultrasonografía desde el primer reporte sobre su aplicación en ganado vacuno [1] ha contribuido a mejorar el conocimiento sobre la fisiología ovárica en las diferentes especies domesticas y no domesticas. En camélidos, la ultrasonografía ha contribuido al conocimiento de la dinámica folicular ovárica en llamas [2,3] y alpacas [4], confirmando la presentacion de una fase de reclutamiento, selección y dominancia [2], pero si no ocurre copula, el folículo dominante ingresa a una fase de regresión y se produce una nueva onda de crecimiento folicular [5]. Asi mismo, el uso de esta tecnica permite evaluar cambios no solo a nivel ovarico sino tambien a nivel uterino.

Los protocolos de estimulación ovarica incluyen el uso de dosis elevadas de hormonas estimulantes como Hormona Foliculo Estimulante (FSH) y Gonadotropina corionica equina (eCG), las que afectan la endocrinología normal de una especie.

El presente estudio se plantea como objetivo evaluar el comportamiento reproductivo de llamas donadoras de embriones, luego de haber sido expuestas a un protocolo de superestimulación ovarica y posterior a un periodo de descanso de un mes.

## Materiales y Métodos

El experimento fue realizado entre Febrero – Marzo, correspondiente a la estación de lluvias, en las instalaciones del Centro de Investigación y Producción Quimsachata – Estación Experimental ILLPA – INIA - Puno, situado a 4300 m.s.n.m, Departamento de Puno, en la zona sur del Perú.

Los animales incluidas en el estudio, 22 llamas adultas mayores de 3 años y con un peso de 130 Kg., fueron sometidas a un protocolo de estimulación hormonal con Gonadotropina Corionica Equina (eCG) y después de un descanso mínimo de 30 días fueron evaluados por ecografía, con un ecógrafo ALOKA SSD 500 equipado con un transductor lineal rectal Modo B de 5,0 MHz para detectar posibles anomalías uterinas u ováricas. Los animales que no presentaron alteraciones visibles y con presencia de un folículo  $\geq 7$  mm fueron expuestas a ser servidas con machos fértiles. Una nueva ecografía fue realizada 30 días después del servicio para determinar la tasa de preñez. Las variables evaluadas fueron: a) Tasa de aceptación a la copula y b) Tasa de preñez.

## Resultados y Discusión

Los resultados observados en el presente estudio se presentan en la tabla 1. La tasa de aceptación puede ser considerada entre los porcentajes normales porque en condiciones del servicio con machos siempre se presenta un porcentaje de animales que no aceptan ser servidas por el macho a pesar que presentan folículos dominantes  $\geq 7$

mm. Esta no aceptación puede ser atribuida a posibles cambios foliculares o una producción anormal de estrógenos, responsable de la conducta de receptividad sexual.

Tabla 1.- Tasa de aceptación a la copula y tasa de preñez en llamas sometidas a un protocolo de estimulación hormonal ( n = 22)

Variables	
Tasa de aceptación a copula (n = 22)	90,9 % (20/22)
Tasa de preñez a 30 días ( n = 20)	40,0 % ( 8/20)

Respecto a la tasa de preñez, puede ser considerado inferior a lo registrado en las mismas condiciones del estudio, que señalan una tasa de preñez entre el 55 – 60 %, con un solo servicio; sin embargo hay que considerar que estos animales vienen de ser sometidas a un tratamiento hormonal que debe haber afectado su sistema endocrino y que probablemente se pueden recuperar posteriormente.

Los resultados de este estudio representan el primer reporte del comportamiento reproductivo de llamas después de ser sometidas a un tratamiento hormonal de estimulación ovárica y que debe ser tomado en cuenta para el análisis global de los programas de transferencia de embriones en camélidos.

## Bibliografía

1. Pierson RA, Ginther OJ. 1984. Ultrasonography of the bovine ovary. *Theriogenology* 21, 495-504.
2. Adams GP 1999. Comparative patterns of follicle development and selection in ruminants. *J. Reprod. Fertility Supp 54: Reproduction in Domestic Ruminants IV*, 17-32.
3. Adams GP, Sumar J., Ginther OJ. 1990. Effect of lactational and reproductive status on ovarian follicular waves in llamas. *J. Reprod. Fertil.* 90: 535-545.
4. Vaughan JL. 2001. Control of Follicular waves in alpacas. *Rev. Inv. Vet. Peru: Suplem.* 1:112 – 114. Lima – Perú.
5. Sumar J. 2000. Llamas an Alpacas. IN: *Reproduction in farm Animals. Seventh Edition.* E.S.E. Hafez, B. Hafez

## RESPUESTA OVARICA Y TRANSFERENCIA DE EMBRIONES EN LLAMAS Y ALPACAS EN LA ZONA ALTOANDINA DEL PERU

Huanca Wilfredo<sup>1</sup>, Ratto Marcelo<sup>2</sup>, Cordero Aída<sup>3</sup>, Santiani Alexei<sup>1</sup>, Huanta Teodosio<sup>4</sup>, Cárdenas Oscar<sup>4</sup>, Adams Gregg P<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Laboratorio de Reproducción - Facultad de Medicina Veterinaria – Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Av. Circunvalación 2800 – Lima 1

<sup>2</sup>Dept. Veterinary Biomedical Sciences - WCVM – Universidad de Saskatchewan , Canadá

<sup>3</sup>Depto. de Nutrición – Facultad de Zootecnia – Universidad Agraria – La Molina. Av. La Universidad s/n. Lima - Perú

<sup>4</sup>Proyecto Camelidos – EE ILLPA – INIA – Puno. Rinconada Salcedo – Puno - Perú  
whuanca2002@yahoo.com

## Abstract

Ovarian response, embryo recovery rate, pregnancy and birth rate were evaluated in alpacas and llamas. 31 females from 4 -6 years old (16 llamas and 15 alpacas) were used in the experiment. Animals were evaluated by ultrasound to determine presence of a follicle = 7.0 mm and induce a new ovarian follicular wave emergence with 5 mg of LH (Lutropin, Bioniche Animal Health, Belleville, ON, Canada) (Day 0). Animals received a superestimulatory treatment with 1000 UI of eCG (Day 3). Prostaglandin treatment was applied (Day 6) and animals were mating with fertile male (Day 7). Recipient females with a follicle = 7.0 mm were induced to ovulation with a GnRH analogous (0.042 mg of Acetate of Buserelin) same day that donors. Non-quirurgical technique was used to flushing embryo with a cateter foley two ways and 250 ml of medium. Embryos were evaluated and fresh transfer. Ovarian response, pregnancy and birth rate were evaluated with following results:  $12.8 \pm 1.4$  y  $7.5 \pm 1.2$  follicles;  $8.1 \pm 1.0$  and  $5.9 \pm 1.3$  corpus luteum to llamas and alpacas.  $4.8 \pm 0.9$  and  $1.6 \pm 0.1$  embryos were recovery from llamas

and alpacas. Pregnancy rate was 71.8 % and 40.0 % to llamas and alpacas and birth rate was 65.6 % and 40.0 % o in llamas and alpacas.

Keys Words: Camelids, Superstimulation, Ovarian response, pregnancy and birth rate.

## Introducción

La crianza de alpacas y llamas, es una de las actividades de gran importancia en el desarrollo socio económico de la población alto andina del Perú, no solo por su capacidad de adaptación a las difíciles condiciones medioambientales, sino por su utilización como una fuente alimenticia de proteína de origen animal y medio de transporte y en el caso de la alpaca, como un recurso para la producción de fibra de buena calidad. El Perú cuenta con más de 3 millones de alpacas y más de 1 millón de llamas. Sin embargo, solo un 46 % de la producción de fibra tiene una finura de 26,0 micras, 46 % de 33,0 micras y solo el 8 % fibra de 22,0 micras (1). Los esquemas de crianza tradicional han contribuido a disminuir la calidad genética, originando una pérdida en la cantidad y calidad de fibra (2)

En camélidos, la mejora genética de los rebaños de productores mediante la prueba de progenie, requiere años de trabajo y esta limitada, entre otros factores, por el largo intervalo generacional y la capacidad fisiológica de una hembra que solo puede tener hasta 4 crías, durante toda su vida reproductiva (2). Una alternativa en los programas de Mejoramiento Genético es la aplicación de Biotecnologías reproductivas como la Inseminación Artificial (IA), Transferencia de Embriones (TE) y Fertilización In Vitro. (FIV).

La IA aun no ha superado las limitantes existentes, como el desarrollo de protocolos de criopreservación, limitando por ahora el uso de la IA con semen fresco, con las consiguientes dificultades para la difusión de reproductores genéticamente superiores (3). El primer reporte sobre transferencia de embriones en camélidos fue realizado por Sumar et al.(4), sin embargo se ha reportado la variabilidad de los resultados, alta incidencia de folículos luteinizados, baja tasa de recuperación embrionaria y de calidad variable (5).

Los protocolos de estimulación ovárica aplicados en camélidos incluyen el uso de hormona folículo estimulante (fsh) o gonadotropina corionica equina (ecg), durante una fase luteal inducida con la aplicación de hormonas hipotalámicas (gnrh); fase luteal artificial con la aplicación de progestágenos exógenos y durante una fase de receptividad sexual (6,7,8).

Las deficiencias reportadas en los tratamientos de estimulación ovárica en camélidos, han llevado a investigadores a plantear la recuperación embrionaria de hembras no estimuladas, con una tasa de recuperación del 79 % (37/47 hembras estimuladas) y que al ser transferidas permitió una tasa de preñez del 47 % (9)

El objetivo del presente estudio fue desarrollar y evaluar un protocolo de estimulación ovárica, recuperación y transferencia embrionaria, factible de ser aplicada en camélidos domésticos.

## Materiales y Métodos

El experimento fue realizado durante la estación de lluvias (Enero – Marzo) en las instalaciones del Centro de Investigación y Producción Quimsachata – Estación Experimental ILLPA – INIA - Puno, situado a 4300 m.s.n.m, Departamento de Puno, en la zona sur del Perú.

La selección de animales se realizo mediante ultrasonografía, utilizando un ecógrafo ALOKA SSD 500 equipado con un transductor lineal rectal Modo B, de 5,0 y 7,5 MHz. Los animales seleccionados fueron alimentados con pasturas naturales y recibieron un suplemento alimenticio a base de heno de avena.

16 llamas entre 3 – 6 años y con un peso entre 120 – 140 Kg y 15 alpacas de 3 – 6 años y de 55 – 65 Kg fueron evaluados por ecografía, al menos durante tres días previos al inicio de la fase experimental, y una vez determinada la presencia de un folículo  $\geq$  7 mm, fueron inducidos a ovulación con 5 mg de Hormona Luteinizante (LH) (D0), con el propósito de inducir el crecimiento de una nueva onda folicular, según fue descrito por (10). Confirmada la ovulación, se aplicó 1000 UI en llamas y 750 UI de eCG en alpacas (D3) y 0,150 mg de Triapost fue aplicada en el (D6) y al siguiente día (Día 7) se realizó una sola monta controlada con machos fértiles y la aplicación de 1 ml de Acetato de buserelina (Hormona Liberadora de las Gonadotropinas - GnRH).

La recuperación de embriones se realizó a los 7 días pos monta, mediante una técnica no quirúrgica, utilizando una sonda Foley de dos vías, ubicada en forma alternada en cada uno de los cuernos uterinos. La recuperación de los embriones fue realizada con 200 ml de medio de lavado por cada cuerno. El medio utilizado fue preparado con Phosphate Buffer Saline (PBS), 0,3 % de Suero de Albumina Bovina (BSA) y estreptomycin –

penicilina, preparado el día anterior al lavado. El contenido fue colocado en filtros EN COM de 70 micras y observado al estereoscopio para la búsqueda y evaluación de los embriones.

32 llamas y 10 alpacas hembras fueron preparadas como receptoras, el mismo día que se realizó la monta e inducidas a ovulación con la aplicación de 1 ml de un análogo de GnRH. La transferencia de embriones fue realizada con embriones frescos, colocando un embrión en el cuerno ipsilateral al ovario con presencia de un cuerpo lúteo, determinado previamente por ecografía.

## Resultados y Discusión

Los resultados obtenidos en llamas y alpacas se presentan en el cuadro 1, donde se observa la formación de  $12,8 \pm 1,4$  folículos y  $8,1 \pm 1,0$  cuerpos lúteos, en llamas y  $7,5 \pm 1,2$  folículos y  $5,9 \pm 1,2$  cuerpos lúteos en alpacas. La tasa de ovulación en ambas especies fue muy similar y dos animales en cada grupo no respondieron al estímulo y fueron eliminados del experimento.

Cuadro 1.- Respuesta ovárica ( $X \pm SEM$ ) en Alpacas y llamas estimuladas al momento de la Monta.

Variable	Alpacas (n = 15)	Llamas (n = 16)
Nº Folículos $\geq 7$ mm de diámetro	$7,5 \pm 1,2$ (n = 15) <sup>a</sup>	$12,8 \pm 1,4$ (n = 16) <sup>b</sup>
Tasa de ovulación (%)	13/15 (86,6 %)	14/16 (87,5 %)
Nº Cuerpo Luteo	$5,9 \pm 1,2$ (n= 13) <sup>a</sup>	$8,1 \pm 1,0$ (n=14) <sup>b</sup>

Los resultados obtenidos son superiores a los reportados en estudios previos, pero hay que señalar la formación de folículos que no llegan a ovular. Los resultados sobre recuperación y transferencia de embriones en llamas, se presentan en el cuadro 2, observándose una diferencia entre el número de embriones recuperados en llamas respecto a los recuperados de las alpacas. Estas diferencias pueden ser explicadas por posibles deficiencias en la técnica de recuperación atribuido a que las llamas por su mayor tamaño permiten una mejor manipulación del operador; sin embargo, no se puede descartar posibles diferencias en el desarrollo embrionario entre ambas especies, según lo señala (2)

Cuadro 2.- Embriones recuperados ( $X \pm SEM$ ) y tasa de preñez en Alpacas y Llamas

Variable	Alpacas	Llamas
Nº Embriones recuperados	$1,6 \pm 0,1$ (n = 13) <sup>a</sup>	$4,8 \pm 0,9$ (n = 14) <sup>b</sup>
Tasa de recuperación de embriones	21/89 (23,6 %)	83/127 (66,1 %)
Hembras receptoras	10	32
Tasa de preñez (Día 90) Preñadas/receptoras	4/10 (40,0 %)	23/32 (71,8 %)
Tasa de natalidad	40,0 % (4/10)	63,6 (21/32)

Los embriones fueron recuperados en el estadio de blastocistos y fueron ser considerados como embriones de buena calidad, donde más del 85 % fueron clasificados entre los Grados 1 a 2 y solo un 4,0% de los embriones fueron clasificados como de mala calidad. Una diferencia observada, señalada también por otros autores, es la referida al tamaño de los embriones.

Las 42 receptoras utilizadas (10 alpacas y 32 llamas) e inducidas a ovulación el mismo día que fueron servidas las donadoras, fueron evaluadas por ecografía para confirmar la ovulación y determinar el lugar de ubicación del cuerpo luteo. Los resultados nos señalan una tasa de preñez al día 90 del 40 % (4/10) y 71,8 % (23/32) en alpacas y llamas y una tasa de natalidad del 40 % en alpacas y 63,6 % en llamas. Las dos pérdidas fetales fueron registradas durante la última fase de la gestación.

Los resultados obtenidos son superiores a lo reportado por otros autores e igualmente, la tasa de preñez es superior a la reportada por Taylor (9) en llamas. Sin embargo, aun se requiere estudiar los factores relacionados con la baja tasa de embriones recuperados en alpacas.

## Conclusiones

Los resultados del presente estudio nos permiten concluir que el protocolo de superovulación con Hormona Gonadotropina Corionica Humana (eCG), iniciado al inicio del crecimiento de las onda folicular permite obtener una respuesta ovárica superior a la reportada por Del Campo et al (5), con una adecuada producción de embriones y alta tasa de preñez.

## Bibliografía

- 1.- Freyre G 2006. Experiencias de Transformación y Comercialización de la fibra de alpacas. Conferencia Internacional de Camélidos Sudamericanos. 30-31 de Marzo, Arequipa – Perú.
2. Novoa C., E. Franco; W. García; D.Pezo. 1999. Dosis de Gonadotropinas (eCG y hCG), superovulación y obtención de embriones en alpacas. RIVEP.Perú 10 (1):48-53.
3. Huanca W., M.Ratto, A. Santiani, A. Cordero and T. Huanca. 2004. Embryo Transfer in camelids: Study of a reliable superovulatory treatment in llamas. 4<sup>th</sup> European Symposium on South American Camelids and DECAMA European Seminar, Gottingen, 7 – 9 October, 2004, Germany. Abstracts. Ed. M. Gerken, C. Renieri, M. Gauly and A. Riek.
4. Sumar J. Y Franco E. 1974. Ensayos de Transferencia de Embriones en Camélidos Sudamericanos. IN: Informe Final (IVITA) UNMSM Lima, Perú.
- 5.- Del Campo MR., Del Campo CH., Adams GP et al. 1995.The application of new reproductive technologies to south American camelids. Theriogenology, 43: 21 – 30.
- 6.- Bourke D., Adam C. and Kyle C., Young P., and Mc Evoy TG. 1992. Ovulation, superovulation and embryo recovery in llamas. Procc. 12<sup>th</sup> Congress Animal Reprod. 1:193-195.
- 7.- Bourke SA, Kyle CE, McEvoy TG, Young O, Adam CL. 1995. Superovulatory responses to eCG in llamas (*Lama glama*). Theriogenology 44, 255-268.
- 8.- Correa J.,Ratto MH, and Gatica R. 1994. Actividad estral y respuesta ovárica en alpacas y llamas tratadas con progesterona y gonadotropinas. Arch.Med.Vet.26:59-64.
- 9 Taylor S., Taylor PJ, James AN., Godke R. 2000. Successful commercial embryo transfer in the Llama (*Lama glama*). Theriogenology. 53, 1, 344.
10. Ratto M.H., Singh J., Huanca W., Adams G.P. 2003. Ovarian follicular wave synchronization and pregnancy rate after fixed-time natural mating in llamas.Theriogenology 60, 1645-1656.

## INSEMINACION ARTIFICIAL CON SEMEN REFRIGERADO EN LLAMAS. RESULTADOS PRELIMINARES.

Giuliano\*, S.M.; Chaves\*\*, M.G.; Director\*, A.; Trasorras\*\*, V.L.; Miragaya\*\*, M.H.

Áreas de Física Biológica\* y Teriogenología\*\*  
Facultad de Ciencias Veterinarias, UBA. Chorroarín 280 (1427) Buenos Aires, Argentina  
[smgiulia@fvet.uba.ar](mailto:smgiulia@fvet.uba.ar)

## Abstract

The objective of this study was to obtain a pregnancy in *Lama glama* by designing a protocol for artificial insemination (AI) using cooled llama semen. Twenty three females and six adult males were used. Semen was collected using electroejaculation or artificial vagina. The following ejaculate characteristics were evaluated in both raw and cooled samples: volume, concentration, motility, membrane function (HOS test), membrane integrity (using fluorochromes: CFDA/PI) and sperm morphology. Each raw ejaculate was extended 1:1 with 11% lactose-20% egg yolk and cooled to 5° C in 2 h 30 min, remaining at that temperature during 24-30 h. Follicle dynamics were followed daily using transrectal ultrasound and rectal palpation. When a dominant follicle in the growth phase (= 7 mm) was detected, ovulation was induced administering 8 µg busereline (IV). Each female was transcervically inseminated, at the uterotubal junction ipsilateral to the ovary with the dominant follicle, with a complete ejaculate. Insemination dose was  $51.52 \pm 49.93 \times 10^6$  normal, live sperm (mean  $\pm$  SD). Females were randomly divided into

two groups: group A (n=10) were inseminated  $23.4 \pm 2.59$  h post busereline injection and group B (n=13) were inseminated immediately post ovulation which was detected by ultrasonography ( $28.0 \pm 1.3$  h) (mean  $\pm$  SD). No pregnancies were detected in group A, while for group B, pregnancy rate was 23% (3/13). These results indicate that it is possible to obtain pregnancies with AI using cooled semen and that the success of the technique would depend on proximity to ovulation.

Key words: artificial insemination, *Lama glama*, pregnancy, cooled semen

## Introducción

Debido a que las características que determinan el precio de la fibra de los camélidos sudamericanos (diámetro, color y tipo de vellón) están sujetas a modificación por vía de la selección [1], la multiplicación de animales genéticamente superiores incrementaría la rentabilidad de la producción de fibra. La aplicación de biotecnologías reproductivas, como por ejemplo, la inseminación artificial, permitiría el progreso genético de la especie y por ende aumentaría el número de individuos de la población seleccionada.

Mediante inseminación artificial con semen fresco o diluido se han obtenido en llamas y alpacas porcentajes de fertilización del 75 % [2] y de preñez del 2 al 65 % [3, 4, 5, 6]. Con respecto a inseminación con semen refrigerado se reportó un ensayo en el cual se inseminaron en el extremo del cuerno uterino 8 alpacas con semen diluido con Triladryl<sup>®</sup> (Minitub, Germany) y refrigerado 24 h sin obtener preñez [7]. No ha sido aún establecido para la especie *Lama glama* el intervalo óptimo entre la inducción de ovulación y la inseminación, ni la cantidad de espermatozoides vivos totales necesarios para obtener una preñez con semen refrigerado.

El objetivo de este trabajo fue diseñar un protocolo de inseminación artificial con semen refrigerado que permita obtener preñez en la especie *Lama glama*.

## Materiales y Métodos

El estudio se realizó en la Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad de Buenos Aires, Argentina, ubicada a nivel del mar, 34° 36' latitud sur y 58° 26' longitud oeste.

### Recolección del Semen

Se procesaron 23 eyaculados obtenidos mediante electroeyaculación o vagina artificial, provenientes de 6 machos de 3 a 7 años de edad, con un peso de  $115,83 \pm 16,86$  kg (promedio  $\pm$  DE).

La recolección de semen mediante vagina artificial se realizó utilizando una hembra como súcubo y una vagina artificial bovina modificada (largo total 20 cm).

La recolección mediante electroeyaculación se realizó bajo anestesia general utilizando xilacina 0,2 mg/kg EV (Rompun<sup>®</sup>, Laboratorio Bayer) y clorhidrato de ketamina 1,5 mg/kg EV (Ketamina<sup>®</sup>, Laboratorio Holliday) y con un equipo P-T Electronics modelo 304 con un vástago # 4 con tres electrodos lineales. La estimulación eléctrica se realizó según técnica descripta [8].

### Evaluación del Semen

Se realizó la evaluación del semen fresco puro inmediatamente después de la extracción y del semen diluido y refrigerado inmediatamente antes de la inseminación. Se evaluaron las siguientes características seminales: volumen, concentración, movilidad, funcionalidad e integridad de membrana y morfología espermática. El recuento de espermatozoides se realizó en cámara hemocitométrica de Neubauer. La movilidad se evaluó por observación directa sobre platina térmica a 37° C con microscopía de contraste de fase. Para evaluar la funcionalidad de membrana se realizó el test de endósmosis (HOS test) incubando durante 20 minutos 50  $\mu$ l de semen y 250  $\mu$ l de solución 50 mosm de fructosa-citrato de sodio [9]. La integridad de membrana se evaluó mediante tinción con los fluorocromos diacetato de 6-carboxifluoresceína (CFDA) e yoduro de propidio (PI) [10] y se observó con microscopía de epifluorescencia y filtro con una longitud de onda de 490 nm. La morfología espermática se observó mediante microscopía de contraste de fase (400 x). La evaluación fue realizada en todos los casos por el mismo operador sobre una base mínima de 200 espermatozoides contados por muestra.

### *Refrigeración de la Muestra*

Inmediatamente después de la evaluación, cada eyaculado se diluyó 1:1 en un diluyente a base de lactosa 11%- yema de huevo 20%. El semen diluido se sometió a una curva de enfriamiento en un balcón de frío hasta alcanzar los 5° c en 2 h 30 min, permaneciendo a esa temperatura hasta el momento de la inseminación.

### *Manejo de las Hembras*

Se utilizaron 23 hembras vacías no en lactación, con una edad aproximada entre 5 y 8 años, con un peso de 85 a 110 kg.

El monitoreo de la dinámica folicular se realizó diariamente mediante palpación y ultrasonografía transrectal utilizando un equipo Berger LC 2010 plus con un transductor lineal de 5 MHz. Ante la presencia de un folículo dominante en fase de crecimiento (tamaño = 7 mm), se indujo la ovulación mediante la administración de 8 µg de buserelina (Receptal®, Laboratorio Hoescht) por vía endovenosa.

Las hembras fueron aleatoriamente distribuidas en dos grupos. El grupo A (n = 10 hembras) se inseminó a tiempo fijo luego de la inyección de buserelina, no detectándose ovulación por ultrasonografía, al momento de la inseminación. El grupo B (n = 13) se inseminó inmediatamente después de confirmar la ovulación mediante seguimiento ecográfico a intervalos de 2 h (desaparición del folículo dominante).

### *Inseminación artificial*

La inseminación se realizó por vía transcervical depositando la dosis inseminante junto a la unión uterotubárica ipsilateral al ovario con folículo dominante. Se utilizó una pistola universal con vaina estéril. Debido a que se desconoce cual es la dosis inseminante necesaria para obtener una preñez con semen refrigerado en la llama, se inseminó cada hembra con el eyaculado completo. Dado el alto porcentaje de espermatozoides inmóviles con membranas plasmáticas íntegras y funcionales característicos de esta especie [10] no se utilizó el porcentaje de espermatozoides móviles para calcular la dosis inseminante. Ésta fue calculada en base al número total de espermatozoides por el porcentaje de espermatozoides vivos y por el porcentaje de espermatozoides normales obteniéndose así el número total de espermatozoides normales con membrana plasmática íntegra.

### *Diagnóstico de gestación*

El diagnóstico de gestación se realizó mediante ecografía transrectal entre los 18 y 30 días de la inducción de ovulación. Se evaluó la presencia de una vesícula embrionaria, visualización del embrión y latido cardíaco para confirmar la viabilidad embrionaria.

## **Resultados**

En el grupo A, el intervalo entre la inducción de la ovulación y la inseminación fue de  $23,4 \pm 2,59$  h pos-inyección de buserelina (promedio  $\pm$  DE). El porcentaje de preñez fue del 0% (0/10).

En el grupo B el intervalo entre la inducción de la ovulación y la inseminación fue de  $28,0 \pm 1,3$  h (promedio  $\pm$  DE). En este grupo el porcentaje de preñez obtenido fue del 23% (3/13).

La dosis inseminante fue de  $51,52 \pm 49,93 \times 10^6$  (promedio  $\pm$  DE) espermatozoides normales y con membrana plasmática íntegra (rango: 12 a  $210 \times 10^6$ ). El rango de la dosis inseminante con la que se obtuvo preñez fue de 76 a  $210 \times 10^6$  espermatozoides normales y con membrana plasmática íntegra.

## **Discusión**

Hasta el momento no se han reportado preñeces mediante inseminación artificial con semen refrigerado en camélidos sudamericanos. El presente trabajo comunica la primera preñez obtenida mediante inseminación artificial con semen refrigerado en llamas.

En este trabajo no se obtuvieron preñeces en el grupo A, en el cual, la inseminación fue  $23,4 \pm 2,59$  h pos-inyección de buserelina. Estos resultados coinciden con los obtenidos por Vaughan y col. (2003) [7] quienes tampoco lograron preñar alpacas utilizando inseminación a tiempo fijo 24 h después de la inyección de buserelina. En nuestro trabajo, cuando la inseminación se realizó después de haber monitoreado cada 2 h la dinámica folicular y confirmada la ovulación mediante ultrasonografía, se obtuvieron mejores resultados, reflejados en un porcentaje de preñez del 23% (3/13) (grupo B).

Debido a que se inseminó con el eyaculado completo, el rango de la dosis inseminante fue muy amplio (12-210 x 10<sup>6</sup> espermatozoides normales y con membrana íntegra), sin embargo es interesante destacar que las preñeces reportadas se obtuvieron a partir de los 76 millones de espermatozoides.

Los resultados obtenidos podrían estar indicando que la refrigeración provocaría en los espermatozoides un proceso de capacitación o similar a la capacitación, que ya ha sido observado con anterioridad en otras especies [11]. Por esto sería conveniente realizar la inseminación una vez detectada la ovulación y así acortar el tiempo de encuentro de las dos gametas, evitando que la mayoría de los espermatozoides mueran por haber completado su reacción acrosomal.

## Conclusiones

Los resultados estarían indicando que es posible preñar llamas inseminando con semen refrigerado y que el éxito de la técnica dependería en parte de la cercanía al momento de la ovulación y de la utilización de una dosis inseminante superior a los 76 millones de espermatozoides vivos y normales.

## Agradecimientos

Este proyecto fue subsidiado por la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica PICT 2003 BID 1728-OC/AR 08-14231, y por la Universidad de Buenos Aires, UBACyT 2004-V018. Los autores también agradecen a Alicia Agüero, D.V.M y Marcelo Pinto, D.V.M por su asesoramiento.

## Bibliografía

1. Frank E.N.,2004. La necesidad del mejoramiento genético de la producción de fibra en Camélidos Sudamericanos. Actas del 4º Seminario Internacional de Camélidos Sudamericanos, 2º Seminario Internacional del Proyecto DECAMA.
2. Calderon, W., Sumar, J., Franco., 1968. Avances de la inseminación artificial de las alpacas (*Lama pacos*). Rev. Fac. Med. Vet. Lima 22, 19-35.
3. Fernández Baca, S., Novoa, C., 1968. Primer ensayo de inseminación artificial (*Lama paco*) con semen de vicuña (*Vicugna vicugna*). Rev. Fac. Med. Vet. Lima 22, 9.
4. Aller, J., Ferre, L., Rebuffi, G.E., Alberio R.H., 1997. Inseminación artificial en llama (*Lama glama*). Primera comunicación en Argentina . Veterinaria Argentina XIV, 136, 394-400.
5. Bravo, P.W., Flores, U., Garnica, J., Ordoñez, C., 1997. Collection of semen and artificial insemination of alpacas. Theriogenology 47: 619-626.
6. Bravo, P.W., Pacheco, C., Quispe, G., Vilcapaza, L., Ordoñez, C., 1999. Degelification of alpaca semen and the effect of dilution rates on artificial insemination outcome. Archives of Andrology 43:239-246.
7. Vaughan, J., Galloway, D., Hopkins, D., 2003. Artificial insemination in alpacas (*Lama pacos*). RIRDC Rural Industries Research and Development Corporation, Pub. N° 03/104, Kingston, Australia.
8. Director, A., Giuliano, S., Miragaya, M., 2004. Evaluation of llama (*Lama glama*) semen obtained by electroejaculation or using an artificial vagina. Proceedings 15th International Congress on Animal Reproduction (ICAR), pp. 216. (Abstract).
9. Giuliano, S., Ferrari, M., Spirito, S., Campi, S., Director, A., Fernández, H., 2002. Methodological advances on the hypoosmotic swelling test (HOS test) in llama (*Lama glama*) spermatozoa. Biocell 17 (1):149
10. Giuliano, S., Director, A., Trasorras, V., Maizon, D., Miragaya, M., 2005. Pruebas de funcionalidad e integridad de membrana plasmática en semen fresco y refrigerado de *Lama glama*. Actas IV Congreso de la Asociación Latinoamericana de Especialistas em Pequenos Ruminantes y Camelideos Sul- Americanos, Formato CD (Abstract).
11. Watson, P. F., 1995. Recent developments and concepts in the cryopreservation of spermatozoa and the assessment of their post-thawing function. Reprod. Fert. Dev. 7: 871-891

## INFLUENCIA DE DILUYENTES EN SEMEN REFRIGERADO A 5 °C DURANTE 24 H EN LA ESPECIE *Lama glama*

Giuliano, S. <sup>1\*</sup>; Director, A. <sup>1,2</sup>; Gambarotta, M. <sup>3</sup>; Trasorras, V. <sup>2</sup>; Miragaya, M. <sup>2</sup>

Áreas de <sup>1</sup>Física Biológica, <sup>2</sup>Teriogenología, <sup>3</sup>Elementos de Estadística  
Facultad de Ciencias Veterinarias, UBA. Chorroarín 280, 1427 Ciudad Autónoma de Bs. As.  
\*smgiulia@fvet.uba.ar

### Abstract

The objective of this study was to select extenders that preserved sperm motility and membrane integrity in semen cooled to 5 °C during 24 h in *Lama glama*.

Ejaculates (n=19) were obtained by electro ejaculation from 8 males. Each raw ejaculate was evaluated at 37° C and then subdivided into 4 aliquots which were extended 1: 1 with: A) 11% lactose-egg yolk, B) Tris-citrate-egg yolk, C) PBS-llama serum and D) skim milk-glucose. Each sample reached 5° C in 2 h 30 min and remained at that temperature during 24 h. Statistical analysis was carried out using a mixed linear model. When comparing variables in cooled semen, significant differences (p=0,00009) were found between extenders. The intervals of confidence indicate that the percentages of the variables in raw semen and in cooled samples with extender A were significantly greater to those obtained when cooling with the other extenders. In conclusion, lactose-egg yolk extender preserves llama ejaculates better during the cooling process.

Key words: cooled semen, *Lama glama*, extenders, electroejaculation

### Introducción

Los diluyentes de semen deben proveer un medio con las condiciones fisicoquímicas adecuadas para la conservación de los espermatozoides

Dado la importancia de implementar técnicas de inseminación artificial en los camélidos sudamericanos, se estudió el uso de diluyentes tendientes a conservar el semen de llama y alpaca refrigerado a 5° C por tiempo prolongado. En semen de llama, utilizando un diluyente a base de BSA, se evaluó el efecto de la refrigeración sobre la movilidad espermática a lo largo de 72 h [1]. Con el uso de un diluyente con lactosa y yema de huevo, se observó un aumento significativo (p=0,03) en el semen refrigerado, en el porcentaje de espermatozoides funcionales y móviles, no habiendo diferencias significativas en el porcentaje de espermatozoides vivos. En alpaca se utilizaron diferentes diluyentes comerciales a 4° C con porcentajes de movilidad espermática del 50 % a las 24 h y del 45 % a 48 h [3].

El objetivo de este trabajo fue seleccionar diluyentes que preserven la movilidad y la integridad funcional espermática en semen refrigerado a 5° C durante 24 h de la especie *Lama glama*.

### Materiales y Métodos

El trabajo se realizó en la Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad de Buenos Aires, que se encuentra en la Ciudad de Buenos Aires, Argentina, ubicada latitud 34° 36' y longitud 58° 26' a nivel del mar.

#### Recolección del semen

Se procesaron un total de 19 eyaculados obtenidos mediante electroeyaculación, provenientes de 8 machos *Lama glama* de 3 a 7 años de edad con un peso de 123 ± 12,22 kg (promedio ± D.E). La recolección mediante electroeyaculación se realizó bajo anestesia general utilizando xilacina 0,2 mg/kg EV (Rompun®, Laboratorio Bayer) y clorhidrato de ketamina 1,5 mg/kg EV (Ketamina®, Laboratorio Holliday) y un equipo P-T Electronics modelo 304 con un vástago # 4 con tres electrodos lineales. La estimulación eléctrica se realizó según técnica descripta [4].

### *Evaluación del semen*

Se realizó la evaluación del semen fresco puro inmediatamente después de la extracción y del semen diluido y refrigerado durante 24 h. Se evaluaron las siguientes características seminales: volumen, concentración, movilidad, funcionalidad e integridad de membrana y morfología espermática. El recuento de espermatozoides se realizó en cámara hemocitométrica de Neubauer. La movilidad se evaluó por observación directa sobre platina térmica a 37° C con microscopía de contraste de fase. Para evaluar la funcionalidad de membrana se realizó el test de endósmosis (HOS test) incubando durante 20 minutos 50 µl de semen y 250 µl de solución 50 mOsm de fructosa-citrato de sodio [5]. La integridad de membrana se evaluó mediante tinción con los fluorocromos diacetato de 6-carboxifluoresceína (CFDA) y yoduro de propidio (PI) [2], se observó con microscopía de epifluorescencia y filtro con una longitud de onda de 490 nm. La morfología espermática se observó mediante microscopía de contraste de fase (400 x). La evaluación fue realizada en todos los casos por el mismo operador sobre una base mínima de 200 espermatozoides contados por muestra.

### *Procesamiento del semen*

Luego de la evaluación del semen fresco (control), cada eyaculado mantenido a 37° C, se dividió en cuatro alícuotas y se diluyeron 1:1 con A) Lactosa 11 % - yema de huevo 20 %, B) Tris – citrato - yema de huevo (14 %), C) Suero sanguíneo (decomplementado) de llama 40 % – PBS 60 % y D) Leche descremada, glucosa (Kenney) [6]. Cada muestra se incubó 10 min en estufa a 37° C y se evaluó la movilidad espermática. Posteriormente, se sometió a una curva de enfriamiento en un balcón de frío hasta alcanzar los 5° C en 2 h 30 min, permaneciendo en esa temperatura durante 24 h.

### *Análisis Estadístico*

El análisis estadístico se realizó a partir de un modelo lineal mixto que consideró a los diluyentes como efectos fijos y al macho como aleatorio. No se encontró interacción doble macho-diluyentes, por lo cual fue excluida del modelo. En todos los casos se probó la normalidad de las variables mediante el test de Kolmogorov. La variable porcentaje de espermatozoides vivos fue transformada utilizando logaritmo. Dada la asimetría presentada por las variables porcentaje de movilidad espermática medida a 37° C y porcentaje de movilidad espermática medida a las 24 h a 5° C se realizó el test no paramétrico de Friedman para comparar los diluyentes entre sí. Para comparar las variables en un mismo diluyente a diferentes temperaturas (37° C y 5° C) se realizó el test de medias apareadas. Todos los análisis estadísticos fueron realizados con el programa R 2.2.1 [7].

## **Resultados**

Los resultados del estudio descriptivo (promedios  $\pm$  error estándar) de las variables seminales se encuentran resumidos en la Tabla 1.

En el semen fresco sin diluir (control) se encontró variabilidad con diferente nivel de significación entre los machos en todas las características seminales estudiadas: movilidad espermática ( $p=0,000008$ ), integridad de membrana espermática ( $p=0,01$ ) y espermatozoides con membrana funcional ( $p=0,002$ )

### *Influencia de los diluyentes en la movilidad espermática:*

No se encontraron diferencias significativas ( $p=0,63$ ) entre los porcentajes de movilidad espermática del semen fresco sin diluir (control) y los porcentajes de movilidad del semen diluido con los diferentes diluyentes a 37° C, sin embargo se puede observar en la tabla 1 que el porcentaje de movilidad con los diluyentes Lactosa- yema de huevo y Tris – citrato – yema presenta promedios similares al del semen fresco y superiores al de los demás diluyentes.

Se encontraron diferencias significativas ( $p=0,0001$ ) entre los porcentajes de movilidad espermática en el semen diluido con los diferentes diluyentes y refrigerado durante 24 h a 5° C.

Al realizar los intervalos de confianza se observó lo siguiente:

- 1) No hay diferencias significativas entre los porcentajes de movilidad espermática del control y del semen refrigerado en Lactosa –yema de huevo a 5° C durante 24 h.
- 2) Los porcentajes de movilidad espermática en el control y en semen refrigerado en Lactosa –yema de huevo son significativamente superiores a los porcentajes de movilidad espermática obtenidos al refrigerar con los diluyentes Tris – citrato - yema de huevo, PBS - suero de llama y Leche descremada- glucosa.

#### *Influencia de los diluyentes en la integridad de membrana espermática:*

Se encontraron diferencias significativas ( $p=0,0000001$ ) entre los porcentajes de integridad de membrana espermática en semen diluido con los diferentes diluyentes y refrigerado durante 24 h a 5°C.

Al realizar los intervalos de confianza se observó lo siguiente:

- 1) No hay diferencias significativas entre los porcentajes de integridad de membrana espermática en el control y en el semen refrigerado en Lactosa –yema de huevo a 5°C durante 24 h.
- 2) Los porcentajes de integridad de membrana espermática del semen refrigerado con Lactosa –yema de huevo, Tris – citrato - yema de huevo y Leche descremada- glucosa son significativamente superiores al porcentaje obtenido al refrigerar con PBS-suero de llama.

#### *Influencia de los diluyentes en la funcionalidad de membrana espermática:*

Se encontraron diferencias significativas ( $p=0,0000929$ ) entre los porcentajes de espermatozoides con membrana funcional en el semen diluido con los diferentes diluyentes y refrigerado durante 24 h a 5°C.

Al realizar los intervalos de confianza se observó lo siguiente:

- 1) No hay diferencias significativas entre los porcentajes de espermatozoides con membrana funcional en el control, en el semen refrigerado en Lactosa –yema de huevo y en el semen refrigerado en Leche descremada-glucosa a 5°C durante 24 h.
- 2) Los porcentajes de integridad de membrana espermática en el semen refrigerado con Lactosa –yema de huevo, y Leche descremada- glucosa son significativamente superiores a los porcentajes obtenidos al refrigerar con Tris – citrato - yema de huevo y PBS-suero de llama.

Tabla 1 Variación en el porcentaje de movilidad espermática, en el porcentaje de espermatozoides vivos y en el porcentaje de espermatozoides con endósmosis en semen fresco y en semen diluido a 37 °C y refrigerado a 5 °C durante 24 h.

	Control	Lactosa-yema de huevo		Tris–citrato-yema de huevo		Suero-PBS		Leche descremada	
	37 °C	37 °C	5 °C	37 °C	5 °C	37 °C	5 °C	37 °C	5 °C
Movilidad (%)	36,62 ± 25,61	40,70 ± 22,45	25,25 ± 10,25	40,19 ± 25	9,3 ± 8,51	24 ± 17,9	0,06 ± 0,17	23,78 ± 14,6	2,39 ± 5,33
Vivos (%)	62,69 ± 11,44	-----	48,42 ± 15,36	-----	33,08 ± 11,81	-----	10,17 ± 6,22	-----	36,15 ± 17,51
Endósmosis (%)	35,57 ± 11,18	-----	44,51 ± 17,57	-----	26,65 ± 10,48	-----	15,84 ± 9,3	-----	35,65 ± 14,2

Los datos son promedio ± error estándar. Control: semen fresco a 37 °C, Lactosa: semen diluido 1:1 en lactosa al 11% más yema de huevo (20 %), Tris: semen diluido 1:1 en Tris – citrato - yema de huevo, Suero PBS: semen diluido 1:1 en suero de llama – PBS, Kenney: semen diluido 1: 1 en diluyente Kenney® (leche descremada); 37 °C: semen conservado a 37 °C ; 5 °C: semen diluido y refrigerado a 5 °C durante 24 h. Movilidad: porcentaje de movilidad espermática. Vivos: porcentaje de espermatozoides con membranas íntegras. Endósmosis: porcentaje de espermatozoides con membranas funcionales.

## **Discusión**

En este trabajo todas las variables seminales estudiadas en el semen fresco presentaron variabilidad entre los machos. Esta variabilidad ya fue observada, en nuestro laboratorio, al analizar la influencia del macho sobre las características seminales de un total de 92 eyaculados [8].

Al estudiar la influencia de los diluyentes en el porcentaje de movilidad espermática a 37°C no se encontraron diferencias significativas. Sin embargo se puede observar que los porcentajes de movilidad con los diluyentes Lactosa- yema de huevo y Tris – citrato – yema presentaron promedios similares en semen fresco y superiores a los demás diluyentes. Resultados similares se obtuvieron al diluir semen en diluyente Tris [9] y Lactosa-yema de huevo [2] a 37°C.

Al estudiar la influencia de los diluyentes en el porcentaje de movilidad espermática a 5°C luego de 24 h de refrigeración se encontraron diferencias significativas entre diluyentes. El diluyente Lactosa-yema de huevo

preservó la movilidad e integridad funcional de los espermatozoides refrigerados no observándose esta actividad en los otros diluyentes.

La preservación del semen es un proceso complejo en el cual el espermatozoide puede sufrir un estrés letal o dañarse a causa de los rápidos cambios de las condiciones físico químicas durante el enfriamiento. El grado de estos cambios depende, en parte, de la composición de los diluyentes y de las curvas de enfriamiento. La yema de huevo protege al espermatozoide del shock por frío impidiendo eventos de transición de fase en los lípidos de las membranas [10]. El porcentaje comúnmente usado de yema de huevo, para el semen bovino es de 15 a 30 % [11], para el ovino: 3 a 15 % [12], para el búfalo: 20 % [13], para el camellos bactriano y dromedario: 10 a 20 % [14]. En este trabajo, las variables espermáticas de semen de llama fueron conservadas durante la refrigeración al utilizar 20 % de yema de huevo.

Los resultados obtenidos sugieren que el diluyente Lactosa 11% – yema de huevo 20 % es el que preservaría mejor el semen de llama durante el proceso de refrigeración.

## Agradecimientos

Este proyecto fue subsidiado por la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica PICT 2003 BID 1728-OC/AR 08-14231, y por la Universidad de Buenos Aires, UBACyT 2004-V018. Los autores también agradecen a Alicia Agüero, M.V. y Marcelo Pinto, M.V. por su asesoramiento.

## Bibliografía

1. Huanca, W., Gauly, M.. 2001. Conservación de semen refrigerado de llamas. Rev. Inv. Vet. Perú. 1:460-461.
2. Giuliano S.; Director A. Trazorras V.; Maizon D.. Miragaya M.. “Pruebas de funcionalidad e integridad de membrana plasmática en semen fresco y refrigerado de Lama glama”. 2005 Actas IV Congreso de la Asociación Latinoamericana de Especialistas em Pequenos Ruminantes y Camelideos Sul-Americanos. mayo de en Curitiba . Brasil.
3. Vaughan, J., Galloway, D., Hopkins, D.. 2003. Artificial insemination in alpacas (*Lama pacos*). RIRDC Rural Industries Research and Development Corporation, Pub. N° 03/104, Kingston, Australia.
4. Director, A., Giuliano, S., Miragaya, M., 2004. Evaluation of llama (*Lama glama*) semen obtained by electroejaculation or using an artificial vagina. Proceedings 15th International Congress on Animal Reproduction (ICAR), pp. 216. (Abstract).
5. Giuliano, S., Ferrari, M., Spirito, S., Campi, S., Director, A., Fernández, H., 2002. Methodological advances on the hypoosmotic swelling test (HOS test) in llama (*Lama glama*) spermatozoa. Biocell 17 (1):149
6. Kenney, R.M., Bergmann, R.V., Cooper, W.L. et al. Minimal contamination techniques for breeding mares: technique and preliminary findings. Proc. Am. Assoc. Equine Pract., v.21, p.327-336, 1975.
7. R 2.2.1. Program. Copyright 2005, The R Foundation for Statistical Computing Version 2.2.1 (2005-12- 20 r36812) ISBN 3-900051-07-0.
8. Giuliano, S., Director, A., Trasorras, V., Gambarotta, M., Miragaya, M., 2006. Influencia del método de extracción de semen, del macho utilizado, y de la estación del año en características seminales de la especie *Lama glama*. II Simposium Internacional de Investigaciones sobre Camélidos Sudamericanos y Seminario Final. del Proyecto Decama. Arequipa, Peru (Abstract).
9. von Baer, L., Helleman, C., 1998. Variables seminales en llama (*Lama glama*). Arch. Med. Vet. 30 (2)
10. Drobni E.Z.; Crowe L.M.; Berger T.; Anchoroguy T.J.; Overstreet J.W. and Crowe J.H.. 1993. Cold shock damage is due to lipid phase transitions in cell membrane: a demonstration using sperm as a model. J. Exp. Zool. 265: 432-437.
11. Vishwanath R. and Shannon P.. 2000. Storage of bovine semen in liquid and frozen state. An. Reprod. Sci 62: 23- 53.
12. Salomon S. and Maxwell W.M.C.. 2000. Storage of ram semen. An. Reprod. Sci 62: 77-111.
13. Sansone G.; Nastri M.J. and Fabbrocini A.. 2000. Storage of buffalo (*Bubalus bubalis*) semen. An. Reprod. Sci 62: 55-76.
14. Tibary A. and Anouassi A. (1997): “Theriogenology in Camelidae, anatomy, physiology, pathology and artificial breeding”. 1<sup>st</sup> Edition, Actes Editions, Rabat, Maroc. 489 pp.

## EFFECTO DEL ESTRADIOL SOBRE LA SOBREVIDA EMBRIONARIA EN ALPACAS Y LLAMAS

González M.L.<sup>1</sup>, Huanca T. <sup>1</sup> y W. Huanca. <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Programa Nacional Investigación Camélidos – INIA – Puno – Perú.

<sup>2</sup> Facultad de Medicina Veterinaria - UNMSM- Lima Perú

### Resumen

El presente estudio, se llevó a cabo en el CIP Quimsachata de la E.E. Illpa – INIEA – Puno y tuvo como objetivo evaluar el efecto de la aplicación de estradiol poscópula y determinar la sobrevida embrionaria en camélidos sudamericanos domésticos. Se utilizaron 80 alpacas hembras y 80 llamas hembras seleccionadas al azar, previa prueba de fertilidad y después del empadre controlado con machos reproductores del plantel (día 0), fueron asignados al azar a uno de los siguientes grupos conformado por 20 animales: G1 = Alpacas con cría, con estradiol; G2 = Alpacas con cría, control; G3 = Alpacas sin crías, con estradiol; G4 = Alpacas sin crías, control; G5 = Llamas con cría, con estradiol; G6 = Llamas con cría, control; G7 = Llamas sin cría, con estradiol; G8 = Llamas sin cría, control. Para determinar preñez, a los 40 días posempadre, se realizó la evaluación con un ecógrafo modelo ALOKA SSD 500 y con un transductor lineal de 7,5 MHz. La aplicación de estradiol exógeno a los 8 y 9 días poscópula permitió tener una mayor tasa de sobrevida embrionaria con diferencia significativa entre grupos, destacando una tendencia a una mayor tasa el grupo G3 (75 %) al día 40 poscópula. La sobrevida embrionaria promedio en alpacas con estradiol fue (70 %) y en llamas (67,5 %) al día 40 con respecto a los grupos control (alpacas 55 % y llamas 42,5 %). Los resultados indicarían que existe una respuesta positiva del estradiol cuando es aplicado entre los días 8 y 9 poscópula en la tasa de sobrevida embrionaria en camélidos.

### Introducción

La mortalidad embrionaria es un factor que reduce la eficiencia reproductiva en muchas especies domésticas, siendo esta pérdida embrionaria más alta en camélidos sudamericanos [8]. Si bien los índices de fertilización verificados a los 3 días pos servicio son altos, en más del 85%, los porcentajes de alpacas preñadas a los 30 días pos servicio son mucho menores, con una pérdida embrionaria aproximada del 50% [8, 9].

En alpacas preñadas [2], se encontró concentraciones de estradiol 17 $\beta$  que decrecen significativamente desde el día 8 hasta los días 10–11 poscópula, registrándose un incremento para el día 13; así mismo decrecen los niveles de progesterona (P4). Además por efecto del estradiol (exógeno) probablemente sobre la función del cuerpo lúteo, magnifiquen las fallas en el establecimiento y/o viabilidad de la fertilización y subsecuentemente en la sobrevida embrionaria, sugiriendo que un efecto similar tendrían los folículos estrogénicos (10). Así mismo concentraciones de 17 $\beta$  estradiol fueron más elevadas de 180 pmol/L durante los últimos 45 días de preñez, empezando a decrecer el día del parto y concentraciones altas fueron registradas 7 días posparto en alpacas y a los 10 días en llamas [3].

El objetivo del presente estudio, es el de contribuir al conocimiento sobre el efecto de la aplicación del estradiol poscópula y determinar la sobrevida embrionaria en camélidos sudamericanos domésticos.

### Materiales y Métodos

#### Ubicación

El presente experimento se realizó en el CIP. Quimsachata del Instituto Nacional de Investigación y Extensión Agraria (INIA), ubicado a 4.200 msnm a 15°04' de latitud sur y 70°18' longitud oeste, entre los distritos de Santa Lucía y Cabanillas de la provincia de Lampa y San Román respectivamente, en el departamento de Puno, zona agroecológica de puna Seca. Su temperatura máxima es de 14,5 °C y la mínima de -11,1 °C, con una temperatura promedio de 3,9 °C en Junio y de 8,1 °C en Noviembre. La precipitación pluvial oscila entre 400 y 688 mm al año.

### Animales

Se utilizaron 80 alpacas hembras adultas (40 madres con cría y 40 madres sin cría), 80 llamas adultas (40 madres con cría y 40 madres sin cría), al 50% de las alpacas se aplicó 0,4 ml de estilbo vitaminado (17  $\beta$  estradiol), por vía subcutánea en forma fragmentada los días 8 y 9 posempadre y en forma similar a las llamas se aplicó 0,5 ml de 17  $\beta$  estradiol.

Los animales seleccionados al azar, recibieron las mismas condiciones de manejo y de alimentación en pasturas naturales.

### Diseño experimental

Los animales seleccionados, previa prueba de fertilidad, después del empadre controlado con machos del plantel de reproductores (día 0), fueron asignados al azar a uno de los siguientes grupos:

G1 (n = 20): Alpacas con cría, con estradiol

G2 (n = 20): Alpacas con cría, control

G3 (n = 20): Alpacas sin cría, con estradiol

G4 (n = 20): Alpacas sin cría, control

G5 (n = 20): Llamas con cría, con estradiol

G6 (n = 20): Llamas con cría, control

G7 (n = 20): Llamas sin cría, con estradiol

G8 (n = 20): Llamas sin cría, control

A los 40 días posempadre, se realizó la evaluación con un ecógrafo modelo ALOKA SSD 500 y con un transductor lineal de 7,5 MHz para determinar preñez.

### Análisis estadístico

La relación, entre la tasa de preñez en los grupos en estudio fueron evaluadas con la prueba de Chi Cuadrado ( $X^2$ ). Para la comparación de la sobrevivencia embrionaria entre grupos (es decir, si estos son diferentes significativamente en términos de supervivencia) se utilizó la prueba de Log-Rank. El nivel de significancia empleado para el análisis de los resultados fue de  $p < 0,05$ .

## Resultados y Discusión

Del total de alpacas hembras adultas empadradas (tabla 1) el grupo con estradiol a los 8 y 9 días presenta un mayor porcentaje de preñez 70 %, en comparación al grupo control, que presenta 55 % de preñez (22 alpacas).

Tabla 1. Tasa de preñez en alpacas a los 40 días, posmonta.

Estado reproductivo	Tratamiento	n	Preñez N	Vacia N	Tasa de preñez %	Promedio Preñez %
Con cría	Estradiol	20	13	7	65	70
Sin cría	Estradiol	20	15	5	75	
Con cría	Control	20	11	9	55	55
Sin cría	Control	20	11	9	55	

En relación a llamas adultas, el 67,5 % presenta preñez (27 llamas) en comparación al grupo control con 42,5 % de preñez (tabla 2).

Tabla 2. Tasa de preñez en llamas a los 40 días, posmonta.

Estado reproductivo	Tratamiento	n	Preñez N	Vacia N	Tasa de preñez %	Promedio Preñez %
Con cría	Estradiol	20	14	6	70	67,5
Sin cría	Estradiol	20	13	7	65	
Con cría	Control	20	7	13	35	42,5
Sin cría	Control	20	10	11	50	

El presente estudio, reporta el efecto de la aplicación de estradiol a los 8 y 9 días pos cópula, que se sugiere como el momento de inicio de reconocimiento maternal de la preñez (RMP) en camélidos sudamericanos [1]; así como la posibilidad de que el estradiol desempeñe un rol importante en este proceso basado por la presencia de folículos estrogénicos (> 7 mm) alrededor de los días 10 – 12 posovulación [4]. Alpacas con folículo dominante en estadio de crecimiento > 7 mm al momento de la monta [6], presentaron mayor tasa de sobrevivencia embrionaria (65,52 %) y las alpacas con folículo dominante en estadio de regresión, la menor sobrevivencia embrionaria (42,86 %).

Los resultados sobre la tasa de sobrevivencia embrionaria demuestran una tendencia hacia un mejor efecto por parte del grupo estradiol al día 8 y 9 en relación al grupo control, que coincide con los resultados obtenidos en alpacas y llamas [7]. Estos resultados contribuyen a sustentar la hipótesis de una posible participación del estradiol en el RMP en camélidos sudamericanos, basado en reportes que señalan que durante esos días se produce un descenso momentáneo en los niveles séricos de progesterona, una elevación de los niveles de prostaglandina F2 y de 17β estradiol [1]. La elevación de estradiol sérico estaría relacionada con la presencia de folículos preovulatorios que se pueden observar justamente cuando se cree que se produce el proceso de RMP [4]. Así mismo en *Camellos dromedarios*, estudiados se encontró una participación activa del estradiol producido por el embrión sobre el tejido uterino de la madre [11]. El mecanismo por el cual el estradiol ayudaría en el proceso de RMP en camélidos no es conocido, pero posiblemente el efecto sería similar en las cerdas, donde esta hormona secuestra a la prostaglandina producida por el endometrio llevándola a la luz uterina para no ser transportada por los vasos sanguíneos maternos al ovario [5,12].

En cuanto a la receptividad sexual, todas las hembras fueron receptivas al macho en el día del empadre, debido a la posible presencia en todas de un folículo dominante mayor o igual a 7mm, el cual secreta estrógenos hormona responsable de la conducta sexual en la hembra [9].

## Conclusiones

La aplicación de Estradiol exógeno a los 8 y 9 días poscópula permitió tener una mayor tasa de sobrevivencia embrionaria en alpacas (70 %) y llamas (67,5 %) al día 40 con respecto a los grupos control.

## Bibliografía

1. Aba M., M Forsberg, H Kindahl, L Edqvist, 1995. Endocrine changes after mating in pregnant and non-pregnant llamas and alpacas. Acta Vet. Scand. 36: 489-498.
2. Aba M., P Bravo, M Forsberg, H Kindahl, 1997. Endocrine changes during early pregnancy in the alpaca. Anim. Reprod. Sci. 47(4):273-279.
3. Aba M., J Sumar, M Forsberg, H Kindahl, L Edqvist, 1998. Plasma concentration of 15-ketodihydro-PGF2a , progesterone, oestrone sulphate, oestradiol-17 β and cortisol during late gestation, parturition and the early post partum period in llamas and alpacas. Anim. Reprod. Sci. 50:111-121.
4. Arainga M. 2002. Estudio del efecto de la GnRH en el proceso de reconocimiento maternal de la preñez sobre la sobrevivencia embrionaria en alpacas (Lama pacos). Tesis Bachillerato. Fac. Med. Vet. UNMSM. Lima – Perú.
5. Bazer F., J Vallet, R Roberts, D Sharp, W Thatcher, 1986. Role of conceptus secretory products in establishment of pregnancy. J. Reprod. Fertil. 76 (2): 841-850.
6. Cervantes M. 2004. Estudio del efecto del estadio del desarrollo folicular al momento de la monta sobre la ovulación y sobrevivencia embrionaria en alpacas. Tesis. Fac. Med. Vet. UNMSM. Lima – Perú.
7. Chipayo Y. 2002. Estudio del efecto del estradiol alrededor del reconocimiento maternal de la preñez sobre la sobrevivencia embrionaria en alpacas. Tesis Fac. Med. Vet. UNMSM. 47 p.
8. Fernández Baca S., W Hansel, C Novoa, 1970. Embryonic mortality in the alpaca. Biol. Reprod. 3:252-261.
9. Fernández Baca. 1971. La alpaca: reproducción y crianza boletín de divulgación N° 7. IVITA. Perú – 43.
10. Leyva V., García, W. 2000. Efecto del estradiol en la fertilización y sobrevivencia embrionaria en alpacas. En XV Congreso Nacional de Ciencias Veterinarias. Resumen. Cusco. 22-23
11. Skidmore J., W Allen, R Heap, 1997 a. Maternal recognition of pregnancy in the dromedary camel. J. Camel Practice and Research. 4 (2): 187-192.
12. Young K., R Kraeling, F Bazer, 1989. effect of prolactin on conceptus survival and uterine secretory activity in pigs. J. Reprod. Fertil 86 (2): 713-722.

# EVALUACION DEL EFECTO DE DILUTORES EN LA VIABILIDAD DE LOS ESPERMATOZOIDES DE SEMEN DE ALPACAS.

González M.L.<sup>1</sup> Huanca T. <sup>1</sup> y W. Huanca. <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Programa Nacional Investigación Camélidos – INIA – Puno – Perú.

<sup>2</sup> Facultad de Medicina Veterinaria - UNMSM- Lima Perú

## Resumen

El presente estudio, se llevó a cabo en el CIP Quimsachata de la E.E. Ilpa – INIEA – Puno a 4.200 msnm y tuvo como objetivo evaluar el efecto de dilutores en la viabilidad y sobrevivencia de espermatozoides de semen de alpacas. Se utilizaron 6 alpacas machos reproductores de 4 años de edad promedio, seleccionados, debidamente preparados y entrenados como donadores de semen a través de vagina artificial. Los tratamientos fueron; T1. Tris-fructosa-yema de huevo, T2. Citrato-glucosa-yema de huevo, T3. Citrato, glucosa, yema de huevo, Tripsina, T4. Citrato, glucosa, yema de huevo, colagenasa, T5. Albúmina sérica bovina (BSA), Glucosa. T6. BSA, Glucosa + efecto mecánico. La evaluación de los diferentes dilutores se realizó con cinco colecciones por animal. Los resultados para motilidad individual fueron T1.  $78,4 \pm 3,8$  %, T2.  $75,2 \pm 6,5$  %, T3.  $81,5 \pm 4,2$  %, T4.  $79,6 \pm 5,3$  %, T5.  $67,5 \pm 6,4$  % T6.  $65,3 \pm 7,2$  %, donde los valores para T3, T4 y T1 son mayores ( $P < 0.01$ ) a los de T5 y para concentración de espermatozoides: T1.  $65,6 \pm 14,7$ , T2.  $62,9 \pm 16,3$ , T3.  $61,3 \pm 12,5$ , T4.  $60,8 \pm 18,4$ , T5.  $34,7 \pm 13,4$  y T6  $28,6 \pm 21,5 \times 10^6$  espermatozoides/ml, donde el dilutor T1 mantiene la más alta concentración de espermatozoides vivos ( $P < 0.01$ ) frente al T5. Estos resultados sugieren que los dilutores utilizados responden con eficiencia a un manejo de semen fresco práctico, de bajo costo y de fácil provisión.

## Introducción

La crianza de alpacas, es una de las actividades de mayor importancia e impacto en el desarrollo socioeconómico para muchas familias de las tierras altas de los Andes del Perú por la producción de fibra y carne. A pesar de la difusión de esta crianza hacia el centro y norte del país, se encuentran pocos núcleos de alpacas de alta calidad genética en el sur, más aún no existen servicios de inseminación artificial (IA), lo cual limita el desarrollo de un programa de mejoramiento genético.

En alpacas la inseminación artificial, no ha logrado difusión como en otras especies, por las dificultades en el desarrollo de protocolos de colección, dilución y conservación del semen [8] que han limitado el uso de semen fresco y han tenido resultados pocos satisfactorios en los protocolos de congelación de semen [9]. Así mismo las características del semen de camélidos, por su alta viscosidad, dificulta la posibilidad de utilizar dilutores convencionales utilizados en otras especies, habiéndose reportado el uso de enzimas como la tripsina y colagenasa para disminuir la viscosidad del semen [1], con resultados no consistentes. Por ello en camélidos existe la necesidad de encontrar dilutores de uso práctico y de bajo costo que no afecte la calidad del semen para inseminar.

El objetivo del presente estudio, es el de evaluar el efecto de diferentes dilutores en la viabilidad y sobrevivencia espermática de semen de alpacas colectadas con vagina artificial, que permita conservar la calidad de semen.

## Materiales y Métodos

El presente experimento se realizó en el CIP. Quimsachata del Instituto Nacional de Investigación y Extensión Agraria (INIA), ubicado a 4.200 msnm a  $15^{\circ}04'$  de latitud sur y  $70^{\circ}18'$  longitud oeste, entre los distritos de Santa Lucía y Cabanillas de la provincia de Lampa y San Román respectivamente, en el departamento de Puno, zona agroecológica de Puna Seca. La temperatura máxima es de  $14,5$  °C y la mínima de  $-11,1$  °C, con una temperatura promedio de  $3,9$  °C en Junio y de  $8,1$  °C en Noviembre. La precipitación pluvial oscila entre 400 y 688 mm al año.

En el estudio se utilizaron 6 alpacas machos reproductores de 4 años de edad aproximadamente, debidamente preparados y entrenados como donadores de semen. Se colectaron y evaluaron 5 eyaculados por animal, con un volumen promedio de  $1,96 \pm 0,9$  ml de semen, con un tiempo de colección promedio de  $15,6 \pm 3,9$  minutos.

El experimento se condujo en un diseño completamente al azar. Para los valores físicos de las muestras de semen diluidas se estimó estadísticas de tendencia central y de dispersión más importantes (promedio, desviación estándar y coeficiente de variabilidad). Para comparar las medias se utilizó la prueba de Tuckey ( $\alpha = 0,05$ ), siendo los tratamientos:

- T1. Tris-fructosa-yema de huevo,
- T2. Citrato-glucosa-yema de huevo,
- T3. Citrato glucosa-yema, Tripsina,
- T4. Citrato glucosa-yema, Colagenasa,
- T5. Albúmina sérica bovina (BSA) + Glucosa.
- T6. BSA + Glucosa + efecto mecánico.

### Resultados y Discusión.

Las funciones principales de cualquier dilutor es proveer nutrientes para los espermatozoides y además ser un vehículo para que el semen se emplee en programas de inseminación artificial. A la fecha se han usado varios dilutores en semen de alpaca, entre ellos se encuentran: leche descremada, fosfato salino tamponado, glucosa citrato, yema de huevo glucosa citrato, tryladil y tris tamponado [2]. Además en las alpacas no existe motilidad masal por la baja concentración de espermatozoides y porque se ha observado una motilidad individual progresiva, poco vigorosa, esta última observación obedece a que el plasma seminal es altamente viscoso por lo que el movimiento de los espermatozoides es lento comparado con el ovino y bovino [7]. En el presente estudio (Tabla 1), los valores promedio de motilidad individual para los dilutores Citrato de sodio asociado a la enzima tripsina ( $81,5 \pm 4,2$  %), seguido por los dilutores Citrato de sodio, colagenasa ( $79,6 \pm 5,3$  %) y Tris, fructosa, ácido cítrico ( $78,4 \pm 3,8$  %), son mayores ( $P < 0,01$ ) a los del dilutor Suero albúmina bovina ( $67,5 \pm 6,4$  %). Ligeramente superiores a los valores reportados en eyaculaciones sucesivas, siendo la motilidad de 78,8; 75,0 y 71,7 % para la primera, segunda y tercera eyaculación [2] y superiores a los obtenidos con vagina artificial por dos métodos de colección: con maniquí  $34,2 \pm 5,3$  % y con hembra en celo  $68,9 \pm 4,9$  % [4]. Así mismo se reporta motilidad de  $62,3 \pm 36,2$  % para llamas y de  $58,4 \pm 31,3$  % para alpacas [5] y al evaluar la albúmina sérica bovina (BSA) y glucosa en la conservación de semen refrigerado de llamas [6], mencionan que es posible utilizar dicha solución para la conservación de semen de llamas en refrigeración, con una motilidad mayor del 43% a las 24 horas, siendo la motilidad inicial a las 0 horas de 57 %.

Tabla 1. Efecto de dilutores en la motilidad individual de los espermatozoides de alpacas.

Tratamiento	Motilidad %
Citrato-Glucosa-Yema- Tripsina	$81,5 \pm 4,2$
Citrato-Glucosa-Yema- Colagenasa	$79,6 \pm 5,3$
Tris-Fructosa-Yema	$78,4 \pm 3,8$
Citrato-Glucosa-Yema	$75,2 \pm 6,5$
BSA + Glucosa	$67,5 \pm 6,4$
BSA + Efecto mecánico	$65,3 \pm 7,2$

Los resultados del efecto de dilutores en la concentración de espermatozoides vivos de alpaca, expresados en millones/ml se presenta en la tabla 2, donde el dilutor Tris, fructosa, ácido cítrico, yema de huevo mantiene la más alta concentración de espermatozoides vivos ( $65,6 \pm 14,7$  millones/ml), mayor ( $P < 0,01$ ) al dilutor Suero albúmina

bovina ( $34,7 \pm 13,4\%$ ). Contrario a reportes que señalan que la yema de huevo citrato - glucosa parece ser el mejor dilutor para el semen de alpacas por lo menos durante dos horas siguientes a la colección del semen [3]. Además se menciona que las características especiales del eyaculado de los camélidos sudamericanos domésticos (alpacas y llamas) que tienen alta viscosidad dificulta la posibilidad de utilizar dilutores que son empleados en otras especies para conservación de la calidad del eyaculado, reportándose con resultados alentadores el uso de enzimas como la tripsina y colagenasa para lograr la dilución de la viscosidad del semen colectado en alpacas. Por otro lado se menciona que el mejor dilutor para semen de alpacas parece ser tris tamponado [2]. El primer reporte de semen diluido y mantenido en incubación por dos horas consideró tres dilutores, fosfato salino tamponado, leche descremada y yema de huevo citrato glucosa. El porcentaje de espermatozoides vivos inmediatamente después de la colección de semen fue: 61,1, 60,8 y 64,0%, respectivamente. A las dos horas el dilutor que mantenía más espermatozoides vivos fue yema de huevo citrato glucosa (35,4%) en contraste a 22,2 y 15,6% para fosfato salino tamponado y leche descremada, respectivamente. Así mismo existen reportes de concentraciones de espermatozoides de  $57,3 \times 10^6$  para llamas y de  $69,2 \times 10^6$  en alpacas [5].

Tabla 2. Efecto de dilutores en la concentración de espermatozoides vivos de alpacas

Tratamiento	Concentración esp. vivos
	Millones/ml
Citrato-Glucosa-Yema- Tripsina	61,3 $\pm$ 12,5
Citrato-Glucosa-Yema- Colagenasa	60,8 $\pm$ 18,4
Tris-Fructosa-Yema	65,6 $\pm$ 14,7
Citrato-Glucosa-Yema	62,9 $\pm$ 16,3
BSA + Glucosa	34,7 $\pm$ 13,4
BSA + Efecto mecánico	28,6 $\pm$ 21,5

## Conclusiones

Los valores promedio de motilidad individual para los dilutores Citrato de sodio asociado a la enzima tripsina ( $81,5 \pm 4,2\%$ ), seguido por los dilutores Citrato de sodio, colagenasa ( $79,6 \pm 5,3\%$ ) y Tris, fructosa, ácido cítrico ( $78,4 \pm 3,8\%$ ), son mayores ( $P < 0,01$ ) a los del dilutor Suero albúmina bovina ( $67,5 \pm 6,4\%$ ).

El dilutor Tris, fructosa, ácido cítrico, yema de huevo mantiene la más alta concentración de espermatozoides vivos ( $65,6 \pm 14,7$  millones/ml), mayor ( $P < 0,01$ ) al dilutor Suero albúmina bovina ( $34,7 \pm 13,4\%$ ).

## Bibliografía

1. Bravo W. 1999. La función espermatogénica del macho llama y alpaca. Resúmenes del III Congreso Mundial sobre camélidos, Cusco – Perú.
2. Bravo W. 1998. Avances en la fisiología reproductiva del macho: llama y alpaca. En Resúmenes de la XXI Reunión científica anual peruana de producción animal. Puno – Perú. p. 15-21.
3. Bravo W., D Florez, J Garnica y C Ordoñez 1997. Collection of semen and artificial insemination of alpaca. Theriogenology.
4. Dávalos R., J Olazábal y L Echevarría. 1999. Avances en la evaluación de dos formas de colección de semen en alpacas. En Resúmenes del II Congreso Mundial sobre Camélidos. Cusco - Perú.
5. Huanca W. 2004. Aplicación de biotecnologías reproductivas en camélidos sudamericanos. En Resúmenes de la XXVII Reunión científica anual peruana de producción animal. Piura – Perú
6. Huanca W. y M Gauly 2001. Conservación de semen refrigerado en llamas. En Resúmenes de la XXIV Reunión científica anual peruana de producción animal. Lima – Perú. p-460-461.

7. Sumar J. y L Leyva 1981. Colección de semen mediante vagina artificial en la alpaca (*Lama pacos*). Memoria IV Convención Internacional sobre Camélidos Sudamericanos. Corp. Nac. de Formación e Integración de la Patagonia. Punta Arenas Chile.
8. Sumar J. 1997. Avances y perspectivas en reproducción de camélidos. I simposio internacional Avances en reproducción de rumiantes. Julio 17-18 Lima- Perú.
9. Vaughan J., 2004. Artificial breeding in alpacas . 4 European Symposium on South American Camelids and DECAMA European Seminar, Gottingen, 7 9 October, 2004, Germany Abstracts. Ed. M Gerken, C. Renieri, M. Gaulty and A. Riek.

## **EFFECTO DE LA APLICACIÓN DE ESTRADIOL SOBRE LA SOBREVIVENCIA EMBRIONARIA EN LLAMAS (*Lama glama*)**

Palomino Cano Jesús<sup>1</sup>, Huanca Wilfredo<sup>2</sup>, Cervantes Miriam<sup>2</sup>

1. EMV-UNSCH. Perú

2. FMV-UNMSM. Perú

leunamvet@yahoo.com, leunamvet@hotmail.com

### **Abstract**

A limiting factor in raising llamas is the high embryonic mortality rate. Previous studies have shown an increase in 17 $\beta$ -estradiol seric levels on days 9 to 11 post ovulation, suggesting that the maternal recognition of pregnancy (MRP) may occur during these days. The objective of our study was to determine the effect of the application of estradiol on the embryonic survival rate around the moment of MRP in llamas. For the evaluation, sixty female llamas with  $\geq 15$  days after delivery and with a preovulatory follicle  $\geq 7$ mm were mated with males. Then, the female llamas were distributed randomly into 3 groups (application was at days 8 and 9 after copulation): G0 (placebo/animal/day); G1 (0.2mg estradiol/animal/day); G2 (0.2 mg estradiol and 15mg progesterone/animal/day). The mating day was day 0. Using ultrasonography was determined: ovulation on day 2; size and presence of corpus luteum on day 9; embryonic vesicle and embryo on days 20, 25, 30 and 35. The embryonic survival rate on day 20 was higher in G1 (75%) than in G0 (57.89%) and G2 (55%); similar tendency was observed until day 35. The rates were not statistical different ( $p < 0.05$ ). These results indicate that the application of estradiol alone at days 8 and 9 after copulation, tends to improve the embryonic survival rate in llamas.

Key words: estradiol, embryonic survival, MRP, llamas.

### **Introducción**

Una de las principales limitantes en la explotación de camélidos sudamericanos es la baja eficiencia reproductiva, donde la mortalidad embrionaria juega un rol de gran importancia al llegar a 50% [1, 2]. En llamas se menciona que entre los días 9 y 11 post ovulación se produciría el reconocimiento maternal de la preñez (RMP), teniendo en consideración los cambios endocrinos como aumento de niveles séricos de estradiol 17 $\beta$  y un descenso temporal de progesterona, donde el embrión sería el responsable de dar la señal para evitar la lúteólisis en hembras preñadas [3], volviéndose entonces a los niveles de progesterona necesarios para mantener la gestación. Al incubarse embriones de dromedario, se observó síntesis de altas cantidades de estradiol 17 $\beta$ , conversión de progesterona a estradiol 17 $\beta$ , y una gran habilidad del tejido endometrial para conjugarse con el estradiol; lo que indicaría que el estradiol tendría un rol importante en el RMP en esta especie [4], pariente cercano de la llama. En camélidos sudamericanos, los mecanismos que intervienen en el RMP no están establecidos, pero posiblemente al igual que en cerdas, el estradiol 17 $\beta$  sería quien secuestre a la PGF2a hacia la luz uterina, no permitiendo su paso a la circulación ni su llegada al ovario, y por ende evitando la lúteólisis [5].

Entre los factores involucrados en la alta mortalidad embrionaria se hallaría el factor hormonal, en tal sentido se han realizado estudios sobre manejo hormonal para evaluar su efecto sobre la sobrevivencia embrionaria. En alpacas se ha reportado que la aplicación de GnRH al día 5 post cópula incrementó la sobrevivencia embrionaria [6], así mismo con la aplicación de estradiol a los 8 y 9 días post ovulación se obtuvo 80% de sobrevivencia embrionaria y con la aplicación de estradiol mas progesterona un 73% [7]. En vacas, se reportó que la aplicación de

progesterona entre los días 10-17 produciría mejoras significativas en la sobrevivencia embrionaria [8]. De tal forma los reportes sugerirían que mediante manejo hormonal sería posible mejorar la sobrevivencia embrionaria; por lo tanto, el objetivo del presente estudio fue determinar el efecto de la aplicación de estradiol alrededor del momento de RMP sobre la tasa de sobrevivencia embrionaria en llamas.

## **Materiales y Métodos**

### *Lugar de estudio*

El experimento se realizó entre los meses de Enero y Marzo en el anexo Quimsachata, perteneciente a la Estación Experimental ILLPA del Instituto Nacional de Investigación Agraria (INIA), ubicado a 4200 msnm, entre los distritos de Santa Lucía y Cabanillas de las provincias de Lampa y San Román respectivamente, en el departamento de Puno, Perú.

### *Animales*

Se utilizaron 60 llamas adultas con historial reproductivo de al menos un parto anterior y con descanso post parto  $\geq$  15 días. Las hembras seleccionadas fueron evaluadas mediante ultrasonografía (ecógrafo portátil ALOKA SSD 500 equipado con un transductor lineal de 7.5 MHz de frecuencia) para determinar la presencia de un folículo  $\geq$  7mm. Fueron sometidas a empadre controlado con machos del plantel de reproductores. Todos los animales seleccionados recibieron las mismas condiciones de manejo y fueron alimentados en pasturas naturales.

### *Diseño Experimental*

Luego del empadre, las llamas seleccionadas fueron asignadas al azar a uno de los siguientes grupos:  
G0 (n=20): 2 ml/animal/día de Solución Fisiológica (placebo) vía IM; días 8 y 9 post cópula.  
G1 (n=20): 0,2 mg/animal/día de Benzoato de estradiol vía IM; días 8 y 9 post cópula.  
G2 (n=20): 0,2 y 15 mg/animal/día Benzoato de estradiol y Proligestona, respectivamente, vía IM; días 8 y 9 post cópula.

### *Procedimiento Experimental*

El día del empadre fue considerado día 0. Se aplicó el tratamiento respectivo a cada grupo los días 8 y 9 post cópula en las llamas que ovularon. Las evaluaciones ecográficas se realizaron: el día 2 post cópula para determinar ovulación por desaparición del folículo dominante, día 9 post cópula para determinar presencia del cuerpo lúteo y los días 20, 25, 30 y 35 post cópula para observar vesícula embrionaria y determinar presencia del embrión.

### *Análisis Estadístico*

Se utilizó el paquete estadístico STATA 8.0 (Stadistic Data Analysis; Corporation 4905-Lake Way Drive, 2003). La sobrevivencia embrionaria en los grupos fue analizada mediante curvas de supervivencia calculadas y graficadas por la prueba estadística de Kaplan Meier; y la tasa de sobrevivencia embrionaria final al día 35 fue analizada con la prueba de Log-Rank que estimó si existía o no diferencia significativa entre los grupos. El porcentaje de ovulación fue analizado por la prueba de análisis de varianza (ANOVA) de una sola vía. El nivel de significancia empleado para el análisis de los resultados fue de  $p < 0,05$ .

## **Resultados**

### *Porcentaje de ovulación y presencia del Cuerpo lúteo*

El 100% de las llamas seleccionadas presentaron receptividad frente al macho al momento del empadre. Del total de llamas empadradas, el 98,33% ovularon (cuadro 1). Todas las alpacas que ovularon presentaron cuerpo lúteo al día 9 post cópula.

Cuadro 1. Porcentaje de ovulación en llamas al día 2 post cópula.

Grupos	G0	G1	G2	Total
n	20	20	20	60
Ovulación	19	20	20	59
% Ovulación	95	100	100	98.33

G0: placebo; G1: 0,2 mg benzoato de estradiol; G2: 0,2 mg benzoato de estradiol y 15 mg proligestona. Los tratamientos se aplicaron los días 8 y 9 post cópula.

#### Tasa de sobrevivencia embrionaria (TSE)

La TSE al día 20 fue mayor en g1 (75%) que en g0 (57,89%) y g2 (55%); permaneciendo igual tendencia hasta el día 35, sin diferencia estadística significativa ( $p > 0,05$ ). (cuadro 2).

Cuadro 2. Tasa de sobrevivencia embrionaria en llamas hasta el día 35 post cópula

Días de evaluación	G0 n=19	G1 n=20	G2 n=20	Total n=59
Día 20 post cópula	57,89	75	55	62,63
Día 25 post cópula	57,89	75	55	62,63
Día 30 post cópula	57,89	75	55	62,63
Día 35 post cópula	57,89	75	55	62,63

G0: placebo; G1: 0,2 mg benzoato de estradiol; G2: 0,2 mg benzoato de estradiol y 15 mg proligestona. Los tratamientos se aplicaron los días 8 y 9 post cópula.

#### Discusión

El presente estudio, reporta el efecto de la aplicación de estradiol y progesterona los días 8 y 9 post cópula en llamas, constituidos alrededor del momento de reconocimiento maternal de la preñez (RMP) en esta especie [3].

Los resultados respecto a la sobrevivencia embrionaria demuestran una tendencia favorable para G1 (benzoato de estradiol) en relación al grupo G0 (placebo); que coincide con resultados favorables obtenidos en alpacas [7]; resultados que contribuirían a sustentar la hipótesis de una posible participación del estradiol en el RMP en camélidos sudamericanos. Reportes señalan que se produce un descenso momentáneo en los niveles séricos de progesterona, una elevación de los niveles de prostaglandina F<sub>2</sub> y de estradiol [3] normalmente en hembras camélidas preñadas. La elevación de estradiol sérico estaría relacionada con la presencia de folículos pre ovulatorios los que pueden ser observados alrededor del momento en que se cree se produce el proceso de RMP [6]. En dromedarios, Skidmore et al. [4] encontró una participación activa del estradiol producido por el embrión sobre el tejido uterino de la madre. Si bien el mecanismo por el cual el estradiol ayudaría en el proceso de RMP en camélidos no es conocido, pero posiblemente ocurra de manera similar que en cerdas [5].

Los resultados de TSE en el G2 (benzoato de estradiol + proligestona) fueron similares en comparación con el grupo G0 (placebo). La combinación empleada fue anteriormente aplicada en estudios de sincronización de ondas foliculares en ovejas, donde se reportó que la aplicación de dicha combinación incrementaba la liberación de PGF<sub>2</sub>, que produciría la regresión del cuerpo lúteo y posteriormente la mortalidad embrionaria [9].

Sólo una de las 60 llamas empleadas no ovuló luego del estímulo coital, lo que iría de acorde con fallas ovulatorias reportadas por Novoa [2] y que podría ser explicada por las variaciones en el estadio de desarrollo folicular de las hembras empadradas.

## Conclusiones

La aplicación de estradiol solo los días 8 y 9 post cópula, tiende a mejorar la tasa de sobrevivencia embrionaria hasta el día 35 en llamas.

## Bibliografía

1. Fernández Baca, S.; Hansel, W.; Novoa, C. 1970. Embryonic mortality in the alpaca. Biol. Reprod. 3(2):243-251.
2. Novoa, C. 1992. Reproducción en camélidos. Rev. Cien. Vet. Perú. 8(4): 9-11.
3. Aba, M.; Forsberg, M.; Kindahl, H.; Sumar, J.; Edqvist, L. 1995. Endocrine changes after mating in pregnant and non-pregnant llamas and alpacas. Acta Vet. Scand. 36:489-498.
4. Skidmore, J.; Allen, W.; Heap, R. 1997. Maternal recognition of pregnancy in the dromedary camel. J. Camel Practice and Research. 4(2): 187-192.
5. Bazer, F.; Vallet, J.; Roberts, R.; Sharp, D.; Thatcher, W. 1986. Role of conceptus secretory products in establishment of pregnancy. J. Reprod. Fertil. 76(2): 841-850.
6. Araínga, M. 2002. Estudio del efecto de la GnRH en el proceso de reconocimiento maternal de la preñez sobre la sobrevivencia embrionaria en alpacas (*Lama pacos*). Tesis Bach. Fac. Med. Vet. UNMSM. Lima-Perú. 51 p.
7. Chipayo, Y. 2002. Estudio del efecto del estradiol alrededor del reconocimiento maternal de la preñez sobre la sobrevivencia embrionaria en alpacas. Tesis Bach. Fac. Med. Vet. UNMSM. Lima-Perú. 47 p.
8. Robinson, N.; Leslie, K.; Walton, J. 1989. Effect of treatment with progesterone on pregnancy rate and plasma concentrations of progesterone in Holstein cows. J. Dairy Sci. 72(1): 202-207
9. Raw, R.; Silvia, W.; Curry, T. 1995. Effects of progesterone and estradiol on prostaglandin endoperoxide synthase in ovine endometrial tissue. Anim. Reprod. Sci. 40(1-2): 17-30.

## EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD FECUNDANTE DE LOS ESPERMATOZOIDES (*conducto deferente*) CONSERVADOS DE ALPACA

Pérez M.G.<sup>1</sup>, García W.<sup>2</sup>, Capcha A.<sup>3</sup>, Pacheco J.<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Perú.

<sup>2</sup>Facultad de Medicina Veterinaria, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú.

<sup>3</sup>Laboratorios Biomont.

<sup>4</sup>Médico Veterinario y Zootecnista, Práctica privada.

Tel.: 00 51 051 366755 fax: 00 51 051 366194

E-mail: guidpe@yahoo.es

## Resumen

El objetivo del presente trabajo fue evaluar la capacidad fecundante de los espermatozoides colectados de los conductos deferentes, procesados como fresco diluido y congelado. Se utilizaron 42 hembras, donde previamente se les indujo la ovulación con machos vasectomizados, las dosis se aplicaron por inseminación artificial y se formaron dos grupos de hembras experimento y un control: 11 para espermatozoides fresco diluido, 20 para espermatozoides congelados y 11 para monta natural. El diagnóstico de gestación se evaluó por la prueba de ELISA para determinar progesterona a los 0, 10, 20 y 30 días pos inseminación, en los grupos de espermatozoides fresco diluido y monta natural y el grupo de espermatozoides congelados se evaluó por ecografía a los 22 días post inseminación y los resultados de gestación fueron: 36,36 % (4/11) para espermatozoides fresco diluido, 25,0 % (5/20) para espermatozoides congelados y 54,54 % (6/11) para monta natural sin diferencia significativa ( $P > 0,05$ ). Esta técnica de colección y procesamiento de espermatozoides, permite prolongar la vida reproductiva de los reproductores que se eliminan por vejez a través de la inseminación artificial y otras técnicas reproductivas en esta especie.

PALABRAS CLAVES: Espermatozoide, Inseminación, Alpaca, Gestación.

## Introducción

El estudio de la fisiología de la reproducción en los camélidos sudamericanos se inicio hace cuatro décadas, la finalidad de este conocimiento es aplicar las técnicas reproductivas similares a las que se realizan en vacunos, ovinos, caprinos, etc. Los aspectos reproductivos estudiados fueron: La ovulación que es provocada por la monta y los componentes del semen y ocurre entre las 26 a 48 h posterior al estímulo [13,8,14,17,18,11,5]. La actividad folicular es constante, los folículos ováricos desarrollan ondas que tienden a superponerse. El tiempo de crecimiento de un folículo ovárico desde 3 mm al estado maduro (8-12 mm) es de 4 a 5 días. Los folículos permanecen como maduros 4-5 días, luego regresan en un periodo de 4 días. El intervalo entre dos ondas foliculares es de 10-12 días [2,16,11]. Se estudiaron los cambios hormonales de progesterona,  $17\beta$  estradiol, hormona folículo estimulante y hormona luteinizante pos cópula [15,1,2,9,6,3,10,11]. La formación del cuerpo lúteo es similar en alpacas y llamas y es reconocido 4 días después de la cópula y tiene una duración de 9 a 11 días [13,8,2,16,11]. Experiencias preliminares de inseminación artificial con semen colectado con vagina artificial y aplicados como semen fresco, diluido y congelado dieron resultados expectantes, pero sin continuidad [12]. Como objetivo principal del presente estudio fue dar una alternativa a la colección de semen y dar continuidad a la técnica de inseminación artificial con espermatozoides procedentes de conductos deferentes, conservados e inseminados profundamente cerca de la unión útero tubárica.

## Materiales y Métodos

### *Animales*

Cuatro machos adultos y de fertilidad probada fueron utilizados como donadores de espermatozoides, la desviación de los conductos deferentes se realizó 30 días antes de iniciar la inseminación artificial. Para la vasectomización se utilizaron 8 machos adultos que sirvieron para inducir la ovulación mediante la cópula, esta vasectomización se realizo 60 días antes de la inseminación artificial, aplicando la siguiente técnica: a) se puso en ayuno de 24 h a los machos, b) se aplico un tranquilizante 0,1 mg/kpv y se colocó al macho en posición decúbito dorsal, c) se preparo el área quirúrgica de 50 cm<sup>2</sup> junto a la raíz del pene, donde se aplicó 5 ml de anestesia local (2%), d) se realizo un corte de 3 cm sobre el rafe medio del pene y con ayuda de una cánula se ubico el cordón espermático derecho e izquierdo respectivamente, e) se incidió la tunica vaginal y se diseccionó hasta aislar el conducto deferente para ligar en la parte caudal y proximal en una extensión de 3 cm y se seccionó esta porción central. Las hembras usadas para la inseminación fueron en número de 42, con crías en pie y un descanso pos-parto de 20 días, las cuales fueron distribuidas 11 para inseminar con semen fresco diluido, 20 para semen congelado y 11 para monta natural.

### *Colección y preparación de los espermatozoides*

La colección de los espermatozoides se realizo usando el dilutor Tris 70% más 30% de yema de huevo (v/v), se colocaron 0,4 ml a 37°C en un tubo graduado. Los espermatozoides al ser evaluados debían cumplir los siguientes requisitos: mínimo 60 % de motilidad progresiva, concentración mínima 30 x 10<sup>4</sup> espermatozoides/mm<sup>3</sup>. Los espermatozoides se diluyeron en un volumen de 0,25 ml por dosis con un mínimo de 10 x 10<sup>6</sup> de espermatozoides móviles. Los espermatozoides congelados se prepararon en pajillas de 0,25 ml, donde se colocaron 30 x 10<sup>6</sup> espermatozoides motiles antes de la congelación. La descongelación de las pajillas se realizó en baño de agua de 37°C por 30 s, en todo momento las pajillas descongeladas y los espermatozoides diluidos para la inseminación en fresco, fueron mantenidos a 37°C hasta antes de la inseminación para evitar el shock frío. El porcentaje de motilidad progresiva de los espermatozoides descongelados fue evaluado sobre un portaobjetos tibio (37°C) cubierto con una laminilla, en un microscopio a una magnificación de 400X, teniendo en cuenta que solo las pajillas con motilidad superior al 30 % se utilizaron para la inseminación.

### *Inseminación artificial y diagnóstico de gestación*

A las hembras para la inseminación artificial con semen fresco diluido y congelado, se les indujo la ovulación de la siguiente manera: a) el celo de las hembras fue ratificado por la presencia del macho vasectomizado, aceptando al macho y tomando la posición de cópula, b) estas hembras fueron separadas e inmediatamente se les examinó por palpación rectal para determinar el ovario funcional y la presencia del folículo pre-ovulatorio (> de 7 mm), c) las hembras una vez marcadas con pintura el lado del ovario funcional, se hicieron copular con el macho vasectomizado. La inseminación se realizo 30 h pot inducción de ovulación de la siguiente manera: a) la hembra a inseminar fue sujeta para evacuar la heces e higienizar la vulva, b) la hembra preparada se traslado a una cabina de

inseminación de un área de 2 x 3 m, construido de calamina transparente para mantener una temperatura de cuarto (22 a 25°C), c) la dosis de espermatozoides diluidos se preparó en una pipeta de plástico (vacunos) adosado a una jeringuilla y los espermatozoides congelados se prepararon en un aplicador y funda respectiva usado en vacunos, d) la inseminación se realizó por el método de fijación del útero por palpación rectal, introduciendo la pipeta o aplicador en el cuerno ipsilateral del ovario funcional, tratando de depositar la dosis lo más próximo a la unión útero-tubárica, e) al terminar la inseminación se realizó el masaje del clítoris por espacio de 2 a 3 s. El grupo control recibió la monta de machos enteros. La habilidad de fecundación de los espermatozoides procesados de los conductos deferentes fue confirmado a través del diagnóstico de gestación, para el semen congelado se realizó por ultrasonografía transrectal a los 22 días pos inseminación, utilizando un scanner marca ALOKA con una frecuencia de 3,5 a 5,0 MHz. Para el diagnóstico de gestación de los grupos de inseminación con espermatozoides diluidos y monta natural se tomaron muestras de sangre a los 0, 10, 20 y 30 días pos inseminación y monta respectivamente, para determinar los niveles de progesterona por la prueba de ELISA.

#### Análisis estadístico

La prueba de Chi cuadrado fue usada para encontrar las diferencias del porcentaje de gestación entre los grupos de inseminación con espermatozoides diluidos, congelados y monta natural.

### Resultados

La tabla 1 muestra los resultados de progesterona (P<sub>4</sub>) en ng/ml, producto del análisis de sangre en las hembras de los grupos control e inseminación con espermatozoides diluidos. Donde a los 30 días pos monta natural (hembras 1, 2, 4, 9, 10 y 11) e inseminación con espermatozoides diluidos (hembras 4, 5, 8 y 11) mostraron niveles de P<sub>4</sub> mayores de 2 ó 3 ng/ml indicando gestación; mientras que las hembras que tuvieron niveles de menos de 1 ng/ml, eran consideradas vacías.

En el grupo control de monta natural se observó en las hembras 3 y 7 que los niveles de progesterona permanecieron por debajo de 1 ng/ml, en los cuatro análisis de sangre durante los 30 días. En el grupo de monta natural la hembra 5 y en el grupo de inseminación en las hembras 1, 3, 6 y 10 se observaron a los 10 días pos cópula e inseminación, que los niveles de P<sub>4</sub> estuvieron por encima de 2 ng/ml, mientras que a los 20 y 30 días permanecieron los niveles de P<sub>4</sub> por debajo 1 ng/ml.

En el grupo de monta las hembras 6 y 8 y en el grupo de inseminación las hembras 2, 7, y 9 mostraron a los 10 y 20 días niveles de P<sub>4</sub> por encima de 2 a 3 ng/ml, mientras que a los 30 días los niveles de P<sub>4</sub> bajaron a menos de 1 ng/ml.

Tabla 1. Niveles de progesterona durante el diagnóstico gestación grupos: monta natural e inseminación con espermatozoides fresco diluido (ng/ml).

Días Resul	Monta natural					Inseminación artificial				Resul.
	0	10	20	30		0	10	20	30	
Hembra										
1	0,28	3,32	2,77	3,30	+	0,35	2,77	0,29	0,27	--
2	0,35	3,15	3,06	3,24	+	1,29	2,80	2,15	0,11	--
3	0,30	0,27	0,20	0,28	--	0,27	2,78	0,31	0,28	--
4	0,18	3,26	3,19	3,25	+	0,24	3,06	3,26	3,19	+
5	0,16	3,55	0,17	0,16	--	0,17	2,97	2,55	2,54	+
6	0,24	3,80	3,28	0,24	--	0,28	2,01	0,80	0,68	--
7	0,30	0,16	0,28	0,37	--	0,31	3,32	3,28	0,29	--
8	0,20	2,25	2,24	0,34	--	0,13	3,80	3,25	3,30	+
9	0,13	3,21	3,30	3,25	+	0,17	2,97	2,10	0,11	--
10	0,22	2,10	2,11	2,10	+	0,29	3,21	0,24	0,19	--
11	0,20	2,97	3,07	2,97	+	0,42	3,55	3,07	3,25	+

La tabla 2 muestra los resultados del porcentaje de gestación en grupo de monta natural y grupos experimento de inseminación con espermatozoides diluidos y congelados, que sometidos a la prueba de Chi-cuadrado no mostraron diferencia (P>0.05).

Tabla 2. Hembras gestantes en los diferentes grupos.  
(% de gestación)

Monta natural	54,54 (6/11)
I.A. con esper. diluido fresco	36,36 (4/11)
I.A. con esper. congelados	25,00 (5/20)

## Discusión

La determinación de los niveles de  $P_4$  ha sido usada como diagnóstico de gestación y endocrinología de la gestación en llamas y alpacas [15,9,6,3,10]. La tabla 1 muestra los niveles de  $P_4$  encontrados en las hembras gestantes en los grupos de monta natural e inseminación artificial con espermatozoides diluidos, variaron de 2,54 a 3,25 ng/ml y en las hembras vacías de 0,11 a 0,68 ng/ml. Varios estudios soportan e indican que la  $P_4$  se eleva a través de la preñez a niveles mayores de 2 ng/ml [9,2,3,10].

En las hembras vacías 3 y 7 del grupo de monta natural, los niveles de  $P_4$  permanecieron por debajo 1ng/ml tras monta con macho entero, probablemente este efecto se deba a que no hubo el desencadenamiento de los picos pre-ovulatorios de LH para la ovulación y posterior formación del cuerpo lúteo. Mientras que en la hembra 5 del grupo monta natural y las hembras 1, 3, 6 y 10 del grupo de inseminación con espermatozoides diluidos, donde sólo se observó a los 10 días niveles de  $P_4$  por encima de 2 ng/ml, en estas hembras se asevera que no hubo fertilización. Esta aseveración coincide con la regresión del cuerpo lúteo temporal que se realiza entre los 9 a 11 días [8,3,11].

En las hembras 6 y 8 del grupo monta natural y hembras 2, 7 y 9 del grupo de inseminación con espermatozoides diluidos, se observó que hasta los 20 días se mantuvieron niveles de  $P_4$  de más de 2 ng/ml, pero a los 30 días disminuyeron los niveles de  $P_4$  por debajo de 1 ng/ml, en estas hembras se asume que hubo fertilización y posteriormente una pérdida embrionaria. Estudios soportan esta explicación, indicando que entre los 30 primeros días de gestación es crucial por ocurrir el 22 al 50% de mortalidad embrionaria previa a la implantación [7,10].

La tabla 2 muestra el porcentaje de gestación en los diferentes grupos. A los 22 días en el grupo de inseminación con espermatozoides congelados, el porcentaje de gestación fue de 25,0 %, donde al examen ecográfico se observó la vesícula embrionaria en casos de gestación. Este resultado es soportado por el estudio de gestación temprana con cambios de ecotextura con áreas no ecogénicas que se encuentran en las cavidades llenos de líquido, detectable en gestaciones de 19 a 28 días [4].

El reporte de un trabajo de inseminación artificial con semen congelado, donde el semen fue obtenido por vagina logró el 66,11 % de preñez al diagnóstico por ultrasonografía a los 21 días pos inseminación [12]. En el presente estudio los porcentajes de gestación logrados son inferiores. Este resultado indicaría que los espermatozoides procedentes de los conductos deferentes exentos de las secreciones de las glándulas anexas, sometidos a un manejo con la adición de dilutores y conservación sufren mayor daño que cuando están protegidos con el plasma completo.

Los porcentajes de gestación logrados en el presente estudio indican la efectividad de esta nueva tecnología de inseminación artificial. Donde se aprovecharía a los reproductores viejos antes de su eliminación del rebaño, prolongando la vida reproductiva del macho y aumentando considerablemente el número de descendientes.

## Bibliografía

1. Bravo, P.W., Fowler, M.E., Stanbenfeldt, G.H. and Lasley, B., 1990. Endocrine responses in the llama to copulation. *Theriogenology*. Vol. 33 Nro 4. 891-899.
2. Bravo, P.W., 1990. Studies on ovarian dynamic and response to copulation in the south american camelids *Lama glama* and *Lama pacos*. Tesis Doctor of Philosophy. University of California Davis. U.S.A. pp 88.
3. Bravo, P.W., 1994. Reproductive endocrinology of llamas and alpacas. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*. Vol 10. Number 2. July.
4. Bourke, D.A., Adam, C.L. and Kyle C.E., 1992. Ultrasonography as an aid to controlled breeding in the llama (*Lama glama*). *Veterinary Record*. 130, 424-428.
5. Ciprian, A. y Pérez, G., 2000. Efecto del plasma seminal como factor de ovulación en alpacas y llamas. XV Congreso Nac. de Ciencias Veterinarias. Cusco-Perú. p. 15. Resumen.

6. Cordero, A., San Martín, F., Echevarría, L., Huanca, W., Casas, H. y Sumar, J., 1993. Progesterona plasmática en alpacas y llamas: temperaturas y tiempo previos a la centrifugación. *Rev Pec Inv IVITA*; 6(1): 41-45.
7. Fernández-Baca, S., 1970. Embryonic mortality in the alpaca. *Biol. reprod.* 3: 243.
8. Fernández-Baca, S., Hansel, W. and Novoa, C., 1970. Corpus luteum function in the alpaca. *Biol. reprod.* 3: 252.
9. Leon, J.B., Smith, B.B., Timm, K.I. and Lecren, G., 1990. Endocrine changes during pregnancy, parturition and the early post-partum period in the llama. *J. Reprod. Fert.* 88. 503-511.
10. Melo, M., 1996. Influencia de la edad, estado nutricional, la condición hormonal y el manejo de las alpacas sobre la sobrevivencia embrionaria. *Ganadería. Maestría en Ganadería Andina. Vol. 1. Nro 1.* pp 91.
11. Pérez, G., 1996. Efecto de la GnRH (Gonadorelin) sobre el desarrollo folicular, método de inducción de ovulación y embriones en alpacas. Instituto Investigación y Promoción de Camélidos Sudamericanos. *Revista Allpak'a*. Vol. 5 Nro 1. 50-73.
12. Pérez, G., 1996. Avances en la congelación de semen de alpacas y tasas de gestación. 1er. Congreso Mundial sobre Camélidos. Cajamarca-Perú. p 29. Resumen.
13. San Martín, M., Copaira, M., Zúñiga, J., Rodríguez, R. Bustinza, G. and Acosta, L., 1968. Aspects of reproduction in the alpaca. *J. Reprod. Fert.* 16, 395-399.
14. Smith, C.L., Peter, A. T. And Pugh, D.G., 1994. Reproduction in llamas and alpacas: a Review. *Theriogenology* 41: 573-592.
15. Sumar, J., Fredriksoon, G., Alarcón, V. Kindahl, H. and Edqvist, L.E., 1988. Levels of 15-keto-13, 14-dihydro-PFG2 $\beta$ , progesterone and oestradiol-17 $\beta$  after induced ovulations in llamas and alpacas. *Acta vet. scand.* 29, 339-346.
16. Sumar, J. and Bravo, P.W., 1991. In situ observation of the ovaries of llamas and alpacas by use of laparoscopic technique. *JAVMA*, Vol. 199, No. 9 1159-1166.
17. Sumar, J., Bravo, P.W. and Foote, W.C., 1993. Sexual receptive and time of ovulation in alpacas. *Small Ruminant Research.* 11 143-150.
18. Sumar, J., 1993. Efectos de los estímulos de inducción en la ovulación de alpacas y llamas. *Rev. Pec. Inv. IVITA*; 6(1): 17-21.

**RELACIÓN ENTRE EL TAMAÑO FOLICULAR OVÁRICO Y LA CONDUCTA DE ESTRO EN  
HEMBRAS GUANACO (*Lama guanicoe*) NO GESTANTES: RECIÉN PARIDAS Y SECAS EN  
CAUTIVERIO EN LA ZONA CENTRAL DE CHILE**

Riveros José Luis, Urquieta Bessie, Araya Monserrat, Bonacic Cristian, Bas M. Fernando

Pontificia Universidad Católica de Chile Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal  
Departamento de Ciencias Animales, Vicuña Mackenna 4860 Santiago Chile  
jlriverosf@uc.cl

**Abstract**

The study was developed in guanaco from January 7<sup>th</sup> to 10<sup>th</sup> February, 2005, in a research station of 3, 9 Ha. The animals were fed with hay, natural pasture and water *ad libitum*. One male and 15 non pregnant female (6 calved and 9 non lactating) were submitted to directed mating. Ovarian follicular development was evaluated by transrectal ecography and mounts were detected as marks done by the male harness every 2 days. Mating began with the non lactating females and the calved females were added 2 hours after they gave birth. Mount marks were recorded on the birth day in all calved females, from 15 minutes after they entered into the mating pen and with a follicular diameter = 5mm. Afterwards, as occurred with non lactating females, mount marks were recorded in all females with a follicular size = 4mm, and preovulatory follicle averaged 8 $\pm$ 2 mm. Additionally, overlapped ovarian follicular development was recorded in both groups. These results allow to state that follicular size would not have a direct relationship with estrus behavior as described in other South American camelid species. However, the preovulatory follicle size in guanaco would be smaller. Finally, follicular development recorded on calved females and their prompt estrus behavior could permit to lucubrate that progesterone concentrations decrease earlier than in another species or its inhibitory mechanism on follicular development would not be so effective allowing an early restart of follicular activity and reducing postpartum period.

Key words: guanacos, reproduction, ovarian follicular wave.

## Introducción

El guanaco (*Lama guanicoe*), se distribuye en Chile desde la precordillera de la región de Tarapacá hasta la región de Magallanes, habitando ecosistemas de estepa, matorral y algunos sistemas boscosos abiertos del extremo austral de Chile [1]. En guanacos, la información reproductiva descrita corresponde a estudios desarrollados en el medio silvestre, los cuales se han orientado principalmente a describir conductas asociadas a la estación reproductiva e índices de mortalidad durante el período postnatal. De esta manera, se ha descrito la estructura reproductiva básica, que corresponde a un grupo familiar compuesto por un macho reproductor dominante adulto y un número variable de 6 a 15 hembras [2]. Por otro lado, en el caso del cautiverio, la información existente se basa en estudios desarrollados por Sarasqueta y de Lamo, 1995 [3] y Riveros *et al.*, 2003 [4] los cuales describen principalmente cambios morfométricos asociados a la gestación e índices reproductivos como fertilidad y natalidad, respectivamente.

Los camélidos exhiben a nivel ovárico un patrón de ondas foliculares similar a otras especies, compartiendo características comunes como el reclutamiento, selección y dominancia durante su desarrollo. Éste ocurre en fases de crecimiento, plató y regresión, habiéndose descrito en alpacas [5], camellos [6], llamas [7, 8, 9] y en vicuñas [10,11]. Llamas [12], alpacas [13] y vicuñas [14], ovulan en respuesta a la cópula; en ausencia del estímulo, permanecen en una fase folicular caracterizada por un estado variable de receptividad sexual. A pesar de una aparente receptividad sexual continua, la capacidad de ovular en respuesta al estímulo copulatorio se encuentra influenciada por el estado de desarrollo del folículo dominante al momento de aparearse. Es así como se ha descrito que folículos dominantes con un tamaño = 7 mm son capaces de ovular, a diferencia de los folículos de menor tamaño o en fase de regresión [16].

Dentro de este contexto, guanacos silvestres y en cautiverio han carecido de investigación sobre su biología reproductiva, necesaria para establecer los fundamentos de planes de manejo de la especie. En base a lo anteriormente descrito, el objetivo del presente trabajo es caracterizar la relación existente entre tamaño folicular, receptividad sexual y ovulación, en guanacos (*Lama guanicoe*) en cautiverio.

## Material y Métodos

El presente trabajo se realizó entre el 7 de enero y 10 de febrero de 2005, en la estación experimental de la Fundación Agro-UC ubicada en la Zona Central de Chile (33° 38' 28" S, 70° 34' 27" W), la cual consta de 3,9 Ha de superficie, dividida en tres potreros según grupo productivo: macho reproductor, hembras no gestantes y hembras gestantes. Los animales fueron alimentados en base a heno, pastoreo de pradera natural y agua *ad libitum* y sometidos al manejo sanitario del plantel, caracterizado por desparasitación e inmunización semestral.

El grupo experimental se compuso de 16 animales: 1 macho y 15 hembras no gestantes (6 recién paridas y 9 secas), capturados en Tierra del Fuego entre los años 1996 y 1997, y, mantenidos en cautiverio hasta la actualidad. La manipulación de los animales se llevó a cabo en infraestructura acondicionada especialmente para la especie. La descripción ecográfica, se realizó con equipo Biomedical<sup>7</sup> modelo Scanner 6500C, transductor lineal de tiempo real de 6 - 8 Mhz, siendo las imágenes respaldadas digitalmente.

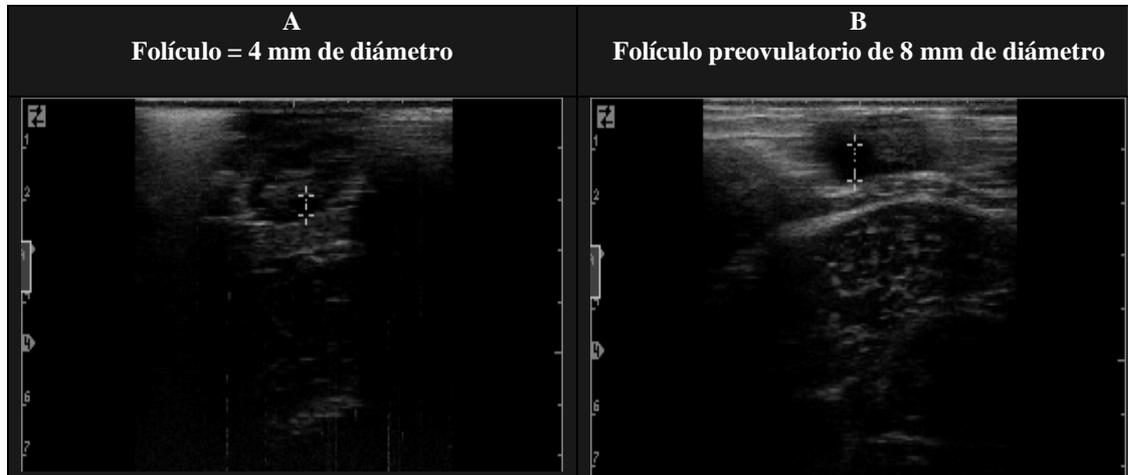
El encaste dirigido se realizó por un período de un mes, conservando la estructura social básica de la especie en condiciones silvestres, compuesta por un macho con un número variable de hembras. Con el objetivo de notificar la monta, el macho fue equipado con un arnés marcador con cera, dándose inicio al encaste con el grupo de hembras secas, al cual fueron sumándose las hembras recién paridas a las dos horas post parto. La actividad folicular ovárica fue evaluada en la totalidad de las hembras cada dos días, a través de ecografía transrectal.

## Resultados

Los resultados obtenidos se expresan en media aritmética y desviación estándar. En la totalidad de las hembras, se registró monta evidenciada por marca con cera en la zona de la grupa, con un tamaño folicular = 4mm de diámetro (figura N° 1A). En el caso de las hembras recién paridas, se registró monta el día del parto desde los 15 minutos de introducida al potrero de encaste, con un tamaño folicular de = 5mm. Posteriormente se evidenció marca

de monta con cera en ambos grupos y ovulación con un diámetro promedio del folículo preovulatorio:  $8 \pm 2$  mm (figura N° 1B), adicionalmente se evidenció alternancia en el desarrollo de ondas foliculares entre ovarios en un 79% de los casos.

Figura N° 1: imágenes ecográficas (6Mhz) de ovario izquierdo de guanaco no gestante.



## Discusión y Conclusiones

Los resultados obtenidos en el presente trabajo, se basan en el esquema de encaste dirigido propuesto por Riveros *et al.*, 2003 y permiten afirmar que el tamaño folicular = 4mm de diámetro se encontraría relacionado con la conducta de estro en las hembras secas, siendo necesario establecer adicionalmente en las recién paridas la concentración y origen de los estrógenos circulantes. La alternancia del desarrollo folicular muestra un patrón similar (Vaughan *et al.*, 2004), sin embargo, el tamaño del folículo preovulatorio sería menor al descrito en las otras especies de camélidos sudamericanos [15, 16]. Finalmente, la pronta aceptación de monta en hembras recién paridas muestra similitud con lo descrito en vicuñas [17] y permite elucubrar que la concentración de progesterona descendería antes en las especies silvestres, o bien, su mecanismo inhibitorio no sería tan efectivo, posibilitando la reanudación temprana de la actividad reproductiva.

## Bibliografía

1. Cunazza, C., 1991. El guanaco, una especie de fauna silvestre con futuro. Corporación Nacional Forestal, Gerencia Técnica. Boletín Técnico N° 47. p.37. En: Seminario de manejo sustentable de la vicuña y el guanaco. (Bas, F., González, B., Iriarte, A. y Tala, Ch., eds.). Santiago, Chile. 143-163.
2. Raedeke, K. 1978. El guanaco en Magallanes, Chile: su distribución y biología. Corporación Nacional Forestal, Publicación Técnica N° 4, Santiago, Chile 182p.
3. Sarasqueta, D.; de Lamo, D. 1995. Manejo en semicautiverio. Capítulo 13. En: Técnicas para el Manejo del Guanaco (S. Puig, ed.). 185-201.
4. Riveros, J.L.; Bonacic, C.; González, B.; Bas, F. 2003. Parámetros reproductivos de guanacos (*Lama guanicoe*) en cautiverio. Actas del III Congreso Mundial sobre Camélidos. Potosí, Bolivia.
5. Vaughan, J.L.; Macmillan, K.L.; D'Occhio, M.J. 2004. Ovarian follicular wave characteristics in alpacas. Animal Reproduction Science 80(3-4):353-361.
6. Skidmore, J.A.; Starbuck, G.R.; Lamming, G.E.; Allen, W.R. 1998 Control of luteolysis in the one-humped camel (*Camelus dromedarius*). J. Reprod. Fétil. 114:201-209.
7. Adams, G.P.; Sumar, J.; Ginther, O.J. 1990. Effect of lactational and reproductive status on ovarian follicular waves in llamas (*Lama glama*). J. Reprod. Fert. 90:535-545.
8. Bravo, P.W.; Fowler, M.E.; Stanbenfeldt, G.H.; Lasley, B.L. 1990. Ovarian follicular dynamics in the llama. Biol. Reprod. 43:579-85.

9. Chaves, M.G.; Aba, M.A.; Agüero, A.; Egey, J.; Berestin, V.; Rutter, B. 2002. Ovarian follicular wave pattern and effect of exogenous progesterone on follicular activity in non-mated llamas. *Anim. Reprod. Sci.* 69:37-46.
10. Agüero, A.; Miragaya, M.H.; Ferrer, M.S.; Capdevielle, E.F.; Chaves, M.G.; Rutter, B. 2001. Follicular dynamics in (*Vicugna vicugna*). *Theriogenology* 55(1):379.
11. Miragaya, M.H.; Aba, M.A.; Capdevielle, E.F.; Ferrer, M.S.; Chaves, M.G.; Rutter, B.; Agüero, A. 2004. Follicular activity and hormonal secretory profile in vicuña (*Vicugna vicugna*). *Theriogenology* 61:663-671.
12. England, B.G.; Cardozo, A.G.; Foote, W.C. 1969. A review of the physiology of reproduction in the New World Camelidae. *Int. zoo. Yerb.* 9:104-10.
13. Fernández Baca, S.; Madden, D.H.L.; Novoa, C. 1970. Effect of different mating stimuli on induction of ovulation in the alpaca. *J. Reprod. Fertil.* 22:261-267.
14. Urquieta, B.; Rojas, J.R. 1990<sup>b</sup>. Studies on the reproductive physiology of the vicuña (*Vicugna vicugna*). En: *Livestock reproduction in Latin America*. International Atomic Energy Agency Publications. Viena, Austria. 407-428
15. Bravo, P.W.; Stabenfeldt, G.H.; Lasley, B.L.; Fowler, M.E., 1991<sup>a</sup>. The effect of ovarian follicle size on pituitary and ovarian responses to copulation in domesticated South American camelids. *Biol. Reprod.* 45:553-559.
16. Ratto, M.H.; Singh, J.; Huanca, W.; Adams, G.P. 2003. Ovarian follicular wave synchronization and pregnancy rate after fixed-time natural mating in llamas. *Theriogenology* 60(9):1645-1656.
17. Bosch, P.C.; Svendsen, G.E. 1987. Behavior of male and female vicuña (*Vicugna vicugna* Molina 1782) as it relates to reproductive effort. *J. Mamm.* 68(2):425-29.

## FRACCION DEL PLASMA SEMINAL COMO INDUCTOR DE OVULACIÓN EN LLAMAS (*Lama glama*)

Vásquez E. Martha<sup>1</sup>, Huanca Wilfredo<sup>1</sup>, Huanca Teodosio<sup>2</sup>, Ratto Marcelo<sup>3</sup>, Adams Gregg<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Laboratorio de Reproducción Animal, Facultad de Medicina Veterinaria-UNMSM.

<sup>2</sup>Instituto Nacional de Investigación y Extensión Agraria, Puno.

<sup>3</sup>Departamento de Ciencias Biomédicas Veterinarias. Universidad de Saskatchewan, Saskatoon, Canadá.

[whuanca2002@yahoo.com](mailto:whuanca2002@yahoo.com)

### Abstract

The current study evaluated different fractions of llama seminal plasma (SP), separated according to its molecular weight (MW), on the llama ovulation induction. 54 female llamas were evaluated by ecography during consecutive three days to determinate the dominant follicle presence (= 7mm of diameter), then females were randomly allocated to each one of six treatment (n = 9 per group): TA: Fraction with MW =30 kDa, TB: fraction with MW between 10-30 Kda, TC: Fraction with MW between 5-10 Kda, TD: fraction with MW < 5 kDa, TE: While seminal plasma, TF: control (PBS= Phosphate buffered saline). Animals were intramuscularly treated with each seminal plasma fractions, while seminal plasma and PBS. 48 hours later it was determined the ovulation rate by ecography. The attained results showed ovulation rate of 100 % in TA and TE animals, 11,1% in TB and 0.0% in the remained groups. At 4 day post-ovulation was carried out a second ecography in order to detect a luteum corpus in llamas which had ovulated previously, but statistic difference were not found among groups with respect to luteum groups diameter (p<0,05). The results indicated that the responsible substance what induce 100% of llama ovulation is found in the seminal plasma fraction with molecular weight greater to 30 kDa.

Key words: Llama, seminal plasma, molecular weight, induced ovulation.

### Introducción

Los camélidos sudamericanos son especies de ovulación inducida, es decir, requieren de un estímulo para la liberación del óvulo [17]. Los estudios señalan que el estímulo requerido es la cópula [16], la cual provoca la liberación de la hormona LH, y la consiguiente ovulación [3]. Experimentos realizados en camellos bactrianos hembras señalan que la aplicación de plasma seminal permitió un 87 % de ovulación en estas especies [6], lo cual

sugirió la presencia de un factor inductor de ovulación en el plasma seminal de esta especie, que posteriormente fue aislada y purificada, determinándosele un peso molecular de 19.4 kDa [13].

Estudios realizados en alpacas con la aplicación de plasma seminal de alpacas vía intravaginal [15] reporta una tasa de ovulación de 7,6 %; sin embargo, recientemente se realizó un estudio reportando un 100 % de ovulación [9] utilizando plasma seminal de llama y alpaca, vía intramuscular.

El plasma seminal contiene diferentes fracciones y su efecto sobre la inducción de ovulación en camélidos sudamericanos, aún no ha sido bien estudiada, lo que el presente estudio tiene como objetivo evaluar el efecto del plasma seminal separado en base a pesos moleculares sobre la inducción de ovulación en llamas.

## Materiales y Métodos

### Lugar de estudio

El experimento se realizó en los meses de Febrero y Marzo del 2004 en CIP Quimsachata, Centro de la Estación Experimental ILLPA – INIA – Puno, ubicado a 4200 msnm, en una zona agroecológica de puna seca. 54 llamas hembras con una edad promedio entre 3 a 6 años, con un buen historial reproductivo, fueron seleccionadas mediante un examen por ecografía con un ecógrafo ALOKA SSD 500 y un Transductor Modo B lineal. Todas las hembras seleccionadas recibieron las mismas condiciones de manejo (ausencia de macho) y fueron alimentadas con pastura natural.

### Obtención del plasma seminal

Para la obtención del plasma seminal, se realizó la colección de semen de 5 machos, utilizando una vagina artificial adaptada de ovino, envuelta en una frazadilla eléctrica y colocada dentro de un maniquí. El semen colectado fue centrifugado a 3000 rpm, durante 20 minutos, para posteriormente separar la fracción celular del plasma seminal. En total se colectaron 15 ml de plasma seminal, los que posteriormente fueron separados acorde a sus pesos moleculares.

### Separación en pesos moleculares

a.- Fase de Clarificación.- Consistió en la separación de componentes no deseables (posibles residuos contaminantes). Mediante filtración en filtros de 0,45 y 0,22  $\mu$  de diámetro.

b.- Fase de separación del plasma seminal en base a Peso Molecular.- El plasma seminal clarificado fue colocado en un primer tubo con un filtro con capacidad de retener moléculas mayores a 30 kDa, y se procedió a centrifugarlo a 4000g durante 20 minutos. Se obtuvo 150  $\mu$ l de muestra retenida en el filtro, la cual fue resuspendida con PBS hasta completar 15 ml y constituyó la primera fracción  $\geq$  30 kDa. Similar procedimiento fue utilizado para obtener las otras fracciones de plasma, utilizando los filtros correspondientes. A cada una de las fracciones se les adicionó 50ug/ml de Kanamicina, para luego ser almacenadas a  $-70^{\circ}\text{C}$  hasta su utilización.

### Metodología de estudio

Luego de una fase pre-experimental de evaluación durante 3 días consecutivos mediante ecografía, los animales con folicúlos en fase de crecimiento y con un tamaño  $\geq$  7 mm fueron distribuidos al azar a uno de los siguientes grupos (Cuadro 1); aplicándose 1.5 ml de la fracción correspondiente, vía intramuscular.

Cuadro 1: Grupos y Tratamientos Experimentales

GRUPOS	PESO MOLECULAR DEL PLASMA SEMINAL DE LLAMA (kDa)	NÚMERO HEMBRAS	DOSIS Y VIA APLICACION
A	$\geq$ 30	9	1,5 ml. IM
B	10 $\leq$ X $\leq$ 30	9	1,5 ml. IM
C	5 $\leq$ X $\leq$ 10	9	1,5 ml. IM
D	$\leq$ 5	9	1,5 ml. IM
E	Plasma Seminal Completo	9	1,5 ml. IM
F	PBS (Fosfato Baferado Salino)	9	1,5 ml. IM

Se realizó una ecografía el día inicio del tratamiento ( $D_0$ ) registrándose el tamaño del folículo dominante y posteriormente se realizó una nueva ecografía a las cuarenta y ocho horas para determinar la tasa de ovulación ( $D_2$ ), en base al criterio de la desaparición del folículo dominante observado al  $D_0$ . Una nueva evaluación por ecografía fue realizada el día 9 ( $D_9$ ) con el propósito de determinar la presencia y tamaño del cuerpo lúteo.

#### Análisis estadístico

Para el análisis estadístico se utilizó diferencias de proporciones para tasa de ovulación, análisis de varianza de una vía para determinar diferencias en el tamaño del folículo dominante de los distintos tratamientos al inicio del estudio y el tamaño del cuerpo lúteo al séptimo día post ovulación, En los tratamientos que presentaron ovulación, se analizó mediante la prueba de T- de Student.

### Resultados y Discusión

Los resultados del presente estudio se presentan en el cuadro 2. Según se puede observar la tasa de ovulación fue del 100 % en los grupos A y E, que incluye a los animales con la fracción de plasma mayor a 30 kDa y con plasma seminal entero, respectivamente. Este hallazgo es confirmado por la ausencia de ovulación en los animales incluidos en los grupos C y D, a los cuales se aplicó fracciones menores a 30 kDa de peso molecular. Nuestros resultados concuerdan con los de López (2004) y los de Pan *et al* (2001), quienes también reportaron altas tasas de ovulación con plasma seminal de llama y camellos bactrianos respectivamente.

Igualmente se registró una tasa de ovulación del 11,1 % (un animal) en el tratamiento B, fracción que contenía un rango de PM (peso molecular)  $10 < x < 30$  kDa diferente del obtenido por Pan *et al* (2001) quienes reportaron un 100% de ovulación al aplicar vía i.m en camellos bactrianos hembras una fracción de plasma seminal de la misma especie con un peso molecular de 19,4 kDa. Estas diferencias podrían explicarse por la variación entre especies, lo cual posiblemente establece características propias para el plasma seminal y sus respectivas fracciones inductoras de ovulación respecto a sus pesos moleculares en estas especies, a pesar de que la llama y el camello son especies filogenéticamente cercanas. Por tanto, la ovulación del único animal que ovuló con el tratamiento B podría deberse a un caso de ovulación espontánea, lo que ha sido reportado en llamas con una frecuencia de 5% a 15%, probablemente debido a estímulos visuales, auditivos u olfatorios (12), y parece no ser causado por la fracción de plasma seminal aplicado.

La presentación del 100% de ovulación en el tratamiento E (plasma seminal completo), puede ser explicado porque no fue sometido al proceso de separación en pesos moleculares, y por lo tanto, incluye en su contenido todas las fracciones de PM incluyendo la fracción que sería capaz de inducir ovulación (tratamiento A ? 30 kDa); similar a lo señalado por López (2004), quien obtuvo el mismo porcentaje de ovulación en llamas y alpacas.

Cuadro 2: Tasa de ovulación en llamas que recibieron la aplicación de diferentes fracciones de plasma seminal y PBS (n=9) / grupo.

TRATAMIENTOS	No DE ANIMALES QUE OVULARON	TASA DE OVULACIÓN %
A : > 30 kDa	9	100 <sup>a</sup>
B: $10 < x < 30$ kDa	1	11,1 <sup>b</sup>
C: $5 < x < 10$ kDa	0	0 <sup>b</sup>
D: < 5 kDa	0	0 <sup>b</sup>
E: Plasma integro	9	100 <sup>a</sup>
F: PBS	0	0 <sup>b</sup>

<sup>a,b</sup> Filas con letras diferentes son significativamente diferentes ( $P < 0.05$ )

El tamaño del folículo dominante ovárico presente al iniciar el experimento fue  $> 7$ mm. Este criterio es sustentado por el reporte de Bravo *et al.* (1991), quien indicó que la ovulación no ocurre en hembras con folículos  $< 7$ mm en el tiempo de la cópula, debido a que la secreción de LH depende del tamaño folicular ovárico [5]. Por tanto los folículos de menor tamaño inducen a la secreción de menor cantidad de LH, respecto a los folículos en crecimiento, maduración o en regresión. Estos reportes confirman nuestros resultados y se puede afirmar que no existe diferencia en el estímulo de la secreción de LH, con respecto a la inducción de ovulación en los tratamientos experimentales, (Cuadro 3).

Cuadro 3: Tamaño del folículo dominante (mm) al inicio del tratamiento

TRATAMIENTO	TAMAÑO DEL FOLÍCULO DOMINANTE ( $\bar{X} \pm$ D.E)	RANGO
A	9,6 $\pm$ 2,2	7,9 - 11,3
B	9,3 $\pm$ 1,8	7,9 - 10,7
C	10,1 $\pm$ 2,7	8,0 - 12,2
D	10 $\pm$ 2,1	8,4 - 11,6
E	9,3 $\pm$ 2,1	7,7 - 10,9
F	11,4 $\pm$ 3,9	8,4 - 14,5

En relación al tamaño del cuerpo lúteo para los tratamientos A y E, no se encontraron diferencias significativas a la observación realizada el día 9 post tratamiento, momento en el que el cuerpo lúteo alcanza su máximo desarrollo, según lo señalado por Fernández-Baca *et al.* (1970) en alpacas. Este resultado confirma lo reportado por López (2004) en alpacas, y nos sugiere que el factor inductor de ovulación presente en el plasma seminal tanto en llamas como de alpacas es capaz de contribuir a la formación de un cuerpo lúteo de similares características, (Cuadro 4).

Cuadro 4: Tamaño del cuerpo lúteo (mm) 7 días post-ovulación (n=9) / grupo

TRATAMIENTO	TAMAÑO DEL CUERPO LÚTEO ( $\bar{X} \pm$ D.E)	RANGO
A	10,1 $\pm$ 1,7	8,8 - 11,4
B*	11	-----
E	10,9 $\pm$ 2,7	9,2 - 12,6

\* Este grupo no fue incluido en el análisis estadístico, ya que sólo un animal ovuló.

Nuestros resultados difieren con los de Ríos (1989), quien reportó un bajo porcentaje de ovulación (7,6%) cuando aplicó plasma seminal en alpacas vía intravaginal. Esto nos conduciría a pensar que podría existir una influencia de la vía de aplicación del plasma seminal sobre la presentación de ovulación en camélidos sudamericanos.

Si bien es cierto que el factor inductor de ovulación parece tener similar efecto que la GnRH, no puede afirmarse que las características bioquímicas sean similares a esta hormona [14, 13], ya que en el presente estudio se obtuvo un 100% de ovulaciones con la fracción de plasma seminal con un peso molecular  $\approx 30$  kDa, peso que es significativamente menor al de GnRH (1,182 kDa) [11]. Por consiguiente podríamos descartar la similitud bioquímica entre ambos compuestos. Esto es afianzado por estudio realizado por Paolicchi (1996), en el cual la

exposición de células gonadotropas de la hipófisis de ratas con plasma seminal de alpaca más un anti-GnRH no modificó la secreción de LH. Por otro lado, también se podría descartar la posibilidad que este factor sea de origen esteroideo, debido a que los pesos moleculares de estos compuestos no llegan a un kDa (1 kDa), siendo el PM para estrógeno y progesterona 0,27 kDa y 0.314 kDa, respectivamente [11]. Sin embargo el plasma seminal tiene un peso molecular similar a LH (29 kDa) que es una glicoproteína [11].

El mecanismo de acción de este factor que induce ovulación aún es desconocido, pero podemos proponer que su actividad biológica podría actuar a nivel del ovario o tejido encefálico. En el primer caso en forma similar a la LH y estaría involucrado en los procesos enzimáticos y hormonales que suceden durante la ovulación.

Un segundo mecanismo de acción del factor inductor de ovulación podría ser a nivel de neuronas noradrenérgicas del cerebro medio, similar a como sucede normalmente en ovuladores inducidos después del estímulo de la cópula [1], o como en el caso de los ovuladores espontáneos; donde es el estrógeno el que promueve la liberación de la noradrenalina hacia el área preóptica y eminencia media; lugares en los cuales se localizan los cuerpos celulares y terminales de las neuronas productoras de GnRH. [7, 10]. Luego de ser estimuladas las neuronas que sintetizan GnRH, esta sería liberada al hipotálamo mediobasal, y desde aquí conducida a la hipófisis para inducir la secreción de LH y la posterior ovulación [1]. A este nivel entonces el factor inductor de ovulación también podría estar estimulando la secreción de GnRH como lo hacen los neurotransmisores: norepinefrina, glutamato, neuropéptido Y, óxido nítrico, entre otros. Estos neurotransmisores al parecer actúan mediante un mecanismo esteroide dependiente, por haberse demostrado que las neuronas de GnRH no poseen receptores para esteroides [2], por tanto, estos últimos no podrían estimular la síntesis de GnRH directamente, sin la participación de los neurotransmisores. Es por esta razón que el plasma seminal podría estar comportándose como un neurotransmisor a nivel encefálico.

Los resultados obtenidos nos sugieren que el plasma seminal de llamas contiene un factor inductor de ovulación de un peso molecular mayor de 30 kDa, capaz de inducir ovulación en el 100 % de los animales tratados con esta fracción, no habiéndose registrado diferencias en el tamaño del cuerpo lúteo en los tratamientos con plasma seminal entero y plasma seminal con la fracción mayor a 30 kDa.

## Bibliografía

1. Bakker, Y.; Baum, M. 2000. Neuroendocrine regulation of GnRH, release in induced ovulators. *Neuroendocrinology*. 21: 220-262.
2. Bhat, K.; Mahesh, B.; Ping, L.; Chorich, L.; Wiedmeier, V.; Brann, D. 1998. Opioid-Glutamate-Nitric Oxide Connection in the Regulation of Luteinizing Hormone Secretion in the Rat. *Endocrinology*. 139. (3): 955-960.
3. Bravo, W.; Fowler, M.; Stabenfeldt, G.; Lasley, B. 1990. Ovarian follicular dynamics in the Llama. *Biol. Reprod.* 43: 579 – 585.
4. Bravo, W.; Stabenfeldt, G.; Lasley, B.; Fowler, M. 1991. The effect of ovarian follicle size on pituitary and ovarian responses to copulation in domesticated South American Camelids. *Biol Reprod.* 45:553-559.
5. Bravo, W. 2002. Cap I Female Reproduction. *The Reproductive Process of South American Camelids*. Impress by Seagull Printing Sale Lake City. UT. United States of America. 1-31 p.
6. Chen, B; Yuen, Z; Pan, G. 1985. Semen-induced ovulation in the Bactrian camel (*Camelus bactrianus*). *J. Reprod. Fert.* 73: 335-339.
7. Demling, J; Fuchs, E; Baumert, M; Wuttke, W. 1985. Preoptic catecholamine, GABA, and glutamate release in ovariectomised and ovariectomised estrogen-primed rats utilizing a push-pull cannula technique. *Neuroendocrinology*. 41: 212-218.
8. Fernández Baca, S.; Madden, D.; Novoa, C. 1970. Effect of different mating Stimuli on induction of ovulation in the alpaca. *J. Reprod. Fertile.* 22:261-267.
9. López, A. 2004. Inducción de la ovulación en llamas mediante la administración intramuscular del plasma seminal proveniente de llama, alpaca y bovino. Tesis para optar el Título de Médico Veterinario- UNMSM-FMV-Lima-Perú. 41pp.
10. Mohankumar, P.; Thyagarajan, S.; Quadri, S. 1994. Correlations of catecholamine release in the medial preoptic area with proestrous surges of luteinizing hormone and prolactin: effects of aging. *Endocrinology*. 135: 119-126.
11. Mori, J. 2002. Reproductive physiology of dairy cattle. In: *Manual for diagnosis and treatment of reproductive disorders in dairy cattle*. Japan Livestock technology Association. p. 9.
12. Novoa, C.; Leyva, V. 1996. Reproducción en alpacas y llamas. *Publicación científica. IVITA* 26 (30): 3-18.

13. Pan, G; Chen, Z; Liux; Li, D; Xie, Q; Ling, F; Fang, L. 2001. Isolation a purification of the ovulation – inducing factor from seminal plasma in the bactrian camel (*Camelus bactrianus*). *Theriogenology*. 55: 1863 – 1879.
14. Paolicchi, F; Urquieta, B; Del Valle, L; Bustos; O. 1996. Actividad biológica del plasma seminal de alpaca: Estímulo para la producción de LH por células gonadotrofas. *Rev. Arg. Prod. Anim.* 16(4): 351 – 356.
15. Ríos, M. 1989. Presencia de un factor de inducción de la ovulación en el semen de alpacas y toro. Tesis para optar el título de Médico Veterinario – UNMSM – FMV – Lima – Perú 30 p.
16. San Martín, M; Copaira, M; Zúñiga, J. 1968. Aspects of reproduction in the alpaca. *J Reprod Fert.* 16:395-399.
17. Sumar, J. 1993. Efectos de los estímulos de inducción en la ovulación de alpacas y llamas. *Rev Inv Pec. IVITA.UNMSM. Lima. Perú.* 6(1): 17-21.

## EJE TEMÁTICO ECOLOGÍA, CONSERVACIÓN Y MANEJO

Acebes P., Traba J., Malo J. E., Ovejero R. y Borghi C. E., Densidad y selección de hábitat de guanaco en el sitio Patrimonio de la Humanidad Ischigualasto-Talampaya

Arzamendia Y. y Vilá B., Estado y tendencia poblacional de vicuñas silvestres bajo manejo

Borgnia M., Vilá B. L. y Cassini M. H., Estimación poblacional local y estructura social de vicuñas en la reserva Laguna Blanca, Catamarca

Cruz Camacho A., Plan multicomunal de manejo y conservación de vicuñas

Cuéllar E., Avances en el monitoreo y la conservación de la población de guanacos en el Chaco Boliviano.

Lichtenstein G., Utilización de camélidos silvestres en Argentina: oportunidades y limitantes

Michaud E., Rodríguez A., Enciso M. A., Zuzunaga J. y Huanca W., Variación en las constantes fisiológicas en vicuñas (*Vicugna vicugna mensalis*) de Pampa Galleras utilizando 2 técnicas de manejo al momento de la esquila

Mosca Torres M. E., Puig S. y Quintana R., Uso del hábitat y comportamiento en vicuñas de reserva Los Andes (Salta, Argentina)

Puig S., Videla F., Cona M. I., Rosi M. I. y Roig V. G., Relaciones entre el guanaco, ganado y vegetación en la reserva La Payunia (Mendoza-Arg.)

Zapata B., Ebensperger L., Latorre E., Gonzalez B., Fernández F., Leyton A. y Raggi L. A., Amamantamiento de crías ajenas en guanacos (*Lama guanicoe*) en cautiverio: cuidado maternal mal dirigido o robo de la leche?

### DENSIDAD Y SELECCIÓN DE HÁBITAT DE GUANACO EN EL SITIO PATRIMONIO DE LA HUMANIDAD ISCHIGUALASTO-TALAMPAYA

Acebes P.<sup>1</sup>, Traba J.<sup>1</sup>; Malo J.E.<sup>1</sup>; Ovejero R.<sup>2</sup>, Borghi CE.<sup>2,3,4</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Ecología. Universidad Autónoma de Madrid. E-28049 Madrid. España.

<sup>2</sup> Instituto y Museo de Ciencias Naturales y

<sup>3</sup> Departamento de Biología, Universidad Nacional de San Juan. San Juan. Argentina.

<sup>4</sup> CONICET

#### Abstract:

First estimations on guanaco population and habitat selection are presented for an area of Monte desert. In the wet and dry seasons 2005 transects were carried out throughout the Ischigualasto Provincial Park (San Juan Argentina). In parallel during systematic survey through the area all guanaco observations were GPS located and the habitat occupied by individuals/groups identified. Population densities were estimated with DISTANCE software, showing differences between the wet (0.597 ind/km<sup>2</sup>) and dry seasons (0.115 ind/km<sup>2</sup>). Such densities are only slightly lower than those found for Tierra de Fuego or Península Valdés. Thus, the population estimate for the Park would range between 75 and 388 individuals (in dry and wet seasons respectively). Guanacos showed a differential habitat selection between seasons, (chi-cuadrado = 23.85; gl = 9; p < 0.01), preferentially selecting the mixed creosote bushland and *Atriplex*-dominated barelands during the wet season, and open shrublands and cacti-dominated slopes in the dry season. Our results point to strong seasonal oscillations in guanaco populations and to an intense use of the most productive patches.

Palabras clave: *Lama guanicoe*, Monte árido, Parque Provincial de Ischigualasto, Selección de hábitat, Estimaciones de densidad.

## Introducción

El guanaco (*Lama guanicoe*) es el más grande de los camélidos sudamericanos silvestres y su distribución abarca desde los 8° en Perú hasta casi los 55° de latitud Sur en la Isla de Tierra del Fuego. En ese rango de distribución se han encontrado ejemplares desde el nivel del mar hasta los 4600 metros de altitud [1].

A finales del siglo diecinueve las poblaciones de guanaco estaban presentes en casi todas las regiones fitogeográficas de Argentina, ocupando hábitats abiertos, áreas dominadas por matorrales y zonas boscosas abiertas [2]. Sin embargo, en la actualidad los guanacos sólo son abundantes en las estepas patagónicas y en las estribaciones de la cordillera andina [2; 3]. Las causas de esta regresión no están bien documentadas, pero puede deberse a la caza, a la competencia con el ganado y/o herbívoros exóticos, y a la pérdida y fragmentación del hábitat debido al desarrollo agrícola, entre otros [3]. Aún así, hoy en día todavía permanecen algunas poblaciones relictas y aisladas en lugares reducidos, generalmente áreas protegidas en el centro-norte de Argentina, en hábitat poco alterados [4].

A pesar de la mencionada distribución, la mayoría de los trabajos se centran en la región cordillerana patagónica, cuyas características climáticas y ecológicas difieren mucho del Monte árido. Existen trabajos incluso sobre las poblaciones de guanacos de las Islas Malvinas [5], pero se sabe muy poco de las poblaciones de guanacos situadas en climas secos desérticos, con precipitaciones inferiores a los 100 mm., como lo es el Monte árido de la provincia de San Juan. Si bien es cierto que hay un trabajo en el Parque Nacional Lihue Calel, perteneciente a la región fitogeográfica del Monte [4], allí las precipitaciones medias registradas superan los 550 mm.

Como primera aproximación, el monitoreo de la distribución de densidades resulta esencial para el manejo de poblaciones de camélidos silvestres [6]. En el caso del Sitio Ischigualasto-Talampaya, la población de guanacos corresponde seguramente al extremo máximo de aridez que la especie es capaz de soportar, pudiendo constituir una población relictual, por lo que son imprescindibles estudios básicos de su estado poblacional, comenzando por las estimaciones de su densidad y caracterización del hábitat en que se encuentran.

Además, esta área protegida recibe un importante flujo de visitas turísticas, situación que paulatinamente va en aumento y que puede modificar los usos del territorio y la selección de hábitat por parte de los guanacos, especialmente durante los períodos vacacionales como consecuencia de la afluencia masiva de turistas. La presencia de especies exóticas como el burro (*Equus assinus*) y el ganado vacuno (*Bos taurus*) en el Parque también pueden afectar los usos del territorio y selección del hábitat por parte del guanaco, como se ha documentado en la Patagonia árida con ovejas [7].

En este trabajo se presentan los primeros datos en cuanto a estimaciones de densidad de guanacos en el Parque Provincial de Ischigualasto, que tiene la peculiaridad de estar en el sector más árido de la provincia fitogeográfica del Monte. De igual modo, se presenta una primera aproximación a la selección de hábitat por parte de los guanacos en la estación seca y la húmeda.

## Materiales y Métodos

### Área de estudio

El trabajo se realizó en el Parque Provincial de Ischigualasto (San Juan, Argentina; 29°55' S, 68°05' O; Figura 1) que tiene una superficie de 60.369 ha y una altitud media de 1.300 msnm. Según la clasificación de W. Köppen [8], el clima es de tipo seco desértico (BW), con temperaturas medias anuales inferiores a los 18°C, que oscilan entre los -10°C y los 45° y medias del mes más cálido mayores a 22°C. Las precipitaciones medias anuales están entorno a los 80-100 mm, concentradas en el periodo estival (de noviembre a febrero). Este tipo de clima está muy extendido en el mundo y está presente en los desiertos de Kalahari, del sur Australiano y del Colorado, entre otros. El Monte constituye la provincia fitogeográfica dominante en el área protegida [9], cuyas condiciones de aridez son más extremas que las del Monte Central (provincia de Mendoza).

Dominan las estepas arbustivas perennifolias de la familia Zigoofiláceas, siendo los elementos típicos los matorrales llamados "jarillales", los bosques freatófitos en galerías de *Prosopis* sp. y las cactáceas y bromeliáceas en las laderas y quebradas del parque, como elementos característicos de la provincia fitogeográfica del Cardonal.

### Estimas de densidad

Para evaluar la densidad de la población de guanacos (*Lama guanicoe*) en el Parque Provincial de Ischigualasto (San Juan, Argentina) se realizaron un total de 6 transectas de 5 km de longitud durante las estaciones húmeda (marzo-abril, temporada de lluvias) y seca (agosto-septiembre) de 2005. A lo largo de estas transectas se registró la distancia y el ángulo de los distintos grupos y/o individuos detectados. El origen y la dirección de las

transectas se seleccionaron al azar, con la condición de que no se solapasen espacialmente. Las transectas se realizaron a pie, y participaron 2 observadores con binoculares.

Además, durante ambas estaciones se anotaron y georreferenciaron mediante GPS todas las localizaciones de guanacos efectuadas durante recorridos sistemáticos diarios por el itinerario turístico, y por caminos y huellas secundarias dentro de los límites del Parque Provincial Ischigualasto ( $n = 75$ ). El esfuerzo de muestreo ha sido equivalente en ambos períodos, y representó un total de 150 horas de recorridos (3 horas por 50 días). En cada avistamiento se anotó fecha y hora, tipo de hábitat y número total de animales. Las estimas de densidad fueron realizadas con el programa DISTANCE [10].

#### *Selección de hábitat*

Para analizar la selección de hábitat se consideraron dentro del área protegida y en las localizaciones de los animales los siguientes ambientes: Algarrobal: comunidad asociada a ríos temporales dominada por *Prosopis chilensis*; Jarillal: formaciones cuasi-monoespecíficas de *Larrea cuneifolia*, Jarillal abierto: formaciones dominadas por *Larrea cuneifolia* pero con bajas coberturas de vegetación (5-10%), Jarillal mixto: formaciones de *Larrea cuneifolia*, *Zuccagnia punctata* y otras especies leñosas; Ladera Cardón: formaciones heterogéneas con diferentes especies de matorral, cardones (*Trichocereus terscheckii*) y cactáceas de pequeño porte; Matorral denso: comunidad muy heterogénea de leñosas de porte arbustivo y elevada cobertura (20-40%); Matorral mixto: comunidad muy parecida a la anterior pero con coberturas menores (5-10%); Peladal: zonas casi sin vegetación (0-5%) y Zampal: comunidades dominadas por *Atriplex lampa* y/o *A. Spegazzinii* (5-10%).

La comparación entre el número de avistamientos en los distintos hábitats muestreados se realizó mediante prueba de contingencia de  $\chi^2$  [11].

## **Resultados y Discusión**

#### *Estimas de densidad*

En total se realizaron 30 km de transectas. Las estimas de densidad realizadas con el programa DISTANCE variaron entre temporadas (temporada húmeda; 0,597 ind/km<sup>2</sup> (CV: 91,93%); temporada seca; 0,115 ind/km<sup>2</sup> (CV: 0,0%); conjunto de las dos temporadas; 0,383 ind/km<sup>2</sup> (CV: 134,23%;  $n=249$ ). Los valores encontrados fueron menores a los encontrados en la Reserva de la Biosfera de San Guillermo (también provincia de San Juan, Puna [12]). Con respecto a otras áreas del país, las densidades fueron sólo algo menores que las encontradas en otras áreas como Tierra del Fuego (0,33 ind/ km<sup>2</sup> en la estepa y 2,13 ind/ km<sup>2</sup> en el Ecotono Bosque-Estepa [13] o Península Valdés [14]; y similares y/o levemente menores las de la Patagonia argentina (Sta Cruz 1,03; Chubut: 0,39; Río Negro: 0,26; Neuquén: 0,52 [15]). Cabe destacar, sin embargo, que las densidades fueron muy inferiores a las registradas en poblaciones del Norte de la Patagonia, como la Reserva de La Payunia (3,79 guanacos por km<sup>2</sup> [6]).

El tamaño de la población del Parque Provincial podría encontrarse entre los 388 individuos, estimados en temporada húmeda y los 75 en temporada seca. Si bien los valores de densidad encontrados son similares a los encontrados para otras áreas protegidas, de confirmarse el valor de aproximadamente 400 individuos esta población estaría en el rango de los valores mínimos publicados para una población viable [16].

#### *Selección de hábitat*

Con respecto a la selección de hábitat, los guanacos usaron de manera diferencial el ambiente durante la estación húmeda y la seca ( $\chi^2 = 23.85$ ;  $gl = 9$ ;  $p < 0.01$ ; Figura 2), siendo los ambientes más usados el jarillal mixto y el zampal durante la temporada húmeda, y el matorral abierto y las laderas dominadas por cardones en la temporada seca. Las zonas con menor cobertura de vegetación fueron utilizadas fundamentalmente durante la época húmeda, y la ladera cardón principalmente en la época seca. Esto podría deberse a que buscan en los cardones y otras cactáceas agua, un recurso limitante durante ésta época, que queda restringida a zonas muy concretas del parque donde se producen descargas puntuales. La topografía de la Ladera cardón, que se caracteriza por la presencia de gran cantidad de pequeñas y grandes quebradas, genera variaciones microclimáticas, convirtiéndose eventualmente también en refugio para los guanacos. Por el contrario, las zonas llanas y con muy baja cobertura de la vegetación quedan expuestas a la acción del fuerte y frío viento del lugar. Estas diferencias podrían ser la causa de este uso diferencial del ambiente. Sin embargo, esta selección diferencial en el uso podría tener causas múltiples y son motivo de actuales investigaciones.

## Conclusión

Si bien estos resultados son preliminares, quedan muchas preguntas por responder relacionadas con la conservación de esta población. Un aspecto primordial es la conectividad de esta población con poblaciones adyacentes como la del Parque Nacional de Talampaya, con características climáticas y ecológicas muy similares. Pero quizá el mantenimiento de la diversidad genética de la población del parque no esté determinada por la del área protegida colindante, sino por las poblaciones de las sierras de Valle Fértil, que ocupan una superficie mucho mayor, si bien es cierto que se desconocen sus características y situación poblacional. Desde un punto de vista de la conservación de esta población, el mantener corredores que permitan el flujo genético entre estas poblaciones se hace indispensable en un futuro manejo regional de la especie, en un escenario que incluirá un “corredor bioceánico” que dividirá a la población y probablemente disminuirá la posibilidad de dicha conectividad. La construcción del promocionado corredor, que favorecerá el comercio con Chile y el Pacífico y con el Brasil, podría tener efectos nefastos sobre esta población, que podría quedar aislada definitivamente. Este corredor debería incorporar pasos específicos para la fauna, especialmente guanacos, para garantizar la supervivencia de esta población, y monitoreos permanentes para verificar su eficacia.

## Agradecimientos

Los autores agradecen la colaboración realizada en las tareas de campo por el personal del Parque Provincial Ischigualasto y el Parque Nacional Talampaya y la financiación del proyecto por la Fundación BBVA.

## Bibliografía

1. Puig, S., 1995. Abundancia y distribución de las poblaciones de guanacos. En: Técnicas para el manejo del guanaco. IUCN, Buenos Aires. Argentina.
2. Cajal, J.L., 1980. Situación del guanaco y estrategia de la conservación de los camélidos en la República Argentina. Subsecretaría de Ciencia y Tecnología, Presidencia de la Nación, Buenos Aires.
3. Cunazza, C., S. Puig, y Villalba L., 1995. Situación actual del guanaco y su ambiente. En: Puig, S. (ed) Técnicas para el manejo del guanaco. IUCN, Buenos Aires. Argentina.
4. Sosa, R.A. y J.H. Sarasola. 2005. Habitat use and social structure of an isolated population of guanacos (*Lama guanicoe*) in the Monte Desert, Argentina. *European Journal of Wildlife Research*, 51: 207–209.
5. Franklin, W.L. y M.M. Grigione. 2005. The enigma of guanacos in the Falkland Islands: the legacy of John Hamilton. *Journal of Biogeography*, 32: 661–675.
6. Puig S., G. Ferraris, M. Superina, y F. Videla, 2003. Distribución de densidades de guanacos (*Lama guanicoe*) en el norte de la Reserva La Payunia y su área de influencia (mendoza, argentina). *Multequina*, 12: 37-48.
7. Baldi, R., S.D. Albon y D.A. Elston. 2001. Guanacos and sheep: evidence for continuing competition in arid Patagonia. *Oecologia*, 129: 561-570.
8. Poblete, A.G. y Minetti J.L., 1999. Atlas Climatológico de San Juan. Instituto de Geografía Aplicada. UNSJ. Edición en CD. San Juan.
9. Acosta, J.C. y F. Murua. 1999. Lista preliminar y estado de conservación de la mastofauna del Parque Natural Ischigualasto, San Juan-Argentina. *Multequina*, 8: 121-129.
10. Thomas, L., Laake J.L., Strindberg S., Marques F.F.C., Buckland S.T., Borchers D.L., Anderson D.R., Burnham K.P., Hedley S.L., Pollard J.H., Bishop J.R.B. y Marques T.A., 2005. Distance 5.0. Release “x”<sup>1</sup>. Research Unit for Wildlife Population Assessment, University of St. Andrews, UK.
11. ZAR, J.H., 1984, Biostatistical Analysis. 2nd edition. Prentice-Hall Inc. USA
12. Puig, S. y Videla F., 2006. Camélidos. En: San Guillermo Parque Nacional y Reserva de Biosfera (San Juan). Estudio de línea de Base de la Biodiversidad. Informe Final. Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Museo de Ciencias Naturales. Universidad Nacional de San Juan.
13. Montes, C., D.A. De Lamo, y J. Zavatti, 2000. Distribución de abundancias de guanaco (*Lama guanicoe*) en los distintos ambientes de Tierra del Fuego, Argentina. *Mastozoología Neotropical*, 7 (1): 23-31.
14. Baldi, R., C. Campagna, y S. Saba. 1997. Abundancia y distribución del guanaco (*Lama guanicoe*) en el NE del Chubut, Patagonia Argentina. *Mastozoología Neotropical*, 4(1):5-15.

15. Amaya, J.N., J. Thüngen, y D.A. De Lamo. 2001. Densidad de guanacos (*Lama guanicoe*) en la Patagonia. INTA Bariloche: 1-14.
16. Caughley, G. y Sinclair A.R.E., 1994. Wildlife ecology and management, first Edition. Blackwell Scientific Publications, Massachusetts.



Figura 1. Ubicación del Parque Provincial Ischigualasto, San Juan, Argentina

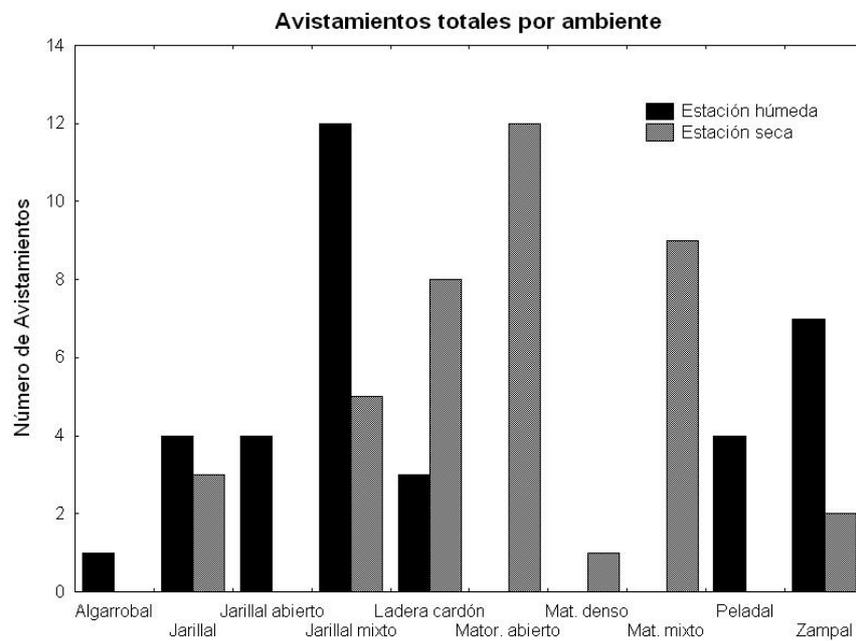


Figura 2. Número de avistamientos de guanacos en los distintos hábitats muestreados en el Parque Provincial Ischigualasto (San Juan, Argentina).

## ESTADO Y TENDENCIA POBLACIONAL DE VICUÑAS SILVESTRES BAJO MANEJO.

Arzamendia Yanina <sup>1</sup>, Vilá Bibiana <sup>2</sup>

Proyecto MACS, Argentina.

<sup>1</sup>FUNDANDES- INBIAL, Unju - CONICET, Necochea 108, 3er. piso (4600) S. Salvador de Jujuy, Argentina.

<sup>2</sup>Universidad Nacional de Lujan - CONICET. CC 129 (6700) Luján. Buenos Aires, Argentina.

[yarzamen@yahoo.com.ar](mailto:yarzamen@yahoo.com.ar).

### Abstract

In the framework of a sustainable management program of wild Vicuñas in Cieneguillas (Argentina), we realized a census from 1999 to 2005, to evaluate the populational tendency of capturing and shearing animals. We performed five annual census by direct counts per area unit that were compared by mean of Kruskal Wallis test. In the initial counts, we recorded 1020 vicuñas, with a mean density of 11,91 vicuñas/km<sup>2</sup>. The total number of vicuñas increased between 1999 and 2002 and its number was stable between 2002 and 2005. This stabilization was probably produced by the decrement of natality rate, from 68 to 51%. The mortality produced by the management was 0.2%. In the plot were the vicuñas management was realized, we observed the increment in vicuñas density, in the post-capture situation, and 93% of 266 vicuñas marked were recorded, this indicate that the management did not have influence in the abundance and distribution of the animals in the area. Additionally, we did not detected changes in the social structure in the post-capture situation and in the females number by familiar group.

### Introducción

Con el fin de lograr la implementación de un programa de uso sostenible de la vicuña (*Vicugna vicugna*), bajo novedosos criterios de sustentabilidad ambiental y bienestar animal, en Cieneguillas (Jujuy, Argentina) se desarrollo un sistema de captura y esquila de poblaciones silvestres, actividad conjunta entre el proyecto MACS (Manejo de Camélidos Silvestres) y la Asociación de Productores locales “Los Pioneros”.

Se consideró clave optimizar aspectos de bienestar animal y poblacional dentro de un contexto científico, productivo y de beneficio social, por lo cual se trabajó bajo un marco basado en el “Principio de Precaución” y con una estrategia de manejo adaptativo, que expresamente plantea un acercamiento al marco precautorio, tratando de disminuir los riesgos de la incertidumbre que afectan a todo manejo de fauna. El marco de precaución implica un balance entre los intereses sociales, los de conservación y los económicos, a fin de anticipar, prevenir y mitigar los riesgos de la incertidumbre para los cuales la evidencia científica no esta disponible [1]. Esto implicó la implementación de un “Plan de Manejo” que incluyó un Análisis de impacto ambiental y monitoreo posterior, basado sobre datos poblacionales obtenidos a partir de censos anuales y estudios etoecológicos previos [2, 3, 4, 5, 6, 7], con la identificación y la cuantificación de los impactos que permitan anticipar acciones que mitiguen las consecuencias negativas del manejo, basadas en la incorporación de criterios de bienestar animal, con mejoras en la captura, aprehensión y manipuleo de los animales, utilización de esquila parcial y disminución del riesgo de mortalidad y cambios en la estructura social de los grupos [8].

En el presente trabajo se presentan resultados del monitoreo del estado y tendencia poblacional de las vicuñas silvestres bajo este manejo.

Se planteó como objetivo evaluar los efectos del manejo sobre la abundancia y organización social de la población de vicuñas capturadas y esquiladas en 2003 y 2004.

### Materiales y Métodos

#### Área de Estudio

La zona de estudio se encuentra ubicada en el área que incluye a las localidades de Cieneguillas y Pasajes a 3600-3900 msnm, incluidas en la Reserva de Biosfera Laguna Pozuelos en Jujuy, Argentina. Comprende las unidades ambientales o morfodinámicas de sierras orientales, piedemonte y paleolaguna, caracterizadas de acuerdo a su litología, depósitos superficiales y cobertura de la vegetación [9]. Es un área donde el pastoreo es rotativo, con

ganado de llamas, ovinos y presencia permanente de vicuñas silvestres, y en algunos sectores de las zonas más planas con implantación de pasturas.

El clima es continental andino [10]. Las precipitaciones pluviales presentan un promedio de 350 mm/año, distribuidas entre diciembre y marzo. En otoño e invierno las heladas nocturnas son frecuentes y las nevadas esporádicas. Las temperaturas presentan oscilaciones diurnas más amplias que las estacionales.

La vegetación de este sector de la cuenca presenta un gradiente altitudinal desde el río Sarcarí, hacia las serranías que la flanquean en sentido Norte-Sur (Sas. de Escaya) [11]. En las partes bajas del área de trabajo, la vegetación dominante está constituida por complejos de vegetación de inundaciones temporarias (paleolaguna), pastizales de *Stipa ichu* y *Festuca crysophylla* y arbustales de *Parastrephia lepidophylla* (piedemonte). Las laderas montañosas rocosas (Sas. de Escaya) están ocupadas por arbustales de *Fabiana densa*, *Baccharis boliviensis* y *B. incarum*. También aparecen médanos con arbustos (*Baccharis incarum*, *Lampaya castillani*, *P. lepidophylla*, etc.) y gramíneas (*Festuca orthophylla* y *Pennisetum chilense*, entre otras).

### *Métodos*

Se realizaron 5 censos anuales en campos ganaderos de la “Asoc. Los Pioneros” de la localidad de Cieneguillas, en los meses de septiembre de 1999 y mayo de 2000 en un área de aproximadamente 5000 ha (7 y 8 parcelas), en septiembre de 2002 y abril de 2004 en un área de 8566 ha (13 parcelas) y en octubre de 2005 en un área de 8940 ha (14 parcelas), recorriendo parcelas (campos con y sin alambrado) en vehículo, utilizando la metodología de recuento directo total de animales por unidad de superficie [12]. De los mismos, se obtuvo el número total de individuos por parcela y su densidad, el número de individuos de cada sexo y clase de edad (cría, adulto) y % de natalidad. Se aplicó el test de Kruskal-Wallis [13] para detectar diferencias significativas entre años en la tasa de natalidad y para comparar entre años el número de crías y hembras por grupo familiar en campos con y sin capturas.

En el año 2003 se implementaron las actividades de manejo previstas en el “plan de manejo de Vicuñas en Cieneguillas” [14], consistentes en arreos, captura, esquila y posterior liberación, que continuó en los años 2004 y 2005, mediante el cual se capturaron y marcaron un total de 266 individuos. Los animales fueron marcados con caravanas tipo botón en la oreja izquierda los machos y en la oreja derecha las hembras, y un collar de plástico flexible numerado en el cuello, el cual permitió la identificación individual hasta aproximadamente 400 m de distancia. Durante el primer año (2003) se realizó una captura (sin esquila) de vicuñas silvestres en mayo, como parte de un curso de capacitación, y una captura con esquila en noviembre, marcándose 98 individuos en una parcela. En el año 2004, se capturaron y marcaron 168 individuos en dos parcelas, y en el año 2005 se capturaron 153 individuos en dos parcelas.

Se utilizó la técnica de arreo y captura basada en el prehispánico Chakku [15], que consiste en generar “barreras” de numerosas personas (25 a 70) que se desplazan espaciadas entre ellas, caminando y sosteniendo una soga de la cual penden cintas de colores o “chimpos”. Mediante este método se van “cercando” a las vicuñas hacia una “manga de captura” (embudos de 500 m de largo que se van estrechando y finalizan en un corral de captura, contruidos con postes de 2 metros de altura, que sujetan una red de polietileno). Las mangas tienen a su vez una red transversal, que inicialmente está enterrada en el suelo y que se levanta a medida que los animales la traspasan para evitar su retroceso. En algunos arreos del año 2003 se utilizó una técnica mixta, incorporándose el arreo con motos en una etapa inicial. En los años 2004 y 2005 solo se realizaron arreos con gente.

El corral se compone de varias subdivisiones internas. Hay un subcorral de pre-manipulación, donde ingresan los animales una vez capturados, revestido de madera terciada, con techo de tela de cáñamo que impide a los animales visualizar el exterior. Un área central de manipulación, donde se realiza el marcado, examen del animal y esquila, y un corral de pre-liberación revestido en tela de cáñamo donde se reúnen los grupos y se los libera con la misma estructura grupal que tenían cuando se los capturó [6, 16].

El monitoreo post-captura, se realizó mediante los censos anuales y durante 15 días posteriores y al menos una vez por estación luego de las capturas de los años 2003 y 2004, a fin de evaluar mortalidad, migraciones y comportamiento. Se efectuaron transectas a pie y en vehículo a fin de ubicar a los animales capturados en el área.

## **Resultados y Discusión**

Los censos realizados previo al manejo (desde 1999 al 2002) demostraron que la población poseía un número (1020 vicuñas en 2002) y densidad media de vicuñas (11,91 vic. /km<sup>2</sup>), suficientes como para iniciar actividades “experimentales” de manejo (Tabla I).

Tabla I. Número total de vicuñas censadas y densidad media por año en los 5 censos. (En los censos a partir del 2002 se incorporaron áreas nuevas de censado)

Año	1999	2000	2002	2004	2005
Total vicuñas	454	452	1020	886	996
Densidad media/ año (vicuñas/km <sup>2</sup> )	7,97	9,65	11,91	10,34	11,14

El total de vicuñas censadas en los mismos campos o parcelas todos los años (6 parcelas, 4205 ha) aumentó entre los años 1999 y 2002, estabilizándose entre el 2002-2005 por disminución del porcentaje de natalidad (68 a 51%) (H: 14,31; p=0,006). Sin embargo se puede observar que existe una interacción entre el factor año y el factor "bloque" o parcelas, por lo cual la variación registrada entre años no actúa independientemente del sitio de censo, registrándose distintas fluctuaciones entre años, para cada sitio. Esta variación entre parcelas y censos (o años) puede observarse también en la densidad de vicuñas encontrada (en todas las parcelas). En las parcelas 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8 y 13 se registraron densidades menores a 10 vicuñas/km<sup>2</sup>. En las parcelas: 2, 9, 10, 11 y 12 se registraron densidades mayores a 20 vic./km<sup>2</sup> (máx. 55 vic./Km<sup>2</sup>). El manejo de vicuñas se realizó en las parcelas 2, 9 y 10, las cuales poseían inicialmente una densidad mayor a 20 vic./ km<sup>2</sup> y mostraron un incremento en sus densidades post-captura, lo que indicaría que el manejo no afectó la abundancia y distribución de los animales en el área. (Fig.1).

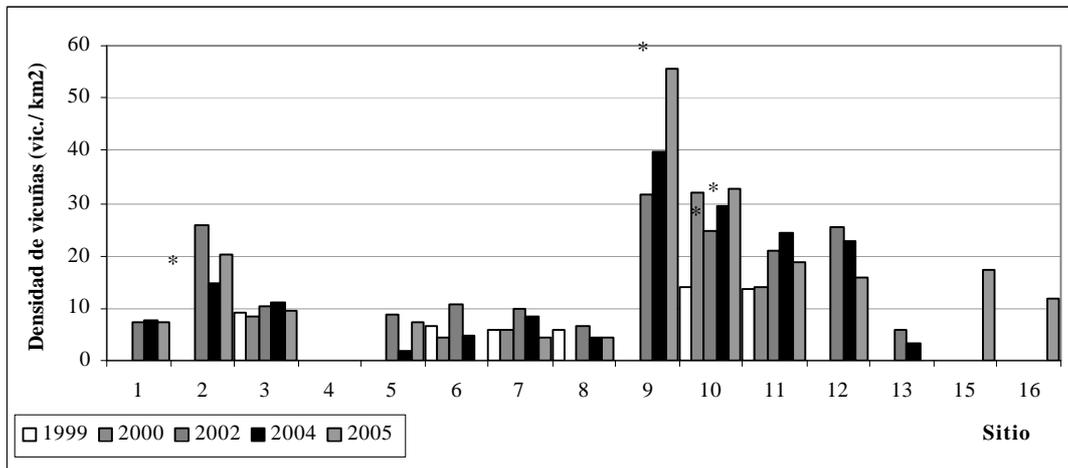


Figura 1: Densidad de vicuñas (vicuñas/km<sup>2</sup>) por sitio o parcela censada, para los 5 censos. Referencias: Sitios \*= densidad post-captura en sitios 2, 9, 10.

En la Tabla II se presentan datos de la organización social, obtenidos en los 5 años censados.

Tabla II. Tamaño y composición de los grupos de vicuñas y tasa de natalidad de los sitios censados sin manejo y/o previo al manejo y post-manejo.

Tipo de manejo	Año	Machos	Hembras				Crías				Tasa Natal.	Solteros			
			X	SD	Min	Max	X	S.D.	Min	Max		X	S.D.	Min	Max
Sin manejo y/o previo al manejo	1999	1	3,1	1,58	1	8	2,10	0,94	1	4	0,68	17,33	5,16	11	26
	2000	1	3,76	1,98	1	9	2,61	1,66	1	7	0,68	5,5	4,83	2	16
	2002	1	3,2	1,45	1	7	1,97	0,92	1	5	0,60	14,47	7,5	1	31
	2004	1	3,38	1,40	1	6	1,84	0,91	1	4	0,53	15	11,4	4	33
	2005	1	2,86	1,49	1	7	1,66	0,88	1	5	0,51	18,5	5,96	11	27
Post-manejo	2004	1	2,25	1,39	1	6	1,31	0,79	1	4	0,58	22	0	22	22
	2005	1	2,74	1,57	1	7	1,85	0,95	1	4	0,48	15,4	11,6	5	29

Para los campos sin captura se encontraron diferencias significativas en el número de crías entre años ( $H=14,26$ ,  $p=0,003$ ), siendo los años 1999, 2000 y 2002 los que tuvieron mayor número de crías y 2004 y 2005 menor número de crías. No se encontraron diferencias entre años para el número de hembras por grupo familiar ( $H=6,58$ ;  $p=0,14$ ).

Para los campos con captura, se encontraron diferencias en el sitio 2, para el número de crías por grupo familiar, que fue mayor en el año 2000 y menor en el 2004, e intermedia en 2005 (año posterior a la captura), por lo que no se considera que la captura haya afectado la viabilidad de la preñez y de las crías, ya que la variación observada es igual a las de los campos sin capturas, además que el número de crías no se afectó en el 2005, año posterior a la captura.

No se encontraron diferencias entre años para las otras parcelas con captura (sitios 9 y 10), ni para el número de crías, ni para el número de hembras por grupo familiar (sitio 9: crías:  $H=0,04$ ;  $p=0,98$ ; hembras:  $H=0,84$ ;  $p=0,64$ ; sitio 10: crías  $H=7,17$ ;  $p=0,07$ ; hembras  $H=3,75$ ;  $p=0,41$ ).

Durante los manejos de los años 2003, 2004 y 2005, en 4 parcelas en 11 días de trabajo (tabla III), se capturó un total de 364 individuos, de los cuales 266 fueron marcados. En las parcelas 2, 9 y 10 se recapturaron un total de 111 individuos, ascendiendo a 475 el total de animales manipulados en corral.

Tabla III. Capturas de vicuñas en Cieneguillas durante los años 2003, 2004 y 2005. Referencias: (a) nuevos individuos capturados sin marcar; (b) mortalidad durante el manejo y a los 15 días posteriores.

Fecha Captura	Nº Parcela de captura y Sup. (ha)	Nº de arreos e intentos arreos	Nº vicuñas Capturadas y marcadas	Nº vicuñas capturadas y recapturadas en corral	Nº vicuñas esquiladas	Nº vicuñas registradas 15 días post-captura	Nº vicuñas marcadas registradas a nov 2005.	Mortal. (b)
Mayo 2003	10 (395 ha)	9	43	43	0	40	23	0
Nov 2003	10 (395 ha)	10	55	111	76	55	32	0
Nov 2004	9 (212 ha)	1	82	82	63	82	72	0
Nov 2004	2 (273 ha)	2	86	86	66	69	6	1
Nov 2005	10 (395 ha)	1	53 <sup>(a)</sup>	108	82	-	-	0
Nov 2005	16 (860 ha)	1	45 <sup>(a)</sup>	45	35	-	-	0
Totales	1740 ha	24	266	475	322	246		1

En las parcelas donde se realizó el manejo en 2003 y 2004, se registró post-captura el 93% de las 266 vicuñas marcadas, lo que indicaría que el manejo no afectó la abundancia y distribución de los animales en el área.

El bajo registro posterior de las vicuñas marcadas en el sitio 2, se debe principalmente a que la gran mayoría de los animales perdieron sus marcas por mal funcionamiento del material colocado en ese campo (no resistente a las radiaciones solares), además de que las marcas colocadas en este sitio fueron más pequeñas, lo que dificultó su visibilidad a mayores distancias. Por otro lado, en este sector hay una mayor dispersión e intercambio de individuos, ya que se trata de un lugar de paso hacia aguadas y sitios de pastoreo, por lo que no es posible el seguimiento de todos los animales, pero los números totales y la composición social, se mantuvieron estables.

La mortalidad por efecto del manejo fue 0.2%, durante la captura del 2004, una cría recibió una patada en el encierre final y luego de 24 s.f. de cuidados veterinarios intensivos y rehidratación oral, mostró un cuadro de hipotermia y se realizó una eutanasia. En el transcurso de los dos años posteriores a la captura del 2003, se realizó un seguimiento exhaustivo de este sitio de manejo, registrándose la muerte por causas naturales (predación) de ocho ejemplares marcados en el 2003. De los animales capturados en 2004, se registraron tres vicuñas marcadas muertas en el transcurso del año post-captura.

En cuanto a la dispersión, durante el año post-captura, en el sitio 10 el 90 % de los animales marcados permaneció haciendo uso de este mismo sitio de captura. Se registraron movimientos a otras áreas, con distancias de hasta 16 Km. del área de captura, fundamentalmente de vicuñas pertenecientes al grupo de solteros. En el sitio 2, si bien fue bajo el registro de marcas en el mismo, se pudo registrar la presencia de animales marcados en este campo que han realizado movimientos hacia otras áreas al sur, con distancias de hasta 10 Km.

## Consideraciones finales

En el área de estudio se observó un aumento en la abundancia poblacional durante el período 1999-2002, con una estabilización entre el 2002-2005. Se encontró además, un alto índice de parición el cual disminuyó significativamente durante los 5 años estudiados, por lo que se podría inferir que la población se encuentra bajo mecanismos de control densodependientes. Este estado y tendencia de la población previo al manejo (desde 1999 al 2002), demostraron que la misma poseía condiciones biológicas (en número y densidad media de vicuñas) suficientes para iniciar actividades de manejo, las que eran demandadas por los productores locales desde hacía varios años, por lo que se planificó bajo un marco precautorio, un manejo adaptativo experimental en el área.

Durante las capturas realizadas se registró uno de los menores índices de mortalidad (0,2 %) por efecto del manejo para la especie. En otras poblaciones bajo manejo de Chile, Perú y Argentina se han reportado mortalidades por efecto de captura y esquila que varían entre 0,5% y 12,6% [17].

Post-captura, en las parcelas donde se realizó el manejo se observó un incremento en la densidad de vicuñas y se registró el 93% de las 266 vicuñas marcadas, lo que indica que el manejo no afectó la abundancia y distribución de los animales en el área.

Se observó la misma tendencia de la tasa de natalidad para campos con y sin manejo por lo que no se considera que la captura haya afectado la viabilidad de la preñez y de las crías. Tampoco se observaron cambios en la estructura social de los grupos de vicuñas post-manejo, ya que el tamaño del grupo familiar mantuvo una constante que se ha demostrado adaptativa [18].

Estos resultados reflejan el éxito de las medidas tomadas tanto en la capacitación de la gente que intervino en los arreos y trabajos en los corrales, así como en el diseño de la infraestructura y los procedimientos de manipulación y muestreo de las vicuñas, los que procuraron producir el menor estrés posible en los animales, siguiendo estándares de bienestar animal desarrollados para la especie [13, 16].

El programa de uso sostenible de la vicuña es uno de los pocos casos donde la conservación de una especie ha sido exitosa a tal punto que es factible realizar un uso de tipo no consultivo capturando y esquilando animales sin afectar, en teoría, los parámetros poblacionales [17]. Para que el manejo de vicuñas pueda ser una actividad que genere habituación en lugar de aversión en los animales, es fundamental contar con un programa de manejo bajo estrictos estándares de bienestar animal.

Dentro de los objetivos de nuestro estudio que incluía entender al manejo de fauna como una actividad con un alto perfil científico pero a su vez inclusiva de los actores sociales locales, se ha logrado con éxito capacitar a las comunidades locales para que puedan hacer capturas con el mínimo nivel de accidentes y mortalidad en los animales capturados. Esto trae consigo beneficios para la conservación de las vicuñas, un marco ético ambiental de referencia, mejoras productivas, y de aceptación del producto en los mercados internacionales que cada vez son más exigentes en términos de los derechos animales y la equidad social.

## Bibliografía

1. Vila B., 2006. Las poblaciones de vicuñas en Argentina: elementos para un uso sustentable. En *La Situación Ambiental Argentina 2005*. Brown A., Martínez Ortiz U., Acerbi M. y Corchera J. (eds.). Fundación Vida Silvestre Argentina. Buenos Aires. Argentina.
2. Arzamendia, Y. y B.L. Vilá, 2003. Estudios de comportamiento y organización social de vicuñas, en la Reserva de la Biosfera Laguna de Pozuelos, Jujuy, Argentina, como línea de base para el manejo sostenible de la especie. En *Memorias del III Congreso Mundial sobre Camélidos*, 1er. Taller internacional de DECAMA Vol. I: 187-192. Potosí, Bolivia.
3. Arzamendia Y y Vilá B.L. 2006. Estudios etoecológicos de vicuñas en el marco de un plan de manejo sustentable: Cieneguillas, Jujuy. En *Investigación, conservación y manejo de vicuñas*. Vilá, B. (ed.), Proyecto MACS- Argentina, Buenos Aires. Argentina.
4. Arzamendia, Y., Maidana, R., Vilá, B. y C. Bonacic. En prensa. Wild vicuñas management in Cieneguillas, Jujuy. En *Actas 4º Seminario Internacional de Camélidos Sudamericanos*, 2º Seminario Internacional proyecto DECAMA. Córdoba, Argentina.
5. Arzamendia, Y., Cassini, M.H. and B. L. Vilá. 2006. Habitat use by vicuñas, Vicugna vicugna, in Laguna Pozuelos Reserve (Jujuy, Argentina). *Oryx*, 40 (2):1-6.
6. Vilá, B. L.; Bonacic, C.; Arzamendia, Y.; Wawrzyk, A. y H. E. Lamas. 2004. "Captura y esquila de vicuñas en Cieneguillas". *Ciencia Hoy*, 14 (80): 44-55.

7. Vilá, B.L., Arzamendia, Y., Wawrzyk, A. Y C. Bonacic. En Prensa. Utilización de las vicuñas en la actualidad: captura de vicuñas en Cieneguillas. En *Perspectivas Multidisciplinarias en el Manejo de Camélidos Sudamericanos*. GZC, ICAZ (Eds.). Buenos Aires, Argentina.
8. Bonacic, C. 2000. Manejo sostenible de la vicuña: ¿Es posible conciliar la explotación de la especie y el bienestar animal? En *Actas del seminario Internacional de "Manejo sustentable de la vicuña y el guanaco"*. González, B.P.; Bas, F; Tala, C. y Iriarte, A (Eds.). Serv. Agrícola. y Ganadero.- Pontificia Univ. Católica de Chile- Fund. para la Innovación Agraria: 193-208. Santiago, Chile.
9. Cendrero, A., Díaz, J, González, D; Mascitti, V.; Rotondaro, R y R. Tecchi. 1993. Environmental diagnosis for planning and management in High Andean Region: The Biosphere Reserve of Pozuelos. *J. Envir. Manag.*, 17: 683-703.
10. Cabrera, A. L. 1968. Geo-ecología vegetal de las regiones montañosas de las Américas tropicales. *Colloquium Geographicum*, 9:91-116.
11. Castañera M. y A.González. 1991. La vegetación de la cuenca de Pozuelos. En *La Reserva de la Biosfera Laguna de Pozuelos. Un ecosistema pastoril en los andes centrales*. García Fernandez, J.y. Tecchi R (Eds.). PER, INBIAL, UNJu -UNESCO. Buenos Aires, Argentina.
12. Rodriguez R. y E. Núñez. 1987. El censo de poblaciones de vicuñas. En *Técnicas para el manejo de la vicuña*. Torres, H. (Ed.). UICN-PNUMA. Santiago, Chile.
13. Siegel, S. 1991. Estadística no paramétrica aplicada a ciencias de la conducta. Segunda edición. Triller. Mexico.
14. Vilá, B. L.; Yacobaccio, H.; Arzamendia, Y.; Wawrzyk, A. y H. E. Lamas. 2003. Plan de Manejo de Vicuñas en Cieneguillas. Jujuy, Argentina. 1er informe DPMAYRN de Jujuy.
15. Flores-Ochoa J. 1994. Man's relationship with the camelids. In *Gold of the Andes: the llamas, alpacas, vicuñas and guanacos of South America*. Martínez, J; Patthey, F and Sons O. (eds.). Barcelona, España.
16. Bonacic, C. y D. Macdonald. 2001. Preliminary physiological assessment of the effects of capture for shearing on vicuña (v. vicugna). In *Progress in South American Camelids Research. Proceedings of the 3<sup>rd</sup> European Symposium and SUPREME European Seminar*. Gerken, M y Renieri C. (Eds). EAAP publications Wageningen Press. Gottingen, Germany.
17. Gimpel, J. y C. Bonacic. 2006. Manejo Sostenible de la vicuña bajo estándares de bienestar animal. En *Investigación, conservación y manejo de vicuñas*. Vilá, B. (Ed.), Proyecto MACS- Argentina, Buenos Aires. Argentina.
18. Vilá B.L. y Cassini M.H. 1994. Time allocation during the reproductive season in vicuñas. *Ethology*, 97: 226-235.

## **ESTIMACIÓN POBLACIONAL LOCAL Y ESTRUCTURA SOCIAL DE VICUÑAS EN LA RESERVA LAGUNA BLANCA (CATAMARCA, ARGENTINA)**

Borgnia Mariela<sup>1-2</sup>, Vilá Bibiana<sup>2-3</sup>, Cassini Marcelo H.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Dpto. Cs. Básicas -Univ. Nac. de Luján.

<sup>2</sup> Grupo MACS.

<sup>3</sup>Dpto. Cs. Sociales-Univ. Nac. de Luján

[mborgnia@mail.unlu.edu.ar](mailto:mborgnia@mail.unlu.edu.ar)

### **Abstract**

Laguna Blanca Biosphere Reserve was created to recovery and preservation of vicuña populations that were in a vulnerable situation. To actualize population parameters of this species, a fieldwork in a 255 km<sup>2</sup> inside Reserve was conducted during May 2002, October 2002, March 2003 and September 2003; recounts of vicuñas and estimation of social and population parameters were made in sampling area. Density of vicuñas keeps stable between years and samplings, but varied globally between diferent routes. About social structure, mean number of adults and females were agreed for this animal species and were alike to previous studies in this reserve. The number of calves increased in 2003 but globally, mean number of calves and natality index were smaller to previously cited for Laguna Blanca and other reserves. Sampling area included a capture and shearing zone of vicuñas; so it can potentialy used to make comparisons and to analyze the impact of capture activity. The results suggest continuing with general conservation politics of vicuñas even if there are large density focuses of these animals.

*Key words: Camelids – Biosphere Reserve – Ecology – Conservation*

## **Introducción**

La Reserva Laguna Blanca fue creada como reserva provincial en el año 1979 y luego fue declarada Reserva de Biosfera (Programa MAB-UNESCO) en 1982, con una política preservacionista de vicuñas que se encontraban en situación de vulnerabilidad. En esta reserva se han realizado estudios sobre diversos aspectos biológicos, ecológicos y de potencial manejo de las vicuñas [1, 2, 3] y también se cuenta con datos censales esporádicos para la zona desde el año 1983. La situación poblacional global de la vicuña ha mejorado en esta área, si bien la caza furtiva sigue reportándose dentro de la reserva. En este trabajo se actualizan datos poblacionales locales para la especie en la zona perilagunar y otras zonas de la reserva, se comparan con trabajos anteriores para la misma zona y otras reservas, y se discuten los resultados obtenidos en función de sus implicancias para la conservación y manejo de las vicuñas dentro de la reserva. Este trabajo forma parte de un estudio más abarcativo de ecología espacial de las vicuñas que aún no ha finalizado.

## **Metodología**

El área de estudio pertenece a la zona de transición de la Reserva de Biosfera Laguna Blanca (26° 30' O y 66° 40' S), localizada en el departamento de Belén, al Noroeste provincia de Catamarca, Argentina. La Reserva de Biosfera comprende una región de 973.000 ha; se trata de un bolsón de origen tectónico, rodeado por serranías (3200msnm – 5500msnm) cuya dirección predominante es N-S, las zonas más bajas se encuentran ocupadas por lagunas, siendo la Laguna Blanca la mayor de todas (3450 ha). Los suelos son rocosos, arenosos o salinos. El clima es frío y seco con una gran amplitud térmica diaria y con precipitaciones poco abundantes (100 – 250 mm anuales) y estacionales (diciembre a marzo). Desde el punto de vista fitogeográfico corresponde al piso puneño, con vegetación xerófila cuya cobertura no supera el 50% y vegetación asociada a cuerpos de agua, denominadas vegas, con un 80-100% de cobertura. En algunos lugares de la reserva existe un pastoreo extensivo de ganado (llamas, ovejas, cabras, vacas, caballos, y burros asilvestrados) que convive con las vicuñas silvestres.

En cuatro campañas de campo realizadas durante mayo-junio del 2002, octubre 2002, marzo-abril de 2003 y septiembre de 2003 se llevaron a cabo recuentos directos de vicuñas por línea de marcha en 5 recorridos con diferentes longitudes (Figura 1): 1. Recorrido centro (*lagblan*): zona de influencia de la Laguna Blanca, desde el pueblo hasta el cruce de caminos con la ruta 43 (15,5 km); 2. Recorrido sudoeste (*pasven*): desde el cruce hasta el puesto Guzmán en Pasto Ventura (31,3); 3. Recorrido sudeste (*cueran*): desde el cruce hasta el comienzo de la Quebrada de Randolpho (21 km); 4. Recorrido noreste (*riorio*): desde el pueblo de Laguna Blanca hasta el río Río (23 km); 5) Recorrido norte: desde el pueblo de Laguna Blanca hasta Corral Blanco (*corbla*) (10,9 km). Los recuentos se realizaron desde un vehículo hacia ambos lados de la línea de marcha y con un ancho de faja de 1,2 km hacia cada lado (distancia de máxima visibilidad de los animales), registrándose datos de abundancia y características de los grupos de vicuñas. Se efectuó un recorrido por día (a partir de las 8hs o 10hs) y algunos recorridos se repitieron evitando el recenso en días sucesivos. Todos los puntos de censos se registraron con un GPS Garmin 12 y también se realizaron recuentos de animales domésticos y se registraron variables del paisaje para un estudio paralelo de segregación espacial y uso de hábitat [4].

Las abundancias de los animales para el área total (255 km<sup>2</sup>) se calcularon como sumatoria de abundancias de las áreas barridas por todos los recorridos. Las tasas de encuentro y las densidades globales se calcularon dividiendo las abundancias totales para cada época por la longitud total y el área total respectivamente. Los resultados de densidad se testearon mediante un ANOVA de medidas repetidas utilizando los recorridos como unidades de muestreo.

En cuanto a los grupos 'familiares' (con crías), se consideraron para el análisis solamente los datos provenientes de los censos más cercanos luego de la época de pariciones (mayo 02 y marzo 03), puesto que cuando las crías son más grandes y ya ocurren expulsiones de sus familias se pierde precisión en la clasificación de los grupos. Se calcularon los parámetros reproductivos asumiendo que en los grupos con crías, un individuo corresponde al macho y todas las hembras son fértiles.

## Resultados

Se contabilizaron en total 57 horas de censo, recorriendo 102 km de línea de marcha. El recorrido norte se agregó a partir de la segunda campaña.

En toda el área de muestreo se registraron 1510 (DS=318) vicuñas para el año 2002 y 1389 (DS=149) para el 2003. La tasa de encuentro (animales/km) global para el 2002 fue de 14,8 y la densidad promedio de 5,9 vic/km<sup>2</sup>. Para el año 2003, la tasa de encuentro fue de 13,6 animales/km y la densidad 5,4. En la Tabla 1 pueden verse los datos para cada época de muestreo. No se encontraron diferencias significativas en la densidad de vicuñas entre estaciones ( $F=3,1$ ;  $p=0,15$ ) ni entre años ( $F=0,93$ ;  $p=0,39$ ).

Se observó una abundancia variable de vicuñas según los distintos recorridos, y se encontraron altas densidades en los recorridos de *lagblan*, *riorio* y *pasven*, y bajas densidades en el recorrido de *cueran* (Figura 2); en el recorrido norte (*corbla*) solamente se registraron 20 animales sin crías en la última campaña.

Respecto a la estructura social, se detallan los datos por época de muestreo en Tabla 1. En el año 2002 las vicuñas conformaron 283 (DS=51,6) grupos (sin discriminar entre grupos familiares o de solteros), con un tamaño promedio de adultos de 5,0 vicuñas y un 4,1 % de animales solitarios. Para el 2003 se registraron 279 grupos (DS=58,7) de vicuñas con un tamaño promedio de adultos de 4,7 animales y un 2,0% de animales solitarios. Los grupos fluctuaron entre 2 a 76 individuos, registrándose los grupos más numerosos en los muestreos de octubre del 2002 y de septiembre del 2003. Se registraron 55 (DS=4,9) grupos con crías en mayo 02 y 81 (DS=4,2) en marzo 03, con un tamaño promedio de adultos de 4,6 vicuñas. El porcentaje de crías registradas (respecto al total de individuos) para el área censada fue de un 3% para mayo 2002 y del 8% para marzo 2003. El número medio de crías por grupo y el índice de natalidad (crías totales/hembras totales) también aumentaron en el año 2003 (Tabla 1).

## Discusión

El objetivo del presente trabajo fue actualizar la abundancia y estructura social de la vicuña en un área acotada que contempla diversas condiciones naturales y antrópicas, sin incluir un censo total de la población de vicuñas en la reserva. Los resultados que se presentan permiten realizar algunas comparaciones con estudios anteriores para la misma zona y para otras reservas.

En el lapso de este estudio la abundancia global de vicuñas se mantuvo estable. Sin embargo, las densidades de vicuñas fueron muy variables y contrastantes en distintos sitios de la reserva. Este patrón espacial heterogéneo ha sido reportado anteriormente, encontrándose altas densidades de vicuñas en áreas potenciales de manejo [3, 5].

Respecto a la estructura social, el número medio de adultos en los grupos con crías y el número medio de hembras son acordes para la especie y similares a estudios anteriores en la reserva [1]. El número de crías se incrementó en el 2003 y esto podría estar asociado a las condiciones climáticas del año precedente. Sin embargo, el número medio de crías y el índice de natalidad fueron menores a los encontrados en la misma zona y para otras reservas (entre 1,9 y 2,2 crías por grupo) [1, 6, 7, 8, 9, 10]. La existencia de grupos numerosos sin crías puede corresponderse a grupos de solteros, cuya formación es común en épocas no reproductivas y especialmente en octubre y noviembre, debido a que son las épocas en que hay más dinámica entre grupos y los juveniles son expulsados de los grupos familiares [9, 11].

Tanto la abundancia como la estructura social pueden fluctuar debido a causas naturales (estacionalidad, hábitat, alimento, presencia de otros mamíferos silvestres y domésticos) o antrópicas. En particular, la destrucción del hábitat o la caza furtiva son dos de los factores antrópicos que más inciden en la declinación poblacional de los mamíferos [12] por lo que el conocimiento de parámetros básicos de conducta y organización social también puede aplicarse a determinar la existencia de furtivismo o disturbios en las reservas [12].

En general, se ha encontrado en el área censada una correlación negativa entre la abundancia de animales domésticos y la abundancia de vicuñas silvestres [4]. Además, existen zonas con mayor y menor vigilancia del furtivismo por parte de los guardafaunas locales. Entre diciembre del 2002 y abril del 2003 se cazaron furtivamente cerca de 200 vicuñas en zonas cercanas a las del trabajo aquí realizado (Diario El Ancastí, 11/8/2003).

Conocer las diferencias temporales y espaciales de las poblaciones animales tiene implicancias para el manejo y la conservación dentro de las áreas protegidas. En particular, el área de estudio incluyó (previo al inicio del manejo) una zona de captura y esquila de vicuñas, por lo que puede utilizarse potencialmente como línea de base para realizar comparaciones con el objetivo de analizar el impacto de la actividad de captura. Los resultados aquí

presentados sugieren que es recomendable seguir con políticas generales de conservación de las vicuñas aún cuando haya focos de alta densidad de estos animales.

## Bibliografía

1. Vilá B.L. y V.G Roig. 1992. Diurnal movements, family groups and alertness of vicuña (*Vicugna vicugna*) during the late dry season in the Laguna Blanca Reserve (Catamarca, Argentina). *Small Ruminant Research* 7: 289-297.
2. Rabinovich J.E., A.F. Capurro, y L.L. Pessina. 1998. Vicuña Use and the Bioeconomics of an Andean Peasant Community in Catamarca, Argentina. In *Neotropical Wildlife Use and Conservation*. Robinson J.G., Redford K.H. (eds.). Chicago University press.
3. Renaudeau D'Arc N., M.H. Cassini y B.L. Vilá. 2000. Habitat use by vicuñas (*Vicugna vicugna*) in the Laguna - Blanca Reserve. *J. of Arid Environment* 46: 107-115
4. Borgnia M., B.L. Vilá y M.H. Cassini. Distribución y uso de hábitat de la vicuña (*Vicugna vicugna*) en una reserva de la puna catamarqueña con actividad pastoril. XXII Reunión Argentina de Ecología. Córdoba, Argentina, 22 al 25 agosto, 2006.
5. FUCEMA 2001. Fundación para la Conservación de las especies y el medio ambiente. Situación de la vicuña en la República Argentina. Lineamientos para el establecimiento de un programa nacional.
6. Renaudeau d'Arc N. y B.L. Vilá. 1998. Some aspects of *Vicugna vicugna* behaviour in Laguna Pozuelos, Jujuy, Argentina. *Proceedings of the 2th World Conference on mountain ungulates*. Pp.191-196. Collana Scientifica Parco Nazionale Gran Paradiso. Vercelli, Italia.
7. Arzamendia Y. y B.L. Vilá. 2003. Estudios de comportamiento social de vicuñas en la Reserva de Biósfera Laguna Pozuelos, Jujuy, Argentina, como línea de base para el manejo sostenible de la especie. En: *Memorias del III Congreso Mundial sobre Camélidos, 1er Taller Internacional DECAMA* (Eds. CIF, FCAYP - UMSS), vol I, pp 187-192. Potosí, Bolivia.
8. Glade C.A. y P.E. Cattán. 1987. Aspectos conductuales y reproductivos de la vicuña. Pp 89-107. En: H Torres (ed). *Técnicas para el manejo de la vicuña*. UICN, CSE y PNUMA.
9. Franklin W.L. 1983. Contrasting socioecologies of South America's wild camelids: the vicuña and the guanaco. En: SF Eisenberg & DG Kleinman (eds). *Advances in the study of mammalian behaviour*. Special Publ. N° 7, ASM.
10. Cardozo A. Evolución poblacional de vicuñas en Ulla-Ulla, Bolivia, 1965-1981- La Paz, INFOL, Estudios especializados. EE-25, 10pp
11. Vilá B.L. y M.H. Cassini. 1993. Summer and autumn activity patterns of vicuña. *S. Neo. Fauna Environ* 28: 251-258.
12. Vilá B.L. 1999. La importancia de la etología en la conservación y manejo de las vicuñas. *Etología* 7: 63-68

## Agradecimientos

A los que colaboraron con el trabajo de campo: Lic. V. Benítez, Lic. G. Cassini, Lic. M. Morales y Lic. B. Aued. Al Lic. E. Frá. por la gestión realizada para llevar adelante el estudio y a los chóferes de la Secretaría del Ambiente de la Pcia. de Catamarca: Sr. MH Estévez y Sr. R. Centeno. A la familia Villagra por su colaboración y hospitalidad dentro de la Reserva Laguna Blanca. Este proyecto fue financiado por la Unión Europea a través de un subsidio INCO - DEV para el Programa MACS (Utilización económica sustentable de camélidos silvestres sudamericanos), por la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica de la Argentina a través del PICT99 01-06639 y por la Universidad Nacional de Luján de Argentina. MH Cassini y BL Vilá son investigadores del CONICET.

Figura 2. Densidad de vicuñas en los distintos recorridos censados.

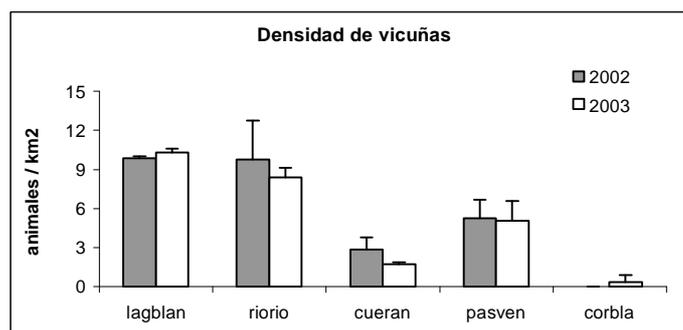
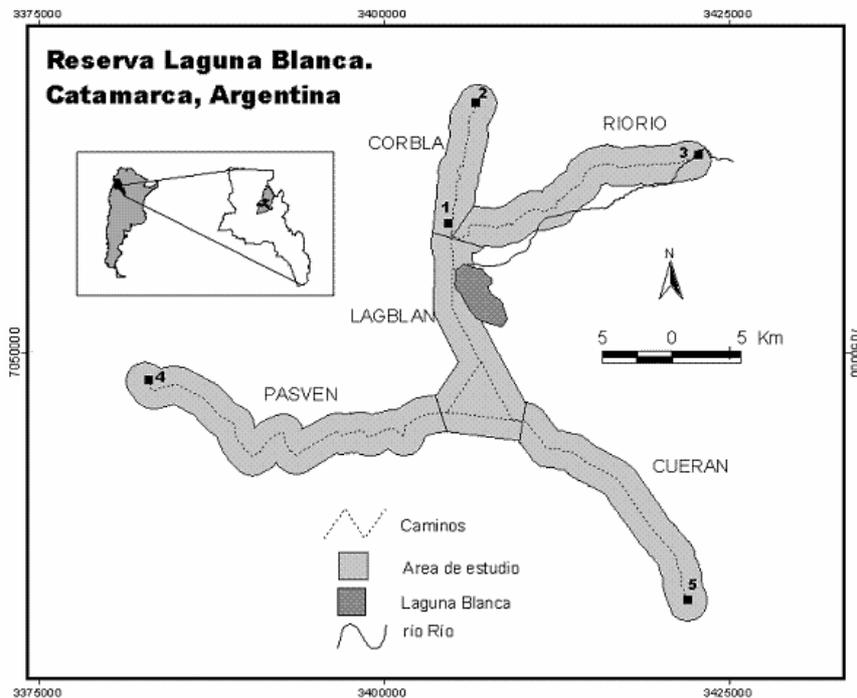


Tabla 1. Abundancia y estructura social de las vicuñas en el área censada para las cuatro épocas. Los desvíos estándar se colocan entre paréntesis.

	May-02	Oct-02	Mar-03	Sep-03
Abundancia (n° de animales)	1735	1285	1494	1283
Tasa de encuentro (vicuñas / km)	17,0	12,6	14,6	12,6
Densidad (vicuñas / km <sup>2</sup> )	6,8	5,0	5,9	5,0
Grupos totales	319	246	320	237
Tamaño de adultos en grupos totales	5,0 (4,7)	5,0 (4,4)	4,2 (2,5)	5,2 (6,2)
Tamaño de adultos en grupos con crías	5,1 (3,1)	-	4,2 (2,6)	-
Crías	55	-	114	-
Hembras en grupos con crías	227	-	264	-
Crías / grupo	1 (0,0)	-	1,4 (0,7)	-
Hembras / grupo con cría	4,2 (3,0)	-	3,2 (2,6)	-
Crías / hembra	0,24	-	0,45	-

Figura 1. Área de muestreo dentro de la Reserva de Biosfera Laguna Blanca. 1. Pueblo de Laguna Blanca, 2. Pueblo de Corral Blanco, 3. Puesto de río Río, 4. Puesto Guzmán (Pasto Ventura), 5. Comienzo de la Quebrada de Randolpho



# ESTUDIO DE CASO: PLAN MULTICOMUNAL DE MANEJO Y CONSERVACION DE VICUÑAS

Alan Cruz Camacho

Instituto de Cooperación y Desarrollo Alternativo Sostenible - ICODEAS  
Consejo Nacional de Camélidos Sudamericanos –CONACS  
Jr Moquegua 264 2do Piso Ofic. 203 - Puno

## Abstract

The Handling Plan for Multicomunal Picotani, and their communities it's a good way for the sustainable handling of the Vicugna, since the handling of this animal is in Sustainable Use Module - MUS (Semi-captivity) and need a different handling than the populations that are in wild state.

The diagnosis for the actual situation of the Sustainable Use Committee for Wild Sudamerican Camelids - CUSCSS Multicomunal Picotani and their associated communities was made whit the following results a) Located at the provinces of Azángaro and San Antonio de Putina, in the Eastern mountain range, over the 4.500 ms of altitude, b) annual average pluvial precipitation 670 mm., c) Annual average Temperature of 2.6 °C, d) a population of 4880 vicuñas, e) 4363.44 Has for the Sustainable Use Module - MUS, f) the pastures evaluation demonstrates that there are excess of animals in three farmyards, g) there was not endemic species, h) there are protected wild species of fauna and flora within the MUS, i) Also domestic species j) people at the communities don't have basic services, with an index of extreme poverty of the 46.1%.

For the Handling Proposal there are programs that could be made in a short, medium and long time , and are as follow: 1) Surveillance and control program, 2) Monitoring and population census, 3) Captures and shearing of vicuñas, 4) Animal health, 5) Giving added value of the fiber, 6) Evaluation and improvement of pastures, 7) Moving vicuñas to new territories 8) Interchange, 9) Environmental education, 10) Ecological tourism, and 11) Get out sickness and oldest vicuñas.

The programs are adapted to the sustainable handling of the vicugna, being their implementation technique, social, environmental, and economically feasible.

Word Keys: Vicugna, Handling, Plan, Sustainable

## Problemática

Después de una feroz caza furtiva en todo el Altiplano entre 1980 a 1994, las poblaciones de vicuñas atravesaron un cuello de botella gravísimo. Posteriormente éstas se fueron incrementando gracias a un trabajo coordinado entre las Comunidades y el Gobierno a través del Consejo Nacional de Camélidos Sudamericanos - CONACS.

Hoy las poblaciones de vicuña en Perú se han recuperado satisfactoriamente, en especial dentro de los Módulos de Uso Sustentable, como por ejemplo la Multicomunal Picotani, pero estos mismos están atravesando otros problemas como es una elevada consanguinidad, sobrecarga animal, elevado contagio de enfermedades, amansamiento, y se ha disminuido el repoblamiento natural de los Andes peruanos.

Es por ello que es necesario el empleo de todas las herramientas posibles para un manejo sostenible dentro de los Módulos de Uso Sustentable, donde debemos erradicar la idea que "conservar es no tocar".

Así mismo la legislación nacional vigente, amparada por los acuerdos internacionales, no permite un manejo más allá del usufructo de la fibra a cambio de conservación y protección, pero tampoco prohíbe la implementación de actividades dentro de los Módulos de Uso Sustentable que puedan disminuir los efectos adversos de la biología de las vicuñas dentro de los cercos permanentes.

A lo largo de estos 10 años de usufructo de la fibra de vicuña, aún no se ha logrado concientizar a todos los comuneros y asociados, ya que no todos reciben los beneficios por igual por la protección y conservación que prestan. La educación ambiental sólo está orientada a los adultos y no a la parte más importante que son los niños en las escuelas comunitarias.

## Metodología, Técnicas, Procedimiento y Equipos

La propuesta del Plan de Manejo de Vicuñas se hizo bajo el consentimiento de la Asamblea General de Socios de la Multicomunal Picotani y Comunidades Asociadas. Asimismo está acorde al formato del Texto Único de Procedimientos Administrativos del CONACS [1], y principalmente está en base al diagnóstico realizado en los Módulos de Uso Sustentable “*in situ*”.

Para el diagnóstico se tomaron datos meteorológicos de temperatura y precipitación de las estaciones de Ananea - S.A. Putina y Crucero – Macusani, del SENAMHI – Puno.

La información del censo poblacional de vicuñas, se hizo bajo la metodología de “conteo total” [2].

El área de los cercos permanentes se determinó por planos topográficos, que contienen información de área y perímetro.

La evaluación de capacidad de carga se realizó bajo la metodología del corte o cosecha con el sistema del metro cuadrado [3]. La identificación de especies endémicas, protegidas y domésticas fue por observación visual en las Unidades de Manejo, y comparadas con la normatividad del INRENA [4].

Los datos de población fueron tomados del Instituto Nacional de Estadística e Informática [5].

## Resultados y Aportes del Tema

Para la implementación del Plan de Manejo, primero se hizo el diagnóstico con el fin de proveer una imagen lo más completa posible de la situación actual. Seguidamente se ha previsto la propuesta de los programas que se describen a continuación.

*Programa de Control y Vigilancia:* Tiene como objetivo proteger y conservar la vicuña dentro de las Unidades de Manejo. Las actividades que comprende se refieren básicamente a dos aspectos. El control de caza furtiva, que incluye monitoreos para prevenir la caza furtiva, en horas del día durante todo el año, los que se implementarán con armas, municiones, binoculares, motocicleta, bicicleta y principalmente radiocomunicaciones (handys). El control de predadores, que se realizará mediante monitoreos durante la noche, durante los meses de enero a abril (etapa de parición).

*Programa de Monitoreo y Censo Poblacional:* Tiene como objetivo contabilizar su población y registrar su distribución social y espacial. Las actividades comprenden la implementación de la ficha de censo de vicuñas la cual nos proporcionará el número total de individuos dentro de su organización social, describiéndose si las hembras son adultas o juveniles (tuis) ya que permitirá determinar el número de crías en relación al número de hembras adultas. Durante el monitoreo se llevará actas de levantamiento de cadáver.

*Captura y Esquila de Vicuñas:* Comprende dos objetivos fundamentales, el primero capturar la mayor cantidad de animales que incluye las actividades de implementación con banderolas, radio comunicaciones de onda corta (handys). Si fuera necesario y las condiciones lo permiten, el arreo puede desarrollarse con ayuda de motocicletas y caballos, con la participación del mayor número de personas. El Chak’u fuera del cerco permanente será determinado de acuerdo a la densidad poblacional de vicuñas y los lugares de pastoreo. El segundo objetivo se orienta a cosechar la mayor cantidad de fibra comercial. En donde las vicuñas para esquila tendrán que reunir las siguientes características: Vicuñas mayores a 1 año, longitud de fibra mayor a los 2.5 cm., sin caspa y evitar esquilar vicuñas con gestación avanzada, la esquila será estrictamente con máquina esquiladora, adicionalmente es necesario tomar información de edad de vicuñas, peso corporal, muestreo de heces en crías, y aretaje de animales.

*Sanidad Animal:* Tiene como objetivo prevenir y controlar enfermedades endo y ectoparasitarias. Para su implementación cada comunidad debe designar por lo menos un 5 % del presupuesto del comité para el plan sanitario. El CUSCSS debe implementarse con suplementos vitamínicos y productos veterinarios contra enfermedades ectoparasitarias y endoparasitarias

*Valor agregado y comercialización de fibra de vicuña:* Cuyo objetivo es elevar el precio en la venta de fibra de vicuña. Implementándose con mesas de madera, mesas con malla de alambre, bolsas plásticas, balanza digital gramera, grasa, y otros que eviten aspirar polvo y no generar reacciones alérgicas. El supervisor del proceso, debe estar especializado en predescerdado y descerdado. Así mismo se deberá acopiar la producción de las comunidades productoras para que el precio pueda elevarse aun más durante su comercialización. Haciendo la comparación de precios, la fibra sucia se cotiza en \$ 385.00 dólares, predescerdada en \$ 475.00 – 507.00 y descerdada en \$ 650.00 dólares americanos.

*Evaluación de Pastizales:* Tiene como objetivo incrementar la capacidad de carga de las Módulos de Uso Sustentable. Durante la implementación de actividades la evaluación de pastos deberá de realizarse en dos épocas distintas del año, la primera en la época lluviosa y la otra en la época seca, esta evaluación deberá ser dirigida para

estimar la oferta forrajera del cerco en función a la especie vicuña, clasificar las especies de acuerdo a la apetecibilidad de las vicuñas, elaborar el cuadro de capacidad de carga.. Queda terminantemente prohibida la quema de pastizales ya que no solo destruyen la flora existente sino también causa disturbios ecológicos dentro del MUS. El mejoramiento de pastos puede realizarse mediante la conservación, manejo y rotación de canchas, permitiendo de esta manera la dispersión y establecimientos de semillas de pastos naturales. Para la introducción de rye grass, trébol, deberá ser bajo fuentes de agua y ahijaderos. La construcción de pequeñas presas cumple un doble propósito, 1) reservorios de agua, para bebederos de vicuñas y 2) Reservorio para regadío de las áreas cultivadas. Otra actividad que permite incrementar la capacidad de carga es la ampliación de los cercos permanentes, debiéndose a futuro cercar el perímetro de las tres comunidades.

*Traslado y repoblamiento de vicuñas:* Llevar vicuñas de un lugar a otro, obedece a dos objetivos generalmente, para poblar zonas menos densas (repoblamiento) y para darle mejores condiciones de hábitat (traslado). Las actividades que comprende son la evaluación de censos poblacionales, oferta forrajera, que demuestran que se esta por encima de la capacidad de carga, es necesario realizar el traslado de vicuñas hacia otro lugar que ofrezca mejores condiciones de sostenibilidad. En caso de que comunidades u otros, con el mismo o similar tipo de hábitat, tengan las condiciones para el manejo de vicuñas, se puede realizar el traslado con el fin de repoblar dichas áreas. Es indispensable realizar la cuarentena de vicuñas antes de un repoblamiento. Considerando el sobre poblamiento de vicuñas en los cercos de la Multicomunal Picotani, es necesario la reducción de animales dentro de ellos. El presente Plan de Manejo sugiere el Traslado de vicuñas de la Multicomunal a las Comunidades de Toma, Cambría y Picotani

Cuadro Nro 1: Traslado de vicuñas dentro de las comunidades que involucra el Plan de Manejo

Comunidades	Area cerco (Has)	Población actual de vicuñas (*)	Capacidad de carga máxima (U.V./Ha/Año)	Vicuñas a trasladarse
Multicomunal Picotani	2052.76	4150	2053	- 2097
C.C. Toma	823.34	220	823	+ 603
C.C. Cambría	627.24	15	627	+ 612
C.C. Picotani Cerco I	340.39	499	340	- 159
C.C. Picotani Cerco II	519.71	0	519	+ 519
TOTAL		4884	2903	- 522

(+) Vicuñas que pueden ser internadas al cerco permanente (-) Vicuña que deben ser trasladadas del Cerco Permanente. (\*) [6, 7, 8]

El repoblamiento sería a condición que las comunidades receptoras de vicuñas amplíen sus cercos a extensiones mayores a 1,000 has. Y cuando estas cubran la capacidad de carga, sean fuente de traslado y repoblamiento hacia otras zonas menos pobladas.

Cuadro Nro. 2: Hectáreas que deberán ampliar las comunidades para completar las 1000 Has.

Comunidad	Has que deben ser ampliadas al futuro
C.C Toma	176.66
C.C. Cambría	372.76
C.C. Picotani	139.9
Multicomunal Picotani (*)	2947.24
TOTAL	3,636.56 Has

(\*) Todas las comunidades deben ampliar la cantidad de hectáreas señaladas para completar a 1000 has, a excepción de la Multicomunal que requiere una ampliación urgente a 5000 Has.

*Intercambio de Vicuñas:* Tiene como objetivo prevenir la consanguinidad elevada de vicuñas, para lo cual el intercambio generalmente se realizará con machos, no descartando la posibilidad de intercambiar hembras. El intercambio de Vicuñas "Refrescamiento de sangre" es urgente en la las tres comunidades y en especial en la Multicomunal de Picotani, ya que durante las captura y esquila se observa signos de consanguinidad como por ejemplo lunares blanco en el lomo de la vicuña.

Cuadro Nro. 3: Heterocigocidad observada en la Multicomunal Picotani

Comunidad	Heterocigocidad Esperada	Heterocigocidad Observada	N° de alelos promedios por locus	Alelos privados
Multicomunal Picotani	0.5094	0.5072	4.5455	2

(\*) Estudio de Diversidad genética y Manejo de poblaciones de vicuña en el Perú. Janet Wheeler,  $F > 0.05 = C$ . Elevada [9].

Resumiendo la tabla concluimos que la consanguinidad en vicuñas en la Multicomunal Picotani es elevada, no se muestrearon poblaciones de vicuñas de las comunidades de Toma, Cambría y Picotani, pero al parecer estarían atravesando el mismo problema, el “refrescamiento de sangre” entonces puede ser una alternativa al problema de la consanguinidad, pero este debe hacerse bajo un conocimiento de la similitud de hábitat, esto ocasionará menos estrés y adaptación a su nuevo ecosistema. Para las poblaciones del área del Plan de Manejo se sugiere que el “refrescamiento de sangre” se haga con animales generalmente machos, y dentro de la misma provincia de San Antonio de Putina [9].

*Educación ambiental:* Es uno de los componentes básicos para la sostenibilidad e implementación del Plan de Manejo de Vicuñas, la educación ambiental no solo debe estar orientada a las personas mayores que desarrollan y deciden actividades en la comunidad, sino también dirigida a los niños que serán los pilares del desarrollo de sus comunidades. Dentro de las actividades de implementación es indispensable que todos conozcan la propuesta del Plan de Manejo. La capacitación en los niños es de igual importancia, ya que ellos asimilarán los conocimientos impartidos, esta capacitación la debe coordinar la comunidad con el encargado de los centros educativos, para que a través de sus programaciones anuales se integre temas de interés, ya que en la currícula anual de los estudiantes se puede integrar un 30% de los temas deseados acorde el lugar, pudiendo ser temas de conservación, erosión, contaminación y manejo sostenible.

*Ecoturismo:* Tiene como objetivo promover el ecoturismo y la conservación vivencial, considerando que el turismo y en especial el ecoturismo a nivel nacional esta en un crecimiento exponencial, lo que conlleva a generar empleo indirecto, es por ello que es necesario promover el ecoturismo basado en los hábitat naturales de fauna silvestre (vicuña y guanaco y otras especies silvestres), costumbres ancestrales étnicas. La Multicomunal y las comunidades de Toma, Cambría y Picotani están con la capacidad de promover el “ecoturismo ocasional” en el Chaku de vicuñas. Para ello la promoción deberá coordinarse con los medios de comunicación, con las agencias de turismo, PNP Ecológica, CONACS y demás instituciones afines. Es necesario elaborar afiches divulgativos de la actividad, con un programa corto, diverso e invariable. Así mismo es necesario mejorar e implementar los ambientes de hospedaje (servicios básicos), servicio de alimentación, y por supuesto facilitar el traslado hacia la comunidad.

*Saca de animales:* Cuyo objetivo es disminuir animales seniles y enfermos. La saca de vicuñas actualmente no esta siendo considerado dentro de la sostenibilidad. Es por ello que el programa lo planteamos como una alternativa a futuro para el manejo sostenible de vicuñas. Si nos remontamos a la época Incaica podemos recordar que los Incas mataban vicuñas viejas, enfermas y otras que no servirían para el propósito de producir la finísima lana [10]. La Legislación Peruana permite el usufructo de la fibra de vicuña de todas las poblaciones de vicuña, mas no permite aún la saca de animales viejos o enfermos. Pero tenemos que considerar que la población de vicuñas se esta recuperando exitosamente gracias a los programas de gobierno que se han implementado año tras año. El Decreto Supremo N° 034-2004-AG. Publicado en septiembre de 2004 hace una nueva categorización de especies amenazadas en donde a la vicuña lo clasificada en el último ítem como especie Casi Amenazada (NT) [4]. En el manejo en cautiverio (MUS) se deben tener todas las herramientas disponibles para llevar un manejo sostenible de la especie. Para ello el gobierno peruano a través de una corrección en la normatividad debería otorgar permisos de saca autorizada de animales viejos y enfermos, considerando que estos animales no tienen ya un valor económico justificativo. En el área del Plan de Manejo el sistema de manejo es bajo semi cautiverio (MUS), y la presencia de enfermedades y carga parasitaria es mayor si la comparamos con los sistemas de manejo en silvestría, la saca de estos animales enfermos (en especial por sarna) ayudaría a disminuir el nivel de contagio hacia otros animales sanos.

## Bibliografía

1. D.S. 025-2005. 2005. Texto Único de Procedimientos Administrativos del Consejo Nacional de Camélidos Sudamericanos. Perú.

2. Comité Multicomunal de Picotani 2004 y 2005. Registros comunales de censos y actas de levantamiento de cadáver de vicuñas, realizadas por los guardacomunales de la Multicomunal de Picotani. Puno, Perú.
3. Sahley C., Torres J., Sánchez J., Cruz A., Umasi M. y Márquez A. 2004. Gestión Ambiental de la Vicuña. Arequipa, Perú.
4. D.S. 034-2004-AG., 2004. Categorización de Especies de Fauna y Flora Silvestre. Perú.
5. MEF-INEI-ENAHO., 2000. Proyecciones departamentales de la población 1995-2015 (1999). Compendio Estadístico Sociodemográfico. Perú.
6. Consejo Nacional de Camélidos Sudamericanos - CONACS. 2003 y 2004. Memoria anual. Oficina Regional Puno. Puno, Perú
7. Consejo Nacional de Camélidos Sudamericanos – CONACS. 2004. Informes de captura y esquila de vicuña. Oficina Regional Puno. Puno, Perú
8. Fernández E., 1999. Compendio de la Vicuña. Ministerio de Agricultura, Consejo Nacional de la Vicuña. Perú
9. Wheeler J., Fernández M., Rosado R., Hoces D., Kadwell M. y Bruford M. 2003. Diversidad Genética y Manejo de Poblaciones de Vicuñas. Perú.
10. Brack A., 2003. Vicuña: Comunidades, Historia y Manejo. Econegocios. Perú.

## AVANCES EN EL MONITOREO Y LA CONSERVACIÓN DE LA POBLACIÓN DE GUANACOS EN EL CHACO BOLIVIANO

Erika Cuéllar

WCS-Bolivia, Casilla 6272, Santa Cruz de la Sierra, Bolivia.

[erika.cuellar@zoo.ox.ac.uk](mailto:erika.cuellar@zoo.ox.ac.uk)

### Abstract

In Bolivia the fact that the presence of guanaco *Lama guanicoe* populations in the highlands has not been reported in the last fifty years suggests that the species is extinct in most of its historical range in the country. The current distribution is restricted to the dry Chaco in the central-south part of the Santa Cruz department. The guanaco conservation programme started in 2001 as a part of the research project running by the Capitanía del Alto y Bajo Isoso (CABI) and the Wildlife Conservation Society (WCS) in the Bolivian Chaco. One of the primary objectives was to establish a solid ecological baseline for a long-term research and conservation programme. The preliminary results suggest that the distribution, abundance and habitat use of guanaco is related to the grasslands amongst the vegetation succession in the area. The next phase of the project will complement preliminary research on habitat use-interactions, dispersal of juveniles, potential competition with domestic ungulates, and experiments on grassland recovery.

Palabras clave: Guanaco, Bolivia, Pampas

### Introducción

En Bolivia la única población de guanacos *Lama guanicoe*, registrada en los últimos años, se encuentra restringida a parches de pastizales (localmente llamados pampas) en la zona sur del departamento de Santa Cruz a lo largo de la frontera norte de Paraguay [1, 8, 18]. Esta población se encuentra aislada por aproximadamente 50 km de la población más cercana en el Chaco paraguayo y por más de 1000 km de otras poblaciones de guanacos en el continente [10].

La mayor parte del área de distribución del guanaco en la región chaqueña está fuera de áreas protegidas, lo que es una desventaja para la especie en términos de garantizar su protección rigurosa. Las principales amenazas para el guanaco son: la cacería deportiva, la falta de hábitat adecuado, y la introducción de ungulados domésticos en su área de distribución.

El objetivo principal del proyecto guanaco consistió en desarrollar las bases de investigación para el monitoreo y conservación a largo plazo de la población de guanacos y su hábitat.

Los resultados preliminares sugieren que la distribución, abundancia, y uso de hábitat están asociados a los parches de pampas abiertas dentro del mosaico de vegetación o estadios sucesionales de la zona

## Material y Métodos

### *Área de estudio*

El área de estudio se ubica en el extremo sur del departamento de Santa Cruz, al suroeste del Parque Nacional Kaa-Iya del Gran Chaco. El marco geográfico se extiende de los 19° 45' a 20° 30' S y de los 62° 00' a 63° 00' W. En esta zona se encuentran dispersos puestos ganaderos, y brechas de exploración petrolera. La precipitación va de 450 a 600 mm. anuales, y la temperatura promedio de 25-26° C, con una prolongada estación seca [17]. La vegetación está representada por pampas, matorrales, arbustales, bosques secundarios y remanentes de bosque primario, entremezclados en un complejo de vegetación sobre suelos bien drenados. El hábitat que se considera potencial para el guanaco constituye pastizales abiertos combinados con islas de bosque abierto, formaciones leñosas o arbustivas [6, 13].

### *Métodos*

1. Censos aéreos: Se utilizó un avión Maule, y el equipo de observadores estuvo formado por tres personas además del piloto, los cuales estuvieron intercomunicados durante las horas de vuelo. [3, 24]. El área total fue dividida en bloques continuos para ser sobrevolados uno por día [24]. Las unidades de muestreo fueron fajas de ancho fijo (450 m a cada lado del avión) y longitud variable, distribuidas paralelamente a intervalos regulares de 900 m dentro de cada bloque. Los censos se realizaron con dirección norte-sur, por ser esta la disposición de las franjas de zonas abiertas, coincidiendo también con la alineación predominante de los sistemas de dunas y supuestamente con la de los vientos [16]. Los censos aéreos se realizaron entre las 7 h 00 y 13h 00, que es cuando los guanacos tienden a estar más activos. La altura de vuelo osciló entre 60 y 100 m sobre el suelo. De cada observación se registró el número de individuos, la estructura del grupo, la hora y el hábitat. Las condiciones de visibilidad fueron similares en los días de muestreo y entre muestreos.

2. Censos terrestres: La actividad principal para la identificación de grupos fue la búsqueda de animales mediante caminatas, que duraron entre cuatro y siete horas. Una vez encontrado un rastro fresco se lo siguió hasta encontrar al grupo o al individuo, se lo identificó y se tomó una posición con el GPS. La identificación de los grupos se determinó por cicatrices, manchas, composición de la tropa, variación de color de uno o más individuos del grupo. En cada observación directa o indirecta se identificó el tipo de hábitat donde se encontraba, para luego sobreponer las ubicaciones de guanacos con el mapa de vegetación. Mediante el monitoreo terrestre se obtuvo información sobre: Uso de hábitat, patrones de actividad, áreas mínimas de acción de algunos grupos y los primeros registros sobre demografía de la población.

3. Análisis multi-temporal de cambios de vegetación: Se utilizaron mapas de vegetación basados en imágenes satelitales para los años 1975, 1984 y 1999 [20]. La comparación de la vegetación se realizó, sobreponiendo cada una de las imágenes clasificadas y extrayendo la diferencia existente en la cantidad de píxeles de una y otra imagen. Para la realización de este trabajo se utilizaron las imágenes Landsat MSS 230-074-075, TM 230-074\_84, TM 230-074\_99.

Para realizar la clasificación de la vegetación, se utilizó las bandas 4, 5 y 3 de las imágenes LANDSAT TM (Thematic Mapper) y MSS (Multispectral Scanner),

4. Actividades de difusión: En junio del 2001 se inició una campaña de información que consistió en: spot publicitarios mediante la radio durante un mes, la distribución de afiches y panfletos informativos, y en la realización de talleres y entrevistas con la gente local para hacerles conocer la situación crítica del guanaco chaqueño. Además de la colocación de 30 letreros informativos en el área de distribución de la especie.

## Resultados

El área de distribución de la especie se encuentra restringida a aproximadamente 570 km<sup>2</sup>, abarcando las zonas relativamente más abiertas del mosaico de vegetación existente. La Tabla 1 presenta los resultados de los sobrevuelos y la densidad calculada dividiendo número de individuos entre área total muestreada.

Tabla 1. Detalles de los sobrevuelos

	Sobrevuelo 1	Sobrevuelo 2	Sobrevuelo 3	Sobrevuelo 4
Año/mes	1998/Mayo	2001/Abril	2002/Dic	2004/Dic
Área muestreada (km <sup>2</sup> )	1.037	700	3.100	2.000
No. de guanacos observados	40	4	21	26
No. de observaciones	11	4	12	8
Composición de grupos	2 grupos familiares, 5 grupos de adultos 4 solitarios	4 solitarios	3 grupos de adultos, 9 solitarios	3 grupos familiares 2 grupos de adultos 3 solitarios
Densidad (No.indiv/ km <sup>2</sup> )	0,038	0,005	0,006	0,013

En cuanto al uso proporcional del hábitat, las observaciones directas han sido mayormente en la formación de pampa abierta seguida de pampa arbolada (islas de bosque) y pampa matorral (Figura 1).

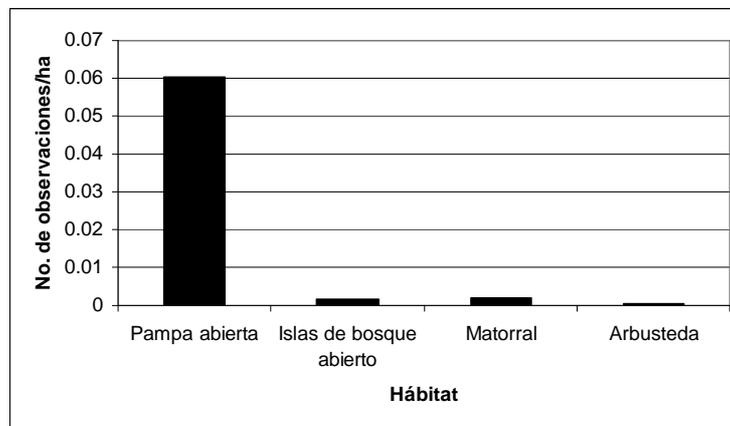


Figura 1. Observaciones proporcionales a la disponibilidad de hábitat

Los individuos reconocibles son alrededor de 60 adultos (20 machos, 40 hembras), 15 juveniles y 10 crías. La mayoría de los grupos ocupan áreas abiertas (pampas con pastizales nativos), que actualmente se encuentran en su mínima expresión. En general, las observaciones sugieren que las actividades de los grupos monitoreados (comiendo, descansando, caminando) están relacionadas con la hora del día y esto indirectamente relacionado con la temperatura (Figura 2).

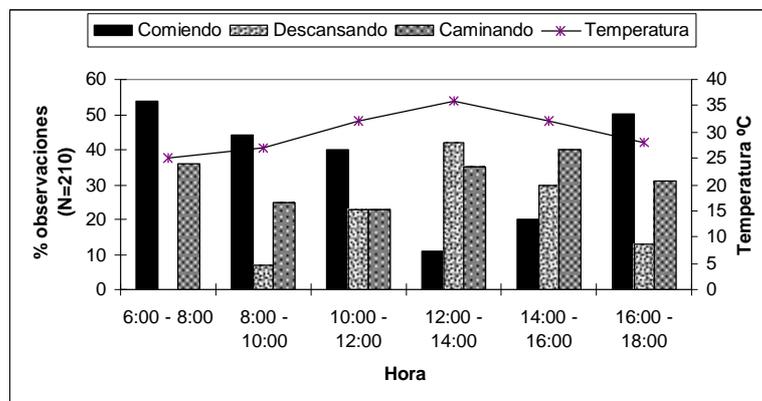


Figura 2. Patrones de actividad

La tasa reproductiva en los últimos tres años ha variado entre 3 y 15% por año, con nacimientos en 15 grupos, pero sin nuevas crías en el mismo grupo al siguiente año. No se registró mortalidad en crías, y solo se registró un juvenil y un adulto desaparecidos. Los juveniles permanecen con sus padres por lo menos hasta el segundo año de vida, aunque empiezan a separarse temporalmente a partir del segundo año. La Figura 3 sugiere una estacionalidad reproductiva asociada con la época de lluvias, así como también la expulsión de juveniles de los grupos familiares.

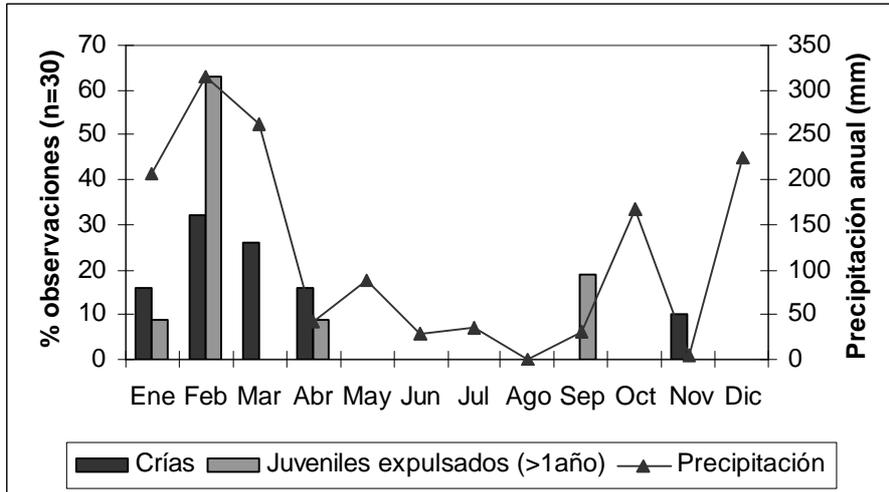


Figura 3. Estacionalidad reproductiva

El análisis multi-temporal de la vegetación muestra una considerable reducción de las áreas abiertas de pampas entre 1975 y 1999 (Figura 4). Aproximadamente 91.5% de las sabanas se han perdido por la invasión de especies de matorrales debido a la falta de manejo de la tierra, el ganado, la vegetación y el fuego en esta zona [20]. Es probable que la distribución y abundancia de guanacos esté directamente afectada por la pérdida de pampas, dado que esta especie está estrechamente asociada con ambientes abiertos.

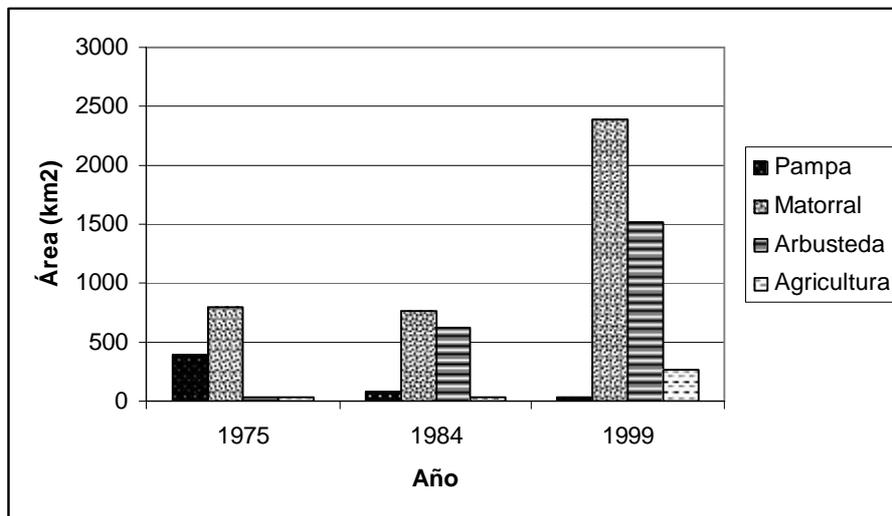


Figura 4. Cambio espacial y temporal de la vegetación

## Comentarios finales

Siendo el guanaco una especie que ha evolucionado en lugares abiertos y que presenta una morfología adaptada a este tipo de formaciones, se espera que su habilidad para sobrevivir se encuentre ligada y sea proporcional a la disponibilidad de formaciones vegetales abiertas, pampas en el Chaco. Dada la eminente pérdida de pampas en las últimas décadas, la distribución de la especie se encuentra restringida a las manchas de pampa remanentes en el Chaco. La invasión de vegetación arbustiva es el resultado de un proceso de sucesión incentivado por la falta de manejo de fuego y la presencia de ganado en la zona [20]. Con el inicio de la investigación sobre quemas experimentales, en parcelas que abarcan las diferentes sucesiones vegetales, se espera un mejor conocimiento de los patrones y procesos de sucesión, para así proponer un manejo adecuado utilizando quemas controladas.

Por otro lado la observación de crías recién nacidas y juveniles en los grupos familiares es una sugerencia de que la población de guanacos tiende a recuperarse. Sin embargo, esto último no es suficiente para la viabilidad de la especie en el Chaco a largo plazo, es por esto que se está consolidando un esfuerzo binacional con Paraguay. El área de distribución de la población aún es muy reducida, pero esperamos que la conexión con la población paraguaya garantice un flujo de individuos entre las dos poblaciones.

Desde el punto de vista de manejo del hábitat del guanaco es fundamental tomar en cuenta dos aspectos: el factor fuego y la ganadería. Se ha visto en otros estudios la competencia con los ungulados domésticos, por recursos alimentarios y de espacio [3, 21].

Finalmente, la campaña de educación; los talleres de información; la colocación de una red de letreros informativos; la presencia permanente del equipo de investigadores en la zona; y la combinación de patrullajes con los guardaparques y las permanentes visitas a los puestos ganaderos de la zona han provocado una mayor consciencia y un mejor conocimiento del guanaco chaqueño por las autoridades y la gente local. Una muestra de la integración de las comunidades locales con el proyecto es la creación de una nueva escuela a la que han nombrado "El cruce del guanaco", además de la ausencia de cazadores deportivos en la zona.

El reto para los que trabajamos en el programa de conservación del guanaco chaqueño es entender la dinámica de sucesión de las pampas, desarrollar y proponer un manejo de hábitat para lograr la recuperación de las mismas; encontrar el equilibrio con relación al uso espacial de los recursos por el ganado, para lograr la compatibilidad del uso ganadero sostenible con la conservación del guanaco; y finalmente consolidar una base de información biológica del guanaco para proponer los mecanismos adecuados para la recuperación de la especie.

## Bibliografía

1. Anderson S. 1997. Mammals of Bolivia, taxonomy and distribution. Bulletin of the American Museum of Natural History 231. New York.
2. Baldi R., S. D. Albon y D. A. Elston. 2001. Guanacos and sheep: evidence for continuing competition in arid Patagonia. *Oecologia*, 129: 561-570.
3. Baldi R., C. Campagna y S. Saba. 1997. Abundancia y distribución del Guanaco (*Lama guanicoe*), en el NE del Chubut, Patagonia Argentina. *Maztozoología Neotropical* 4 (1): 5-15. SAREM.
4. Becerra M. N. 2002. Guía microfotografiada del análisis histológico de estructuras utilizadas como controles en las fecas de guanaco *Lama guanicoe voglii*. Tomo I, II. Proyecto Kaa-Iya, Santa Cruz, Bolivia.
5. Bonavia D. 1996. Los camélidos sudamericanos, una introducción a su estudio. IFEA-UPCH-Conservation International. Perú.
6. Cajal J. L. 1989. Uso de hábitat por vicuñas y guanacos en la reserva San Guillermo, Argentina. *Vida Silvestre Neotropical* 2 (1): 21-31.
7. Chávez R. Propuesta de manejo de la ganadería y del guanaco chaqueño, en el sureste del Parque Kaa-Iya. Technical report 92. Proyecto Kaa-Iya, Santa Cruz, Bolivia.
8. Cuéllar E. y A. Fuentes. 2000. Censo aéreo de guanacos *Lama guanicoe* en el Chaco cruceño. *Revista Boliviana de Ecología y Conservación Ambiental* 8:83-90.
9. Cuéllar E., A. Noss y R. L. Cuéllar. 2001. Imminent Infamy?. Pp. 16. *Wildlife Conservation magazine*. USA.
10. Cuéllar E. 2001. Situación de la población del guanaco chaqueño (*Lama guanicoe*) en Bolivia. V Congreso Internacional sobre Manejo de fauna silvestre en Amazonía y Latinoamérica. Cartagena de Indias, Colombia.
11. Cuéllar E., L. Jammes, G. Castro, J. Segundo. 2003. Current status of the Guanaco *Lama guanicoe voglii* in the Bolivian Chaco. Technical report 69. Proyecto Kaa-Iya. Santa Cruz, Bolivia.
12. Cuéllar R. L. 2002. Fenología de plantas importantes para los vertebrados silvestres en tres ecosistemas de Izoog. Technical report 68. Proyecto Kaa-Iya, Santa Cruz, Bolivia.

13. Eisenberg J. F. y K. Redford. 1999. Mammals of the Neotropics. The central Neotropics: Ecuador, Peru, Bolivia, Brazil. The University of Chicago Press. Chicago.
14. Franklin W. L. 1982. Biology, ecology, and relationship to man of the Southamerican camelids. Pp. 457-489. In Mammalian biology in South America. M. Mares y H. Genoways (eds.) Vol. 6. Special publication series Pymatuning laboratory of ecology. University of Pittsburgh.
15. Franklin W. L. 1983. Contrasting socioecologies of South America's wild camelids: the vicuña and the guanaco. In: Advances in the study of mammalian behavior. J.F. Eisenberg y D.G. Kleiman (eds.). Spec. Publ. Amer. Assoc. Mamm., 7: 1-753.
16. Navarro G. 2002. Ecología estructural y dinámica de áreas quemadas en el PN-ANMI Kaa-Iya del Gran Chaco. En: Ecología del fuego en el Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Kaa-Iya del Gran Chaco. J. Guerrero (ed.) .Proyecto Kaa-Iya, Santa Cruz, Bolivia.
17. Navarro G. y A. Fuentes. 1999. Geobotánica y sistemas ecológicos de paisaje en el Gran Chaco de Bolivia. Rev. Bol. De Ecol. 5: 25-50.
18. Parker T. A., A. H. Gentry, R. B. Foster, L. H. Emmons y J. V. Remsen, Jr. 1993. The lowland dry forests of Santa Cruz, Bolivia: A global conservation priority. RAP working papers 4. Conservation International.
19. Plan de Manejo, 2001. Kaa-Iya del Gran Chaco. Parque Nacional y Area Natural de Manejo Integrado. Capitania del Alto y Bajo Izozog, Fundación Ivi-Iyambae y Wildlife conservation society.
20. Pinto C. Análisis multitemporal de cambios de vegetación de la pampa chaqueña, en la zona de los arenales de Yanahigua, oeste del Parque Nacional Kaa-Iya. Technical report 87. Proyecto Kaa-Iya, Santa Cruz, Bolivia.
21. Puig S., F. Videla, M. I. Cona y S. A. Monge. 2001. Use of food availability by guanacos (*Lama guanicoe*) and livestock in Northern Patagonia (Mendoza, Argentina). Journal of Arid Environments. 47: 291-308.
22. Pujalte J.C. y A.A. Reza. 1985. Vicuñas y guanacos, distribución y ambientes. En: Estado actual de las investigaciones sobre camélidos en la República Argentina (J.L. Cajal y J. Amaya eds.). Programa Nacional de Recursos Renovables, Secretaria de Ciencia y Tecnología, Buenos aires.
23. Raedeke K.J. y J.A. Simonetti. 1988. Food habits of *Lama guanicoe* in the Atacama Desert in northern Chile. Journal of Mammalogy 69: 198-201.
24. Rudran R., T. H. Kunz, C. Southwell, P. Jarman, y A. P. Smith. 1996. Observational techniques for nonvolant mammals. Pp. 81-104 en D. E. Wilson, F. Russell Cole, J. D. Nichols, R. Rudran, And M. Foster (eds.). Measuring and monitoring biological diversity, Standard methods for mammals. Smithsonian Institution press. Washington.
25. Wallace R. B. y R. L. E. Painter. 1999. Un manual de metodologías fenológicas para biólogos y forestales. Santa Cruz, Bolivia.

## UTILIZACION DE CAMELIDOS SILVESTRES EN ARGENTINA: OPORTUNIDADES Y LIMITANTES

Gabriela Lichtenstein

Instituto Nacional de Antropología y Pensamiento Latinoamericano/CONICET  
3 de Febrero 1378, (1426) Buenos Aires, Argentina  
glichtenstein@fibertel.com.ar

### Abstract

This paper aims to contribute to the understanding of the paradigm of sustainable use by using as case study experiences of wild camelid management from Argentina. Guanacos (*Lama guanicoe*) and vicunas (*Vicugna vicugna*) are wild South American camelids that possess anatomic and physiological adaptations that enable them to live in extreme conditions. Both species declined significantly after the Conquest due to illegal hunting, habitat degradation, competition with domestic livestock and the lack of management plans. Given their economic importance, the demand of their products and the potential to generate jobs, in 1987 they were recognized by the FAO as key species for rural development in Latin America. This paper compares the present situation of both species with regards the legal framework, ownership and usufruct rights.

Key words: sustainable use, wild camelids, legal framework, conservation

## Introducción

El manejo de fauna silvestre se ofrece como una opción de producción alternativa o complementaria a las producciones tradicionales que permite reconciliar la necesidad de mejorar la calidad de vida de los productores rurales con el mantenimiento de los recursos naturales y el hábitat. La valoración económica de la fauna por parte de la población rural proveería incentivos para su conservación. Sin embargo, el valor económico de las especies de la fauna silvestre también puede constituir un riesgo para dichas especies porque suele provocar procesos de depredación y exterminio para obtener ganancias económicas expeditivas, particularmente cuando los mecanismos de control son deficientes [1].

Los camélidos sudamericanos silvestres: la vicuña (*Vicugna vicugna*) y el guanaco (*Lama guanicoe*), fueron reconocidos por la FAO [14] como especies clave para el desarrollo rural de América Latina, teniendo en cuenta su importancia económica, la demanda de sus productos, y la posibilidad de generar empleos. Dado que ambas especies son pastoreadoras de bajo impacto ambiental pueden realizar un buen aprovechamiento de la estepa nativa sin ejercer impacto por pisoteo sobre los suelos.

Estas especies tuvieron un papel fundamental para la subsistencia de las sociedades cazadoras-recolectoras del Holoceno inferior, medio y superior, tanto en Patagonia [3], como en el NOA [10]. Evidencias arqueológicas muestran un aprovechamiento integral de carne, grasa y médula para la alimentación; y fibra, cuero y tendones para la realización de tecnofacturas [10].

La población de guanacos anterior a la conquista europea fue estimada entre 30-35 millones de individuos [15], y la de vicuñas de Perú en 2 millones [9]. Luego de la conquista, la caza indiscriminada con armas de fuego provocó una disminución drástica de las poblaciones que al ser utilizadas como un recurso de acceso abierto fueron diezmadas, y sus pieles y cueros exportados a Europa en grandes cantidades [ej. 12]. La declinación de ambas especies se vio acentuada por la alteración del hábitat, la carencia de planes de manejo, y la competencia con el ganado doméstico. Este proceso fue revertido gracias a la firma de convenios internacionales, el desarrollo de un marco legal e intensos esfuerzos nacionales y regionales de conservación. Luego de un periodo de protección, comenzó el gran desafío de lograr la utilización sustentable de ambas especies.

Este trabajo, basado en investigaciones de la autora sobre el manejo de vicuñas y una revisión bibliográfica sobre el uso de guanacos, presenta resultados preliminares de la comparación de la situación actual de ambas especies con respecto al marco legal, y modalidades de uso de estas especies en Argentina.

## Resultados

Se estima que la población de vicuñas en Argentina sería de aproximadamente 35.000 individuos y la de guanacos de 600.000 [13]. Estos datos podrán verificarse una vez finalizado el Censo Nacional que se está llevando a cabo en todo el país.

El marco jurídico relacionado con los camélidos silvestres comprende legislación internacional, nacional y provincial.

### *Legislación internacional:*

El guanaco está protegido por la Convención sobre Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES), (Decreto-Ley N°22.344), y el Convenio sobre la Diversidad Biológica, (Ley N°24.375). En el caso de la vicuña, se suma a esta legislación el Convenio para la Conservación y Manejo de la Vicuña suscripto en Lima en 1979 por Bolivia, Chile Ecuador y Perú (Ley 23.582/88), y la Convención de especies migratorias (Ley 23.918/91).

La Convención CITES tuvo un rol muy importante en la recuperación de ambas especies al prohibir la comercialización internacional hasta que se hubieran recuperado las poblaciones y desarrollado planes de manejo. En la actualidad el guanaco se encuentra en el Apéndice II en toda su área de distribución, mientras que en el caso de las vicuñas, están en el Apéndice II las poblaciones de las Provincias de Catamarca y Jujuy y las poblaciones en semi-cautiverio provenientes de la Estación Experimental INTA Abrapampa en las provincias de Jujuy, Salta, Catamarca, La Rioja y San Juan. El resto de las poblaciones están incluidas en el Apéndice I. Las medidas de CITES se vieron reforzadas por la prohibición de comercialización de vicuña dentro de Estados Unidos donde la especie fue listada en el Endangered Species Act (ESA) en 1970.

La formulación del Convenio para la Conservación y Manejo de la Vicuña permitió aunar esfuerzos transnacionales para su conservación y aprovechamiento. Este Convenio permitió desarrollar estrategias conjuntas entre los países signatarios para controlar la caza furtiva, crear reservas y parques, y prohibir la exportación de

animales fértiles u otro material de reproducción (este punto es fundamental para evitar la cría de esta especie con fines comerciales fuera del área de su distribución). De acuerdo al Artículo I, “*los gobiernos signatarios convienen en que la conservación de la vicuña constituye una alternativa de producción económica en beneficio del poblador andino y se comprometen a su aprovechamiento gradual bajo estricto control del Estado* “. Este artículo es de suma importancia ya que reconoce como primeros beneficiarios del uso a los habitantes que co-existen con las vicuñas y “pagaron” el costo de su conservación, y por otro lado habilita el uso racional de esta especie [4]. El Convenio es también un referente importante para CITES. Las decisiones que toma CITES en relación a la vicuña, como el traspaso de Apéndice deben contar previamente con el respaldo de los países miembros.

#### *Legislación nacional referente a fauna silvestre*

A nivel nacional, la Argentina está organizada políticamente en base a un sistema federal de gobierno, mediante el cual las provincias que la componen han delegado en el gobierno nacional una serie de facultades y competencias. Sin embargo, la Constitución Argentina, reformada en el año 1994, mantiene la competencia de las provincias sobre los recursos naturales dentro de sus respectivos territorios. La nueva Constitución también consagra, en su artículo 41 el principio de conservación de la diversidad biológica y el aprovechamiento de los recursos naturales. Si bien el artículo 124 reconoce el dominio originario de las provincias sobre sus recursos naturales, varias normas constitucionales (v.g. art. 41 CN) disponen en casos específicos la concurrencia de competencias entre la Nación y las provincias en materia de gestión de estos recursos.

En el año 2002 se promulgo la Ley 25675 o Ley General del Ambiente que establece los presupuestos mínimos para el logro de una gestión sustentable y adecuada del ambiente, la preservación y protección de la diversidad biológica y la implementación del desarrollo sustentable. Entre sus objetivos se encuentra *promover el uso racional y sustentable de los recursos naturales*.

A nivel nacional rige la Ley de Conservación de Fauna 22.421 y su decreto reglamentario 691/81, que regulan a nivel nacional el comercio, la caza el tráfico interprovincial y la exportación e importación de especies. Esta ley fue adherida solamente por las provincias de Córdoba, Formosa, Entre Ríos y Mendoza.

Por otra parte, las provincias del área de distribución cuentan con legislación propia referida a la fauna silvestre en general y a las actividades relacionadas con su manejo, tal como la cría en cautiverio.

La Resolución 1030/04 clasifica de acuerdo al estado de conservación a las especies de fauna Argentina, otorgando a la vicuña el estatus de especie amenazada y al guanaco de especies no amenazada.

El Código Civil argentino establece que la fauna es *res nullius*, es decir, un bien "sin dueño" que es sujeto de apropiación por quien primero lo tome u ocupe (Cfr. art. 2527 Cod. Civil). El dominio civil, en el caso de la fauna terrestre, se adquiere cuando el animal es herido o capturado, vivo o muerto. No obstante, en todos los casos, la facultad de apropiación queda sujeta a las regulaciones especiales que dicte la autoridad provincial en la materia, y de modo genérico por la declaratoria de interés público de la fauna silvestre -, y por el deber de preservación del ambiente y el de protección de la fauna silvestre establecidos por la Constitución Nacional y la Ley Nacional de Fauna, respectivamente [2].

A diferencia de Perú o Bolivia, en Argentina no existe legislación específica sobre la propiedad o usufructo de los camélidos silvestres. Esto ha creado límites difusos con respecto a la propiedad del recurso, de sus productos o subproductos y la factibilidad de realizar operaciones comerciales entre productores. De acuerdo al reciente Plan de Manejo del Guanaco, *...la cesión de animales para cría debería establecerse por un instrumento contractual donde conste que el Estado da la “guarda” de los ejemplares silvestres para su cría y reproducción por un determinado período, quedará sujeto al cumplimiento de las metas propuestas en el proyecto, sobre todo en lo que hace al bienestar y cuidado de los animales. El dominio de estos animales está de hecho restringido y no debe autorizarse su uso para otros fines distintos a los planteados en el proyecto. Se considera que a partir de la filial 1 (F1), los animales pasan a ser propiedad del productor, siempre bajo las restricciones al dominio que estén contempladas en este Plan, debido a la naturaleza silvestre de la especie*. De acuerdo a esta legislación estaría permitido vender animales entre criaderos. Con respecto a la fibra, el 100% de lo esquilado pertenece al productor tanto en el caso de los criaderos como en el manejo en silvestría.

Este no es el caso de las vicuñas de los criaderos satélites del INTA, donde la propiedad del plantel no es de los criaderos. Actualmente está en discusión si los animales pertenecen al CEA INTA Abrapampa o a la provincia de Jujuy [5] y no se pueden vender animales provenientes de experiencias de cautiverio o silvestría. En el caso de la fibra, mientras que el 100% de lo esquilado en los criaderos pertenece a los criadores, en el caso del manejo en silvestría, tanto en Jujuy como en Catamarca, la provincia retiene un 20% de la fibra [7].

### *Legislación nacional específica de guanaco*

Las Resoluciones 220/98 y 82/03 establecen directrices de manejo que regulan las actividades de extracción, comercialización y el tránsito interprovincial de animales vivos, productos y subproductos de la especie guanaco. La Ley Nacional 25.861/ 04 declara de interés nacional la cría de guanaco en todo el territorio e instruye al Poder Ejecutivo para que lo incluya en la Ley de Carnes (Ley 21.740) poniendo el énfasis en la producción y la rentabilidad sobre la conservación de este recurso.

Un paso muy importante para la conservación y uso sustentable de esta especie fue la creación del Plan Nacional de Manejo, aprobado por la Resolución 477/2006. Dicho documento pretende armonizar y coordinar las acciones, programas e iniciativas de protección y aprovechamiento de la especie, que aseguren su conservación y permitan su uso sustentable. Desde una perspectiva normativa más amplia, el plan pretende sentar las bases de los presupuestos mínimos para el manejo y la conservación de la especie en Argentina. En tal sentido el Plan debería ser la referencia natural para los cuerpos legislativos en la elaboración de nuevas normas relacionadas con la especie, tanto en el orden provincial como nacional [1].

### *Legislación nacional específica de vicuña*

En cuanto a la normativa nacional, no existe aun un Plan Nacional de Manejo de Vicuña y la legislación nacional específica para esta especie es casi nula, lo que ha llevado a desinteligencias entre políticas nacionales y provinciales. Un avance importante se produjo con la publicación reciente de la Resolución 635/2005, donde se prohíbe la caza, exportación, tránsito interprovincial y comercialización en jurisdicción federal de ejemplares vivos, productos y subproductos de la especie vicuña con excepción de los productos y subproductos de poblaciones incluidas en el Apéndice II de la Convención CITES. Esta resolución explicita la prohibición de exportar animales vivos y de comercializar productos y subproductos provenientes de decomisos.

La legislación provincial con respecto a estas especies no es homogénea ni suficiente, faltando planes de manejo provinciales, acuerdos inter-provinciales, y homologar los instrumentos de diagnóstico, fiscalización y estándares de producción.

Tabla 1. Legislación nacional concerniente a manejo de vicuña y guanaco. En *itálica* se muestra la legislación específica para estas especies

Variable	Legislación guanacos	Legislación vicuñas
Propiedad del recurso	Código Civil	Código Civil
Beneficiarios del Aprovechamiento	Ley Nacional de Conservación de la Fauna N° 22.421	Ley Nacional de Conservación de la Fauna N° 22.421
Caza	Ley Nacional de Conservación de la Fauna N° 22.421, Decreto 666/97	Ley Nacional de Conservación de la Fauna N° 22.421, Decreto 666/97 <i>Resolución 635/2005</i>
Tráfico interprovincial animales vivos, productos y subproductos	Ley Nacional de Conservación de la Fauna N° 22.421, Decreto 666/97 Resolución 62/86 Resolución 753/96 <i>Resolución 83/03</i> <i>Plan Nacional de Manejo del guanaco</i>	Ley Nacional de Conservación de la Fauna N° 22.421, Decreto 666/97 Resolución 62/86 Resolución 753/96 <i>Resolución 635/2005</i>
Comercialización	Ley Nacional de Conservación de la Fauna N° 22.421, Decreto 666/97 <i>Resolución 220/98 (SRNyDS)</i> <i>Resolución 82/03 (SAyDS)</i> <i>Resolución 477/2006. Plan Nacional de Manejo del guanaco</i>	Ley Nacional de Conservación de la Fauna N° 22.421, Decreto 666/97 <i>Resolución 406/99</i> <i>Resolución 635/2005</i>

Exportaciones	Ley Nacional de Conservación de la Fauna N° 22.421, Decreto 666/97 Decreto 522/97  <i>Resolución 220/98 (SRNyDS)</i> <i>Resolución 82/03</i> <i>Resolución 477/2006. Plan Nacional de Manejo del guanaco</i>	Ley Nacional de Conservación de la Fauna N° 22.421, Decreto 666/97 Decreto 522/97  <i>Resolución 406/99</i> <i>Resolución 635/2005</i>
Criaderos	Ley Nacional de Conservación de la Fauna N° 22.421, Decreto 666/97 Resolución 26/92  <i>Resolución 82/03</i> <i>Ley Nacional 25.861/04</i> <i>Resolución 477/2006. Plan Nacional de Manejo del guanaco</i>	Ley Nacional de Conservación de la Fauna N° 22.421, Decreto 666/97 Resolución 26/92  <i>Resolución 635/2005</i>
Manejo en silvestría	<i>Resolución 82/03</i> <i>Resolución 477/2006. Plan Nacional de Manejo del guanaco</i>	<i>Resolución 635/2005</i>
Conservación	Ley Nacional de Conservación de la Fauna N° 22.421, Decreto 666/97 Resolución 1030/04 <i>Resolución 477/2006. Plan Nacional de Manejo del guanaco</i>	Ley Nacional de Conservación de la Fauna N° 22.421, Decreto 666/97 Resolución 144/83 Resolución 1030/04

#### *Modalidades de uso*

De acuerdo a la legislación nacional, la única posibilidad de producir fibra en ambas especies es a través de la esquila de animales vivos. El Plan de Manejo del Guanaco dispone que sólo se promuevan las prácticas de uso que no colisionen con la conservación de la especie. Existen dos modalidades de manejo: cautiverio y silvestría. El Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) tuvo un rol protagónico en el desarrollo de la tecnología de producción en cautiverio a través del CEA INTA Abrapampa, de Jujuy [5] para las vicuñas, y la Estación Experimental Agropecuaria S.C. Bariloche Biológica de Bariloche para los guanacos [13]. La modalidad de silvestría se ha desarrollado mayoritariamente por equipos de investigadores pertenecientes a universidades o centros de investigación que buscaron la conservación del recurso a través de su utilización.

Los criaderos de ambas especies difieren en el inicio del plantel, ya que en el caso de la vicuña, estos empiezan con animales “cedidos” por el INTA, mientras que en los criaderos de guanacos, la experiencia comienza con animales extraídos del medio silvestre tanto del mismo establecimiento, otros establecimientos o animales de la filial 1(F1) de criaderos preexistentes y habilitados o comprados a otros criaderos. Los criaderos de vicuñas de las provincias de Jujuy y Salta suelen ser de mucho menor tamaño (8-48 hectáreas) y número de animales (entre 12 y 36) [5] que aquellos de guanacos. En estos últimos se trabaja en grandes áreas cercadas con alambre en condiciones similares a las empleadas para ovinos, con poblaciones de entre 8 y 180 animales y llegando en un caso a más de 500 [11]. Mientras que el producto derivado de los criaderos de vicuña es mayormente la fibra, en el caso de los guanacos, algunos criaderos también venden chulengos y animales para carne. Sólo dos criaderos de vicuñas y uno de guanacos venden tejidos derivados de la fibra que producen. Una fuente alternativa de ingresos la constituye el turismo rural a estancias con criaderos de guanacos.

La modalidad de manejo en silvestría consiste en capturas de animales silvestres a través de grandes arreos, los cuales son liberados luego de la esquila [8]. La esquila de animales silvestres se ha iniciado en Argentina a modo experimental permitiendo evaluar tanto su factibilidad técnica, como la rentabilidad y el impacto sobre las poblaciones silvestres [7]. Se han realizado diversas experiencias en guanacos (Mendoza, Río Negro, y Neuquén) y vicuñas (Jujuy y Catamarca) con perspectivas alentadoras y promisorios beneficios para la conservación de la especie, el hábitat y la relación entre los habitantes locales y el recurso [6,7].

## Conclusión

El carácter federal de Argentina hace imprescindible la generación de planes nacionales de manejo de camélidos silvestres y estrategias conjuntas entre provincias. El valor económico, ecológico y social de estos recursos amerita la creación de planes provinciales de manejo que acompañen estrategias nacionales.

Este análisis sugiere que las dos especies de camélidos silvestres presentan distinto nivel de protección legal. En el caso de las vicuñas urge la creación de un Plan Nacional de Manejo. Hasta la promulgación de la resolución 635/2005 esta especie no estaba amparada por legislación nacional específica. El Convenio para el Manejo y Conservación de la Vicuña, al igual que la Convención CITES, fueron claves en la historia de la conservación de esta especie, pero no son suficientes si no están acompañadas por legislación a nivel nacional y provincial.

El guanaco, pese a ser un recurso móvil y transfronterizo no está sujeto a un convenio internacional lo que limita el accionar conjunto con países vecinos. El reciente Plan Nacional de Manejo del guanaco promete ser una herramienta importante para sentar las bases de la utilización sostenible de esta especie.

Existen vacíos en nuestra legislación en la temática referente a la propiedad, dominio y usufructo de la fauna y sus productos derivados. Esto permite distintas lecturas sobre la situación dominial de las especies y habilita diferentes accionares entre las provincias.

Estamos presenciando un momento clave en la historia del uso de los camélidos silvestres. La generación de conocimiento científico sobre estas especies, sumado al desarrollo de instrumentos legales será clave para el buen desarrollo de estos proyectos.

## Bibliografía

1. Baldi R., D. de Lamo, M. Failla, P. Ferrando, M. Funes, P. Nugent, S. Puig, S. Rivera y J. Von Thungen. 2005. Plan Nacional de Manejo de Guanaco *Lama guanicoe* Republica Argentina. Secretaria de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación, Argentina.
2. Pérez Castellón A. 2002. Estudio de caso: regulación de la caza de avifauna silvestre en las Provincias de Chubut y Mendoza. En: Primer Taller sobre la caza de aves acuáticas, pp. 67-81. D. Blanco, J. Beltrán y V. de la Balze (eds). Wetlands Internacional, Buenos Aires, Argentina.
3. De Nigris M. y G. Mengoni Goñalons. 2004. El guanaco como fuente de carne y grasas en Patagonia. En Contra viento y marea. Arqueología de Patagonia. M. T. Civalero, P. M. Fernández y A. G. Guráieb (eds.), pp. 469-476. INAPL y Sociedad Argentina de Antropología. Buenos Aires, Argentina.
4. Lichtenstein G. y N. Renaudeau d'Arc. 2005. La retórica del uso sustentable y su aplicación al manejo de vicuñas en Argentina y Bolivia. En: G. P. Galafassi y A. Dimitri (eds). Sociedad y Desarrollo: Aportes para reiniciar un debate crítico, pp. 117-132. Extramuros Ediciones: Theomai Libros:Nordan Comunidad. Ranelagh, Buenos Aires, Argentina.
5. Lichtenstein, G. 2006. El manejo de vicuñas en cautiverio: El modelo de criaderos del CEA INTA (Argentina). En: B. M. Vilá (ed.). Investigación, conservación y manejo de vicuñas.
6. Nugent P., R. Baldi, P. Carmanchahi, D. De Lamo, M. Failla, P. Ferrando, M. C. Funes, S. Puig, S. Rivero y J. Von Thungen. 2006. Conservación del guanaco en Argentina: Propuesta para un plan nacional de manejo. En: M. L. Bolkovic y D. Ramadori (eds.). Manejo de Fauna Silvestre en la Argentina. Programas de uso sustentable, pp 137-149. Dirección de Fauna Silvestre, Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable, Buenos Aires, Argentina.
7. Vilá, B. y G. Lichtenstein. 2006. Manejo de vicuñas en la Argentina. Experiencias en las provincias de Salta y Jujuy. En: M. L. Bolkovic y D. Ramadori (eds.). Manejo de Fauna Silvestre en la Argentina. Programas de uso sustentable, pp 121-135. Dirección de Fauna Silvestre, Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable, Buenos Aires, Argentina.
8. Montes, M. C., P. D. Carmanchahi, A. Rey, y M. C. Funes. 2006. Life shearing free-ranging guanacos (*Lama guanicoe*) in Patagonia for sustainable use. Journal of Arid Environment 64: 616-625.
9. Wheeler, J. y D. Hoces. 1997. Community participation, sustainable use and vicuna conservation in Peru. Mountain Research and Development 17:283-287.
10. Olivera, D. 2003. Los camélidos en la economía de las sociedades pre-hispánicas del Noroeste Argentino. Actas III Congreso Mundial sobre camélidos: 995-1001. UNEPCA. Potosí, Bolivia.
11. Rivera, S. 2004. Aspectos legales del aprovechamiento de guanaco en Chubut. Reunión Aprovechamiento sustentable de guanacos en Argentina. CONICET, ANPCyT, INTA, Bariloche. Versión digital.

12. Yacobaccio, H., L. Killian y B. Vilá. En prensa. Explotación de vicuña durante el periodo colonial (1535-1810). III Taller Internacional de Zooarqueología de Camélidos Sudamericanos (GZC-ICAZ), Tilcara, Argentina.
13. Amaya, J. N. y J. Von Thungen. 2001. Cría de guanacos en semicautividad. Informe técnico. Comunicación Técnica No 114.
14. FAO. 1987. Manejo de fauna silvestre y desarrollo rural. Informe sobre siete especies de América Latina. En Proyecto FAO/PNUMA, Santiago de Chile, Documento Técnico No 2.
15. Raedeke, K. 1978. El guanaco de magallanes. Chile. Su distribución y biología. CONAF Publicación Técnica N° 4.182 pp.

## **VARIACIÓN EN LAS CONSTANTES FISIOLÓGICAS EN VICUÑAS (*Vicugna vicugna mensalis*) DE PAMPA GALERAS UTILIZANDO DOS TÉCNICAS DE MANEJO AL MOMENTO DE LA ESQUILA**

Michaud Enrique<sup>1</sup>, Rodríguez Annelisse<sup>1</sup>, Enciso Marco A<sup>1,2</sup>, Zuzunaga Jesús<sup>3</sup>, Huanca Wilfredo<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ILACCATA, Facultad de Medicina Veterinaria, Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Av. Circunvalación 2800, San Borja, Lima, Perú<sup>2</sup> Laboratorio de Reproducción Animal, Facultad de Medicina Veterinaria, Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Av. Circunvalación 2800, San Borja, Lima, Perú.

<sup>3</sup> Proyecto Multicomunal de Manejo de Vicuñas San Cristóbal y aledaños. Reserva Nacional Pampa Galeras, Ayacucho, Perú.

[ilaccata\\_peru@hotmail.com](mailto:ilaccata_peru@hotmail.com)

### **Abstract**

The capture and shear of wild vicuna represents an impact over the specie's physiology. In Peru, the shear technique used in vicunas is similar to other domestic species. In the present study the use of blindfold over the traditional shear technique was evaluated. Indirect values of stress such as physiological measurements of Heart rate (HR) and Respiratory rate (RR) were used. The study during June-July of 2005, on six communities around the National Reserve of Pampa Galeras in Ayacucho, Peru, during the shear season was performed. Seventy apparently normal adult vicunas randomly allocated into two groups according to the condition were studied. Physiological values With Blindfold (WB) and Without Blindfold (WO) before and after the shear were obtained. Physiological measurements by the same person using a stethoscope for both groups were found. The HR and RR values on the WB group: 90.74±18.68 and 35.94±9.91 before the shear, and 93.65±19.94 and 38.8±10.83 after the shear were found. The HR and RR values on the WO group: 136.68±25.28 and 45.94±12.05 before the shear, and 144±34.71 and 49.02±11.92 after the shear, respectively were obtained. The results shown statistically significant differences between both groups, which suggest us that, the blindfold would diminish the negative influence of the shear on the animal comfort.

Keywords: Vicuna, physiological measurements, blindfold, shear, Peru.

### **Introducción**

La explotación de Camélidos Sudamericanos (CSA) constituye una actividad económica de gran importancia para las poblaciones andinas del Perú. Los CSA producen fibra de gran valor comercial, carne de alto valor proteico y bajo colesterol., siendo utilizados desde tiempos ancestrales como medio de transporte y sus heces empleadas como fertilizante y combustible. Por otro lado son los animales mejor adaptados fisiológicamente para ser explotados en la región puna.

La Vicuña (*Vicugna vicugna*), es la menor de las especies silvestres, la población actual en el Perú, está estimada en 130 mil animales, significando esto el 54% de la población mundial [1], la cual se encuentra distribuida en 5 países. El Perú cuenta con 6,4 millones de has aptas para la crianza de esta especie silvestre [1]. En el Perú los hatos de vicuña están en propiedad de las comunidades campesinas [2], las cuales comercializan la fibra, convirtiéndose en una importante alternativa económica para estas comunidades [3], por lo que la conservación, protección y uso sostenible de la vicuña toma un carácter importante.

La IUCN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza) clasifica a la vicuña como especie en bajo riesgo dependiente de la conservación (LR:Cd), mientras la FAO identifica a la vicuña como una de las 7

especies claves para el desarrollo rural de America Latina [4], siendo su conservación y manejo racional, claves para su preservación. La vicuña es un animal cuyo uso sostenible se basa en el aprovechamiento de su fina fibra, apreciada comercialmente para fines textiles [3]. Sin embargo para obtener esta fibra se debe pasar por un proceso de captura, manejo y posterior esquila, proceso bastante estresante para una especie silvestre [5], incluso llegando a registrar muertes durante dicho proceso [6]. Esto nos sugiere que el proceso de obtención de la fibra resulta en un estrés para estos animales. La respuesta al estrés es poco conocida en CSA, sin embargo, se conoce que las variaciones en las constantes fisiológicas, frecuencia cardíaca (FC) y frecuencia respiratoria (FR), representan un mecanismo adaptativo de respuesta ante situaciones de peligro, por lo tanto pueden ser consideradas como medidas indirectas de estrés. El uso de capuchas (vendaje de ojos) al momento de la captura permite una mejora en el bienestar de los animales al momento del manejo [7]. El objetivo del presente estudio fue evaluar el uso de vendaje en los ojos sobre la variación de las constantes fisiológicas en vicuñas, como un indicador del efecto del estrés, al momento de la esquila.

## Materiales y Métodos

### *Animales y Lugar de estudio*

El estudio fue realizado en el marco del Proyecto Multicomunal de Manejo de Vicuñas San Cristóbal y alrededores (PVSCIA), que comprende a las comunidades campesinas San Cristóbal, Saisa, Santa Lucía, Vado, en la zona aledaña a la Reserva Nacional Barbara D´Achille “Pampa Galeras”, ubicada en la Provincia de Lucanas, Departamento de Ayacucho, Perú. Fueron monitoreadas 70 vicuñas adultas, de ambos sexos y aparentemente normales. El estudio fue realizado entre los meses de Junio - Julio 2005, durante la temporada de esquila. Las muestras fueron obtenidas durante seis diferentes capturas, los lugares donde se realizaron las capturas fueron Ccello Orcco, Cerco de Vado, Iglesia Machay, Campanayoc y puesto de Ccaso (2).

### *Metodología*

Las muestras fueron obtenidas en igualdad de condiciones para todos los animales, durante las seis diferentes capturas. Los animales fueron divididos en dos grupos: G1: Con vendaje en los ojos (CV) y G2: Sin vendaje en los ojos (SV). Se midieron las constantes fisiológicas: Frecuencia cardíaca (FC) y Frecuencia respiratoria (FR) antes y después de la esquila. Las constantes fueron registradas por la misma persona para ambos grupos, utilizando un estetoscopio, y considerando el mismo tiempo de toma de muestra pre y post esquila. Los resultados fueron registrados en fichas que incluyen la información siguiente: N° del animal, edad (determinada por dentición), sexo, FC, FR y T° antes y después de la esquila.

### *Análisis estadístico*

Se empleó la prueba t de Student, para determinar la diferencia entre los valores fisiológicos del grupo CV y SV. Los resultados se resumieron en tablas utilizando medidas de tendencia central y dispersión.

## Resultados y Discusión

Los resultados obtenidos se presentan en la tabla 1 y 2. La tabla 1 nos señala diferencias en la variable Frecuencia Cardíaca entre los animales con y sin venda ( $P < 0,05$ ). La tabla 2 señala las observaciones referentes a la variable Frecuencia respiratoria, con diferencia entre animales con y sin venda ( $P < 0,05$ ).

Tabla 1: Frecuencia Cardíaca (FC) observada en animales con (CV) y sin venda (SV)

	Antes Esquila			Después Esquila		
	Media $\pm$ DS	Valores Máximos	Valores Mínimos	Media $\pm$ DS	Valores Máximos	Valores Mínimos
Con Venda CV	90,74 $\pm$ 18,68 <sup>a</sup>	109,42	72,06	93,65 $\pm$ 19,94 <sup>a</sup>	113,59	73,71
Sin Venda SV	136,68 $\pm$ 25,28 <sup>b</sup>	161,96	111,4	144 $\pm$ 34,71 <sup>b</sup>	178,71	109,29

Letras diferentes indican diferencia estadística (P < 0,05)

De otro lado, no se observan diferencias entre las variables en estudio en los dos momentos, antes y después de la esquila. Los resultados demuestran que el uso de las vendas en los ojos disminuyó la respuesta en los animales que las utilizaron, en cuanto las constantes fisiológicas se redujeron de una manera considerable

Tabla 2: Frecuencia Respiratoria FR

	Antes Esquila			Después Esquila		
	Media ± DS	Valores Máximos	Valores Mínimos	Media ± DS	Valores Máximos	Valores Mínimos
Con Venda CV	35,94 ± 9,91 <sup>a</sup>	45,85	26,03	38,8 ± 10,83 <sup>a</sup>	49,63	27,97
Sin Venda SV	45,94 ± 12,05 <sup>b</sup>	57,99	33,89	49,02 ± 11,92 <sup>b</sup>	60,94	37,1

Letras diferentes indican diferencia estadística (P < 0,05)

Actualmente en el Perú, la técnica de esquila utilizada en vicuñas es prácticamente la misma que es usada en especies domesticas (alpacas), y el uso de vendas se encuentra en discusión. Existen dos posiciones, a favor o en contra. Existe un sector que considera el uso de vendajes innecesario. Los técnicos que participan en la captura y esquila en el Perú cuentan con gran experiencia, siendo mínimas las muertes ocurridas durante la captura, y realizan toda la manipulación y esquila en tiempos cortos que bordean los 5-7 minutos por animal, consideran que la acción de vendar a los animales dificulta el trabajo; sin embargo hay que señalar que el desarrollo de estas técnicas de manejo de especies silvestres contribuyen a mejorar la calidad de vida de los animales y a su vez facilitan el manejo a los pobladores.

Las experiencias obtenidas en Argentina y en Chile demuestran que el uso de vendajes no solo minimiza el impacto de la manipulación en los animales, sino además facilita el manejo al reducir la resistencia de los animales. Incluso dentro de las condiciones que plantea el proyecto MACS en Argentina, en el punto bienestar se considera el uso de capuchas como parte del manejo [7]

Hay que considerar que el bienestar animal no viene a ser el resultado de sumas y restas, sino un conjunto de consideraciones que se deben tener en cuenta para evitar el padecimiento del animal, que solo nos brinda beneficios y a los que debemos retribuir brindando cuidado y protección.

## Conclusiones

Los resultados del estudio nos señalan que el uso del vendaje de ojos reduce considerablemente las constantes fisiológicas (FC y FR), disminuyendo el estrés de los animales al momento del manejo, por lo que se sugiere que tomando en cuenta el bienestar de los animales, su uso debería generalizarse a todas las capturas de vicuña que se realicen, para disminuir el impacto negativo de la manipulación de los animales.

Se requiere otros estudios para observar cuales son los sentidos que se encuentran directamente involucrados, y los tipos de respuesta de los animales, para mejorar los estándares de bienestar animal.

Así mismo se requiere de un acuerdo internacional sobre estándares de manejo y transporte de Camélidos Sudamericanos Silvestres con el fin de lograr estándares internacionales que puedan ser adoptados para el bienestar de los animales

## Bibliografía

1. Zúñiga, M. 2004. Camélidos silvestres en la región Arequipa: ¿Donde están y cuantos son?. Asociación Nacional par el desarrollo sostenible, Andes Sostenible. Arequipa-Perú. 115pp.

2. Zúñiga, M. 1996. Comités comunales para el manejo de vicuña. Guía para su formación y funcionamiento. Boletín CONACS, Lima-Perú. 15pp.
3. Wheeler, J. y D. Hoces, 1997. Community participation, sustainable use and Vicuna conservation in Peru. Mountain Research and Development, 17(3): 283-287.
4. Vilá B. 1999. Importancia de la etología en la conservación y manejo de las vicuñas. Etología, 7:63-68.
5. Bonacic, C., D. W. MacDonald y G. Villouta. 2003. Adrenocorticotrophin-induced stress response in captive vicunas (*Vicugna vicugna*) in the Andes of Chile. Animal Welfare 12: 369-385.
6. Bonacic, C., y J. Gimpel. 2003. Sustainable Use of the Vicuna: A Critical Analysis of the MACS Project. Pp 345-354 In Conserving Biodiversity in Arid Regions. Lemons, J., R. Victor, y D. Schaffer (eds.) Kluwer Academic Publishers, Boston, USA. 497pp.
7. Vilá BL., C. Bonacic, Y. Arzamendia, A. Wawrzyk y H. Lamas. 2004. Captura y esquila de vicuñas en Cieneguillas. Cienciahoy, 14 (80):44-55.

## USO DEL HÁBITAT Y COMPORTAMIENTO EN VICUÑAS DE LA RESERVA LOS ANDES (SALTA, ARGENTINA)

Mosca M.E<sup>1</sup>, Puig S<sup>1</sup>, Quintana R<sup>2</sup>

<sup>1</sup> GEMAVR (IADIZA, CONICET)

<sup>2</sup> Laboratorio de Ecología Regional (FCEyN, UBA)

[marumosca@hotmail.com](mailto:marumosca@hotmail.com)

### Abstract

Habitat use by the vicuña would be conditioned by terrain configuration, resource availability (water, food and shelter) and social structure. Distribution of time among microhabitats and activities was studied for a vicuña population of the Puna across the summer of 2006. The animal-focal sampling method was employed on two adult males from different bachelor groups and two males from both family groups (leaders). The study area is dominated by shrubby slopes and foothills, with slopes and foothills with wetlands and ravines complementing the area. The Kruskal-Wallis test detected significant differences between bachelors and leaders. Both types of males occupied shrubby foothills mostly, and to a lesser extent, shrubby slopes and foothills with wetlands. Both types of foothills were principally used by leaders, whereas slopes with wetlands and ravines were exclusively used by bachelors. Foraging was the main activity performed by both types of males, followed by looking around and walking. Leaders allocated less time than bachelors to foraging (on shrubby foothills mainly), were more alert and looked around more than bachelors did (on both shrubby slopes and piedmont), ran more (on foothills with wetlands mostly), and walked and defecated more than bachelors. Bachelors only looked and walked during their occasional presence in ravines. Bachelors were recorded at all microhabitats, which is an evidence of their greater mobility, attributable to mate search and absence of territory. Vigilance and expelling of intruders are the primary defense activities displayed by leaders during the reproductive time.

Key words: wild camelids, resource use, territoriality.

### Introducción

La selección de hábitat por una especie puede estar condicionada por sus requerimientos para la supervivencia, mientras que el uso del hábitat a nivel intraespecífico puede presentar diferencias en función del sexo, condición reproductiva o social de los individuos [1]. Por otro lado, el uso efectivo del hábitat estaría relacionado con una combinación de factores bióticos y abióticos, tales como densidad poblacional, disponibilidad del alimento, topografía y clima, entre otros [2]. Se suelen utilizar como estimadores del uso las proporciones de tiempo que una especie herbívora pastorea en los distintos hábitats, o la proporción de la cantidad de individuos que pastorean en cada uno de ellos [3].

En el caso particular de la vicuña (*Vicugna vicugna*, Molina 1792), la ocupación de hábitats estaría condicionada principalmente por la configuración del terreno, la disponibilidad de recursos (agua, alimento y

refugio), los factores climáticos y la estructura social [4, 5, 6]. En efecto, los ambientes habitados por vicuñas se caracterizan por presentar condiciones extremas como sequedad ambiental, alta diafanidad, fuertes vientos, precipitaciones escasas e irregulares y gran amplitud térmica, que afectan la disponibilidad y estructura de la vegetación [5]. Esta especie presenta una marcada estructura social [7, 8], compuesta por: a) grupos familiares, integrados por un macho territorial (relincho), varias hembras y sus crías menores de un año; b) grupos de solteros, formados por machos de uno a cuatro años que carecen de territorio propio; c) individuos solitarios, entre los que pueden encontrarse relinchos que perdieron su territorio, machos que defienden un nuevo territorio para atraer hembras y formar una familia, o individuos enfermos y/o viejos [7, 4, 9, 10]. Las diferencias entre los tipos de grupo social en cuanto a patrones comportamentales, así como las interacciones agonísticas entre ellos, podrían reflejarse en un distinto uso del hábitat [11, 12, 5].

Los objetivos de este trabajo son: analizar la distribución de tiempo entre microhábitats y entre actividades en una población de vicuñas de la Puna Salteña, e identificar posibles diferencias entre grupos familiares y grupos de solteros, en cuanto al uso del hábitat durante la época reproductiva.

## Metodología

### Área de estudio

El área donde se realizó este estudio, con una superficie de 2,3 km<sup>2</sup> que incluye vegas en laderas y en piedemonte, está localizada dentro de la Reserva Provincial Los Andes (14.400 km<sup>2</sup>, 24° 30' S y 67° 40' O), en el oeste de la provincia de Salta. Pertenece a la Provincia Fitogeográfica Puneña [13], presenta clima frío y seco, gran amplitud térmica diaria y estacional, alta diafanidad, escasas precipitaciones (130 mm/año) y heladas intensas. La vegetación es predominantemente arbustiva, complementada por algunas herbáceas perennes y anuales de poca altura. Entre los géneros más comunes se encuentran *Adesmia* (añagua), *Baccharis* (legía), *Parastrephia* (tola), *Acantholiphia* (rica rica), *Fabiana* (tolilla), *Junellia* (rosita), mientras que las herbáceas están representadas por *Hoffmansegia*, *Trichocline*, *Eragrostis*, etc. La vegetación de las vegas está constituida por especies que forman un denso tapiz verde, donde predominan las ciperáceas asociadas a otras especies como *Oxychloe andina*, *Deyeuxia hackelii* y *Werneria pygmaea* entre otras.

### Diseño de muestreo y análisis estadístico

De acuerdo a características básicas de relieve, vegetación y presencia de agua, se diferenciaron dentro del área de estudio cinco tipos de microhábitats: 1) Ladera arbustiva (LA), 45% del área, con pendiente pronunciada, estrato arbustivo dominante y sin presencia de agua; 2) Ladera con vega (LV), 5% del área, con pendiente similar a LA pero con estrato herbáceo dominante y presencia de abundante agua; 3) Piedemonte arbustivo (PA), 35%, localizado en la base de las laderas con pendiente suave, estrato arbustivo dominante y sin presencia de agua; 4) Piedemonte con pastizal (PP), 10%, similar a PA pero con estrato herbáceo dominante y presencia de agua; 5) Quebrada (QDA), 5%, con estrato arbustivo dominante y sin presencia de agua.

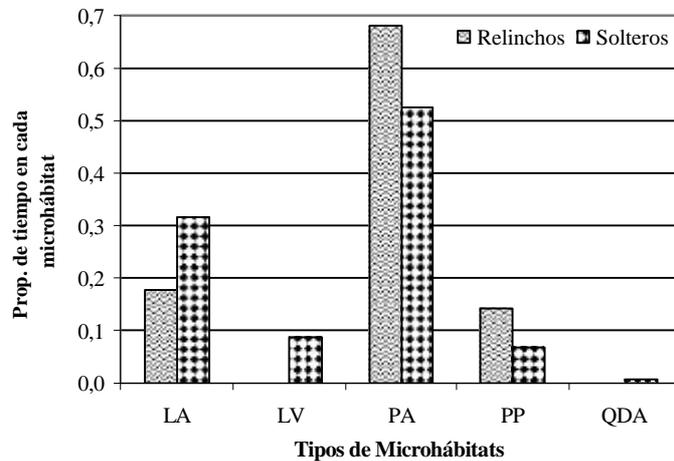
El comportamiento y localización de las vicuñas en el área de estudio se siguieron desde una lomada, ubicada a 100 metros del grupo más cercano. Se realizaron observaciones regulares en febrero 2006, durante 14 días, entre las 8:00 y 18:00, para las que se utilizaron binoculares de 10x42, telescopio de 12-36x50, cronómetro y planillas diseñadas al efecto. Se aplicó el método animal-focal [14] sobre machos adultos de dos grupos de solteros (seleccionados al azar en cada ocasión) y sobre dos relinchos de grupos familiares. Cada individuo seleccionado fue observado durante 15 minutos cada dos horas, registrándose la distribución de tiempo entre las categorías de actividad (come, camina, corre, descansa, atento, mira, defeca, otro) y el tiempo de permanencia en los distintos microhábitats.

Para detectar las posibles diferencias entre solteros y relinchos en el tiempo dedicado a cada actividad y en el uso de cada microhábitat, se aplicó el análisis de varianza no paramétrico de Kruskal-Wallis, previa transformación de los datos por arcoseno de raíz cuadrada [15].

## Resultados

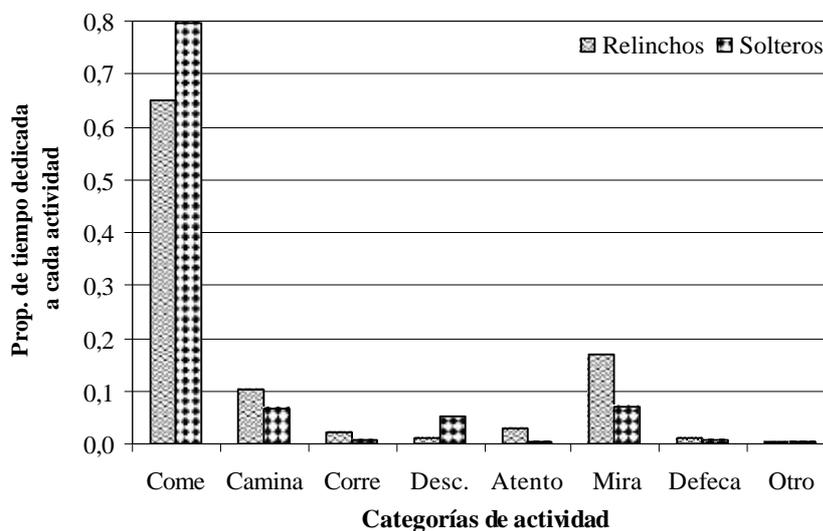
Entre los cinco microhábitats diferenciados en el área de estudio, tanto relinchos como solteros ocuparon mayormente piedemontes arbustivos, seguidos por laderas arbustivas y piedemontes con pastizal (Figura 1). Los relinchos fueron observados en tres de los microhábitats, mientras que los solteros estuvieron presentes en todos, utilizando de forma exclusiva las laderas con vegas y las quebradas. La distribución del tiempo entre microhábitats

presentó diferencias entre los dos tipos de individuos considerados. Los relinchos difirieron de los solteros por un tiempo de permanencia significativamente mayor en ambos tipos de piedemonte (H=5,65 p= 0,017 y H=5,56 p= 0,018 para PA y PP respectivamente), y menor en los dos tipos de ladera (H=4,34 p=0,037 y H=8,23 p=0,004 para LA y LV respectivamente). Además, los solteros fueron los únicos que ocuparon las quebradas y sólo ocasionalmente.



**Figura 1.** Proporción de uso de los distintos microhábitats por relinchos y solteros.

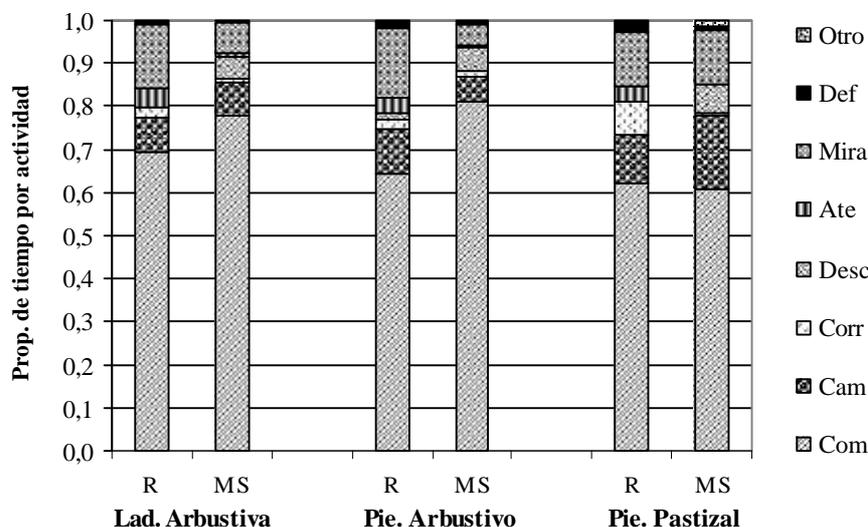
Ambos tipos de individuos dedicaron la mayor parte de su tiempo a alimentarse, mientras que caminar y mirar fueron las principales actividades complementarias (Figura 2). Los solteros ocuparon más tiempo en comer que los relinchos (H=23,91 p<0,001), mientras que éstos se dedicaron más a actividades relacionadas con la defensa y marcado de sus territorios, como caminar, correr, estar atento, mirar y defecar (H=4,54 p=0,033, H=6,81 p=0,009, H=21,83 p<0,001, H=43,08 p<0,001 y H=5,06 p=0,024, respectivamente). En efecto, cada vez que un relincho corrió fue para ahuyentar o perseguir a un grupo de solteros (80% de las veces), a un grupo familiar (10%) o a hembras con crías (10%).



**Figura 2.** Proporción de tiempo dedicada por relinchos y solteros a cada categoría de actividad.

El análisis de la distribución del tiempo entre actividades en cada microhábitat también evidenció diferencias entre los dos tipos de individuos (Figura 3). En los microhábitats arbustivos (laderas y piedemontes), los relinchos difirieron de los solteros por dedicarse más a estar atentos y a mirar (H=4,75 p=0,029, H=7,23 p=0,007 y H=11,41

$p=0,001$   $H=38,43$   $p<0,001$ , respectivamente), y en los piedemontes con pastizal por invertir una mayor proporción de tiempo en correr ( $H=4,23$   $p=0,040$ ). La tendencia general, descrita más arriba, de una mayor dedicación a alimentarse por parte de los solteros quedó reflejada en los piedemontes arbustivos ( $H=17,79$   $p<0,001$ ).



**Figura 3.** Proporción de tiempo que relinchos (R) y machos solteros (MS) dedicaron a cada actividad en los tres microhábitats donde se detectaron diferencias significativas entre tipos de machos.

## Discusión

La presencia de los solteros en todos los microhábitats puede atribuirse a la mayor movilidad de este tipo de individuos, en comparación con el sedentarismo de los relinchos asociado a la defensa territorial [21]. Estos resultados obtenidos concuerdan con el patrón descrito para otras poblaciones de vicuñas de la Puna argentina [16, 6, 17] y peruana [7, 4, 9].

El piedemonte con pastizal constituiría un sector medular de los territorios familiares, tomando en cuenta que en él predominaron las corridas de los relinchos para expulsión de los intrusos. La calidad de este microhábitat estaría realzada por la presencia de una vega, ya que en sus inmediaciones se concentraron las corridas. Los solteros sólo podían permanecer en ésta poco tiempo, hasta ser desplazados por los jefes familiares al área del pastizal o a otro microhábitat. Los microhábitats con vegas también fueron considerados relevantes para la vicuña en la reserva Laguna Blanca (Catamarca) [18]. En nuestra área de estudio, los microhábitats con vega ocupan aproximadamente el 6% de la superficie y son las únicas fuentes de agua. Pese a su baja frecuencia y escaso tamaño, las vegas constituyen un recurso limitante altamente requerido por la vicuña, debido a su carácter de bebedor obligado [7]. Este requerimiento también se evidencia en los solteros, que presentaron un uso casi exclusivo de las laderas con vegas colgantes. Los microhábitats arbustivos, que complementarían los territorios familiares, estarían siendo utilizados para actividades de vigilancia territorial, aprovechando la alta pendiente sobre todo de las laderas. Estos resultados serán contrastados con el análisis de los datos obtenidos simultáneamente mediante el muestreo por barrido.

El alto predominio de la actividad de pastoreo, evidenciado tanto en solteros como en relinchos, fue también documentado para otros ungulados silvestres [19, 20]. La inversión de tiempo en la defensa del territorio a través de actividades como caminar, correr, mirar y estar atentos, justifica que los relinchos destinaran menor tiempo a alimentarse y descansar que los solteros, patrón observado en otras poblaciones [22]. Un análisis en marcha sobre disponibilidad de la vegetación en los distintos microhábitats permitirá evaluar la calidad del piedemonte arbustivo como sitio de pastoreo, ya que las vicuñas permanecieron una importante proporción de tiempo alimentándose en ese microhábitat, principalmente los solteros.

La defecación fue considerada una actividad de marcado territorial, dada la frecuencia con que los relinchos defecaron inmediatamente después de perseguir y ahuyentar al intruso. Los machos territoriales de las vicuñas de Pampa Galeras evidenciaron despliegues de defecar y orinar al inicio y al final de un encuentro intergrupual, cuya frecuencia varió con las amenazas de invasión al territorio por parte de otros grupos sociales [8]. Dicho despliegue fue relacionado con el marcado más que con la defensa territorial [4]. La defensa de territorio se evidenciaría por la

mayor proporción de tiempo que los relinchos invirtieron en correr, en comparación con los solteros, siendo éstos los más perseguidos, tal como ocurrió en Laguna Blanca durante la época de pariciones [23].

Las diferencias encontradas entre relinchos y solteros en cuanto al comportamiento y uso de los distintos microhábitats reflejan la existencia de una segregación social entre grupos, común en los ungulados sin dimorfismo sexual [24]. La mayor movilidad de los solteros, evidenciada por su detección en todos los microhábitats, es atribuible a la búsqueda de pareja y ausencia de territorio propio, mientras que la vigilancia y expulsión de intrusos por los relinchos, destacan la defensa territorial en grupos familiares especialmente durante el período reproductivo.

Los análisis de cobertura y diversidad de la vegetación en cada tipo de microhábitat, conjuntamente con los análisis del muestreo por barrido, complementarán los resultados obtenidos en este trabajo.

## Agradecimientos

Agradecemos al señor Romualdo Fabián del puesto de Unquillal por su generosa hospitalidad durante el período de observaciones en el campo, a Martín Mosca y Fernando Videla por su valioso apoyo en las actividades de campo.

## Bibliografía

1. Morrison, M.L., B.G. Marcot y R.W. Mannan. 1998. Wildlife-Habitat Relationships. Concepts and Applications. Second Edition. University of Wisconsin. Wisconsin, USA.
2. Crook J.H., J.E. Ellis y J.D. Gross-Custard. 1976. Mammalian social systems: Structure and function. *Anim. Behav.*, 24: 261-274.
3. Quintana, R.D., S. Puig, V. Rosati y S. Arias. 2002. Selección de dieta por mamíferos herbívoros silvestres a escala de hábitat de alimentación. En: Selección de dieta por grandes herbívoros mamíferos. Procesos y Escalas. Cid, M.S., Bonno, N., Cassini, M., Anchorena, J., Pelliza de Sbriller, A. y Arriaga, M. (eds). Buenos Aires, Argentina.
4. Franklin, W.L. 1983. Contrasting socioecologies of South America's wild camelids: The vicuña and guanaco. *Spec. Pubic. Amer. Soc. Mamm.*, 7: 573-629.
5. Cajal, J.L. 1989. Uso de hábitat por vicuñas y guanacos en la Reserva San Guillermo, Argentina. *Vida Silvestre Neotropical*, 2 (1): 21-31.
6. Renaudeau d'Arc, N. y B.L. Vilá. 1998. Some aspects of vicuña *Vicugna vicugna* behaviour in Laguna Pozuelos, Jujuy, Argentina. *Proc. 2<sup>nd</sup> World Conf. Mt. Ungulates*, 191-196.
7. Koford, C.B. 1957. The vicuña and the Puna. *Ecological Monographs*, 27: 153-219.
8. Franklin, W. 1974. El comportamiento social de la vicuña. *Publicaciones Nueva Serie UICN*, 1 (24): 477-487.
9. Hoffman, R.K., Otte, K.C., Ponce, C.F. y Ríos, M.A. 1983. El manejo de la vicuña silvestre. *Deutsch Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit*.
10. Torres, H. 1992. Antecedentes, objetivos y limitaciones del plan. En: *Camélidos Silvestres Sudamericanos: Un Plan de Acción para su Conservación*. Torres, H. (ed). UICN/ Grupo especialista de camélidos sudamericanos.
11. Wiens, J.A. 1976. Population responses to patchy environments. *Ann. Rev. Ecol. Syst.*, 7: 81-120.
12. Patridge, L. 1978. Habitat Selection. En: *Behavioural ecology and evolutionary approach*. Krebs, J.R. y Davies, N.B. (eds). Blackwell Sci. Pub. Oxford.
13. Cabrera, A.L. 1957. La vegetación de la Puna Argentina. *Revista de Investigaciones Agrícolas*, XI (4): 317-413.
14. Altmann, J. 1973. Observational study of behavior: Sampling methods. *Behavior*, 49: 227-269.
15. Zar, J.H. 1984. *Biostatistical Analysis*. Second Edition. Prentice-Hall Inc.
16. Vilá, B.L. 1998. Comportamiento y organización social de la vicuña. 175-191. *Actas del Seminario Manejo sustentable de la vicuña y el guanaco*. Pontificia Universidad Católica de Chile.
17. Arzamendia, Y. y B.L. Vilá. 2003. Estudios de comportamiento y organización social de vicuñas, en la RB Laguna de Pozuelos, Jujuy, Argentina, como línea de base para el manejo sostenible de la especie. *Actas de III Congreso Mundial de Camélidos y I Taller Internacional de DECAMA*: 187-192. Potosí, Bolivia.
18. Renaudeau d' Arc, N., M.H. Cassini y B.L. Vilá. 2000. Habitat use by vicuñas *Vicugna vicugna* in the Laguna Blanca Reserve (Catamarca, Argentina). *Journal of Arid Environments*, 46: 107-115.
19. Ruckstuhl, K.E. 1998. Foraging behaviour and sexual segregation in bighorn sheep. *Animal Behaviour*, 56: 99-106.

20. Kie, J.G. y T. Bowyer. 1999. Sexual Segregation in white-tailed deer: Density-depenent changes in use of space, habitat selection, and dietary niche. *Journal of Mammalogy*, 80 (3): 1004-1020.
21. Vilá, B.L. y M.H. Cassini. 1993. Summer and autumm activity patterns in the vicuña. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*, 28 (4): 251-258.
22. Bosch, P. C. and G.E. Svendsen. 1987. Behavior of male and female vicuña (*Vicugna vicugna*, Molina 1782) as it relates to reproductive effort. *Journal of Mammalogy*, 68 (2): 425-429.
23. Vilá, B.L. y V.G. Roig. 1992. Diurnal movements, family group and alertness of vicuña (*Vicugna vicugna*) during the late dry season in the Laguna Blanca Reserve (Catamarca, Argentina). *Small Ruminant Research*, 7: 289-297.
24. Bon, R. y R. Campan. 1996. Unexplained sexual segregation in polygamous ungulates: a defense of an ontogenetic approach. *Behavioural Processes*, 38: 131-154.

## RELACIONES ENTRE GUANACO, GANADO Y VEGETACIÓN EN LA RESERVA LA PAYUNIA (MENDOZA, ARGENTINA)

Puig, S., F. Videla, M. Cona, M. Rosi y V. Roig

GEMAVR (IADIZA, CONICET)  
spuig@lab.cricyt.edu.ar

### Abstract

Wild camelids and livestock share environments where the risk of desertification makes it relevant to study their interactions and effects on the habitat. The distribution of densities of guanacos and livestock is analyzed considering environmental variables relevant in La Payunia Reserve. Several domestic herbivores graze in the protected area, which is refuge to an important population of guanacos. The Distance program was applied to estimate densities, the point-quadrat method to analyze the vegetation, and the Kruskal-Wallis ANOVA to detect significant differences. Estimated mean densities were 11.3 ind./km<sup>2</sup> (CV: 9.9%) for guanacos and 11.7 ind./km<sup>2</sup> (13.3%) for livestock (cattle, horses, goats and sheep, expressed as guanaco equivalents). The density of guanacos was significantly higher where there was lower livestock density, especially cattle, higher plant cover and availability of grasses. Increments in the density of guanacos were related to the increase of plant cover in summer, and to the appearance of temporary water bodies. The presence of livestock, combined with its grazing effect on food availability, would be affecting the use of the habitat by guanacos in the protected area. The ephemeral availability of water in the environment, which restricts the advance of livestock on the protected area, indirectly favors the preservation of the plant resource in key habitats for the guanaco.

Key words: ecological interactions – habitat use - wild camelids – domestic ungulates

### Introducción

El avance de la actividad ganadera en áreas naturales habitadas por camélidos silvestres ha generado con frecuencia situaciones de competencia, empobrecimiento de la vegetación en su diversidad, calidad y abundancia, e inicio de procesos erosivos. Conocer el riesgo y magnitud de estos impactos pueden orientar en la selección de las alternativas productivas más aptas, y en el diseño de opciones de manejo que hagan compatible la conservación de la biodiversidad con el desarrollo productivo en ambientes áridos.

La reducción histórica detectada en la distribución y abundancia del guanaco ha sido asociada no sólo con el efecto de la cacería, sino también con la alteración del hábitat y la competencia interespecífica por los recursos generada por la introducción del ganado vacuno en el Chaco, y del ganado ovino y la liebre europea en la Patagonia austral [1, 2]. Diversos ungulados silvestres en zonas áridas tienden a dejar vacantes áreas donde se introduce ganado, y a retornar al retirarse el mismo, patrón que fue considerado como evidencia de una innata intolerancia al ganado [3]. En Tierra del Fuego se describió un cambio de distribución del guanaco, originalmente regida por la ecocline de vegetación, debido a la introducción de ganado ovino [4]. Estrategias de forrajeo flexibles y movimientos migratorios son respuestas típicas de los ungulados silvestres a la heterogeneidad espacial y la variabilidad temporal

en la disponibilidad alimentaria [5]. Conocer las respuestas adaptativas de los ungulados frente a la heterogeneidad espacial de recursos se considera crítico para el diseño del manejo de fauna y ganado en zonas áridas [6].

En el noroeste de Patagonia se han detectado varios factores que generan deterioro ambiental, destacando el sobrepastoreo, los incendios y la extracción de especies leñosas [7]. La carga excesiva de ganado (caprino, ovino, vacuno, equino) produce pérdida generalizada de especies forrajeras y denudación del estrato herbáceo en torno a las aguadas [8]. Estos ungulados domésticos pastorean en sectores de la Reserva La Payunia (Mendoza, Argentina), refugio de una importante población de guanacos, haciendo relevante evaluar sus interacciones y efectos sobre el hábitat en este ambiente protegido. El objetivo del presente trabajo es estimar la distribución de densidades de guanacos en ambientes representativos de la Patagonia Septentrional y analizar, como potenciales factores influyentes en dicha distribución, la abundancia de ungulados domésticos y las estructuras del relieve, el suelo y la vegetación.

## Materiales y Métodos

### Área de estudio

El área de estudio (2100 km<sup>2</sup>, 36° 05' 47'' S y 68° 54' 55'' W, Mendoza, Argentina) comprendió el sector septentrional y central de la Reserva La Payunia y su área de influencia. Presenta un clima de tipo continental desértico [9], con temperaturas medias de 6°C en invierno y 20°C en verano, y un promedio de precipitación de 255 mm. En la zona abundan las evidencias de una intensa actividad volcánica, y de procesos de erosión eólica e hídrica. En el relieve resultante se destacan suaves pendientes y extensas planicies, interrumpidas por afloramientos rocosos, escalones basálticos y grupos de cerros [10]. El Distrito Payunia constituye la unidad biogeográfica más septentrional de la región Patagónica [11], y está postulada como nueva provincia fitogeográfica [12]. Fuertemente afectada por los suelos inmaduros y por la escasez e impredecibilidad de las precipitaciones, la estructura de la vegetación corresponde a una estepa arbustiva xerófila, con predominio de especies perennes en su estrato arbustivo. Siete puestos dedicados a la ganadería extensiva se localizan en la periferia del área de estudio [13]. El ganado (caprinos, ovinos, vacunos y equinos) pastorea libremente, si bien sus movimientos alejándose de los puestos están limitados por la ausencia de fuentes naturales de agua. Sólo en algunos sitios se presentan acumulaciones efímeras de agua proveniente de precipitaciones, lo que ha reducido naturalmente, aunque no impedido, el avance de animales domésticos dentro del área protegida.

### Diseño de muestreo y análisis estadístico

En el área bajo estudio se diferenciaron seis ambientes (Matorrales, Barreales, Escoriales, Guadalosos, Coliguayales, Huayquerías), aplicando en el análisis de imagen satelital y fotografía aérea los patrones recurrentes descritos para el relieve, el suelo y la vegetación [10, 8]. Diversos rasgos de relieve, suelo y vegetación permitieron caracterizar a los ambientes seleccionados (Tabla 1). De acuerdo a la estructura del relieve se distinguió entre ambientes de relieve quebrado (Escoriales y Huayquerías), marcadamente ondulado (Guadalosos y Coliguayales) o predominantemente llano (Barreales y Matorrales).

Tabla 1: Proporción de superficie y características distintivas de los ambientes considerados

	Matorrales	Barreales	Huayquerías	Escoriales	Coliguayales	Guadalosos
Proporción	25,00 %	23,81 %	9,52 %	14,29 %	9,52 %	17,86 %
Relieve	Llano	Deprimido, con escalones basálticos y charcas	Quebrado, dominado por roquedales	Quebrado, dominado por afloramientos basálticos	Ondulado, con escalones basálticos	Ondulado, dominado por lomas
Suelo	Arenoso, con suelo desnudo (34%), sin rocas aflorantes	Arenoso-rocoso con rocas aflorantes (7%)	Rocoso, con rocas aflorantes (17%)	Rocoso, con rocas aflorantes (13%)	Rocoso-arenoso con rocas aflorantes (4%)	Arenoso, con suelo desnudo (11%) sin rocas aflorantes
Estrato herbáceo	Escaso	Dominante	Dominante en parches	Escaso, en parches	Escaso, en parches	Dominante
Estrato arbustivo	Arbustal mixto dominante	Arbustal alto en bordes de charcas	Arbustal bajo dominante en roquedales	Arbustal mixto dominante en roquedales	Arbustal mixto, alto en parches	Parches de arbustos altos dispersos
Cobertura	Baja	Moderada	Moderada	Moderada	Moderada	Alta

En dichos ambientes se efectuaron estimaciones estacionales de la abundancia de guanacos y de ganado (vacas, caballos, cabras, ovejas y burros), mediante la aplicación del programa Distance en transectas lineales que fueron recorridas durante invierno 2004 y verano 2005. El número de ungulados domésticos fue transformado en equivalentes guanaco combinando índices disponibles [14, 15], a fin de tomar en cuenta las diferencias entre herbívoros en cuanto a su tamaño corporal, y por tanto en el consumo de vegetación. Se analizó la estructura del relieve, suelo y vegetación en los ambientes considerados mediante transectas, sobre las que se aplicó el método de point-quadrat [16] para estimación de la cobertura y composición de la vegetación durante verano e invierno. Las 63 especies vegetales registradas durante los muestreos fueron agrupadas para un análisis integrador en cinco categorías (pastos, hierbas, cactáceas, camefitas y fanerofitas). Se aplicó el índice de Shannon-Wiener para la estimación de la diversidad específica [17]. Las diferencias significativas entre ambientes y épocas de muestreo se detectaron mediante análisis de la varianza de Kruskal-Wallis y test de Tukey para múltiples comparaciones, con previa log-transformación para las variables absolutas y aplicación de arcoseno de raíz cuadrada para las variables relativas [18]. Se efectuaron análisis de regresión para evaluar la asociación entre variables. El nivel de significación fue menor o igual a 0,001 en la mayoría de los casos, excepto cuando se lo explicita en el texto.

## Resultados

### Distribución de guanacos y ganado

Guanacos y ganado estuvieron presentes en los seis ambientes diferenciados en el área de estudio (Fig. 1). Durante el invierno no se detectaron guanacos en el ambiente llano Matorrales, ni ganado durante el verano en el ambiente ondulado Guadalosos. Entre los ungulados domésticos predominaron los vacunos y equinos, con mayor proporción de los primeros en tres de los ambientes (Guadalosos, Matorrales y Huayquerías), y de los segundos en los restantes (Barreales, Coliguayales y Escoriales).

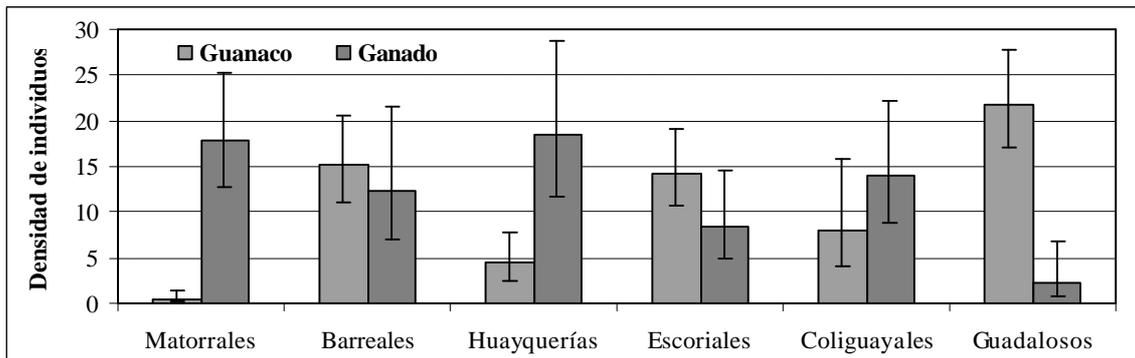


Figura 1: Densidad de guanacos y ganado (expresado en equivalentes guanaco) por km<sup>2</sup>, obtenida por Distance

El guanaco presentó una densidad media en el área bajo estudio de 11,3 ind./km<sup>2</sup> (CV: 9,9%), con valores estivales significativamente más altos que los invernales (14,84 y 4,98 ind./km<sup>2</sup> respectivamente, H= 7,25 p= 0,007). Este incremento estival se manifestó especialmente en el ambiente rocoso Escoriales (H= 6,91 p= 0,009). La densidad de guanacos resultó significativamente más alta en Guadalosos, Barreales y Escoriales, y menor en Matorrales, que en los restantes ambientes (H= 43,42). Se observaron guanacos en una mayor proporción de las transectas de recuento durante el verano que durante el invierno (69% y 50%, respectivamente, Fig. 2), cuando estos presentaron una mayor concentración en la zona central del ambiente Guadalosos.

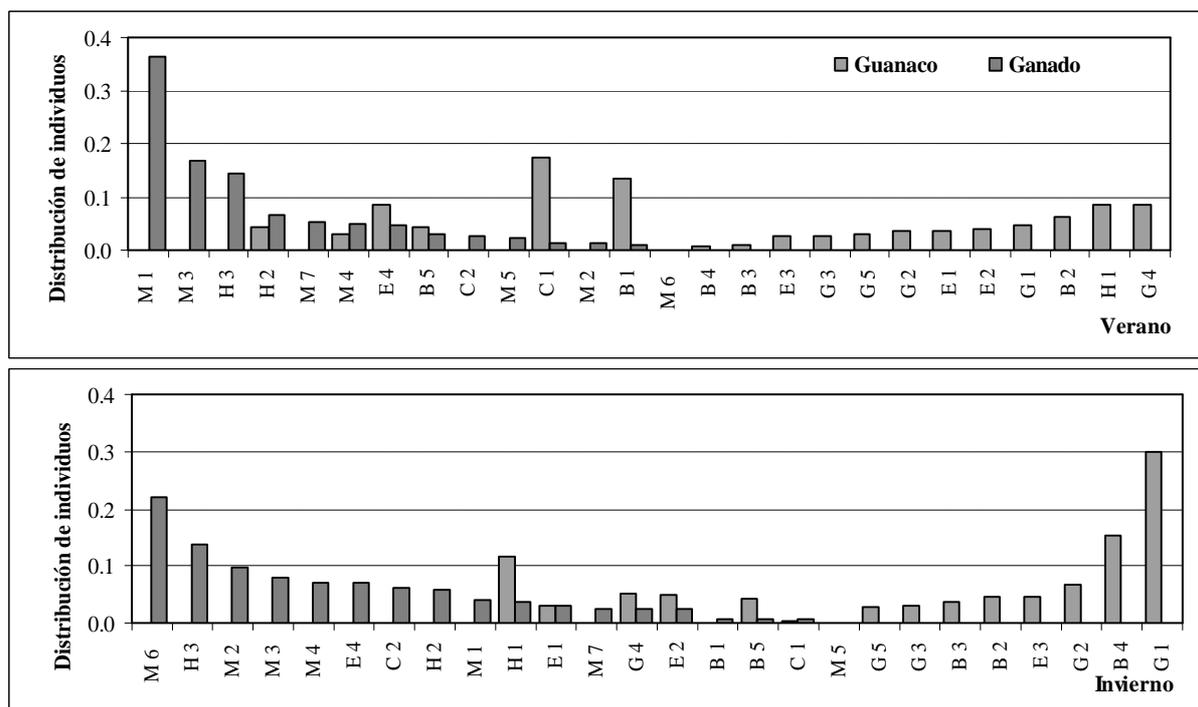


Figura 2: Distribución estacional de guanacos y de ganado en el área de estudio según las proporciones de individuos obtenidas en cada transecta, presentadas en orden decreciente para el ganado y creciente para el guanaco.

La densidad de ganado, expresada como equivalentes guanaco, presentó un valor promedio de 11,7 ind./km<sup>2</sup> (CV: 13,3%). En invierno se observó un decrecimiento de dicha densidad en el ambiente llano Barreales, con escasa significación estadística ( $H= 9,37$   $p= 0,026$ ). Los ambientes Matorrales y Huayquerías evidenciaron una densidad de ganado significativamente mayor que la obtenida en Barreales y Guadalosos ( $H= 47,06$ ). Entre los ungulados domésticos predominantes, se registraron densidades mayores en Huayquerías y Matorrales para los vacunos ( $H= 39,01$ ), y en Coliguayales y Barreales para los equinos ( $H= 29,61$ ). El ganado se concentró en la zona central del ambiente Matorrales durante el verano, cuando fue observado en una proporción de transectas menor que durante el invierno (50% y 65%, respectivamente).

#### *Estructura del relieve, suelo y vegetación*

Si bien la altitud presentó diferencias significativas entre los ambientes considerados ( $H= 231,10$ ), con un gradiente descendente desde el noreste hacia el suroeste del área de estudio (1400 a 1700 msnm), dicho gradiente no resulta relevante si se consideran los rangos de altitud en la distribución de guanacos y ganado. La proporción de rocas aflorantes resultó más alta en los ambientes quebrados, y prácticamente nula en los llanos ( $H= 82,35$ ). La cobertura vegetal (Fig. 3) resultó más alta en Guadalosos, y más baja en Matorrales, que en los restantes ambientes ( $H= 68,86$ ), diferencias que durante el invierno se generalizaron respectivamente para los dos ambientes ondulados y los dos llanos ( $H= 29,66$ ).

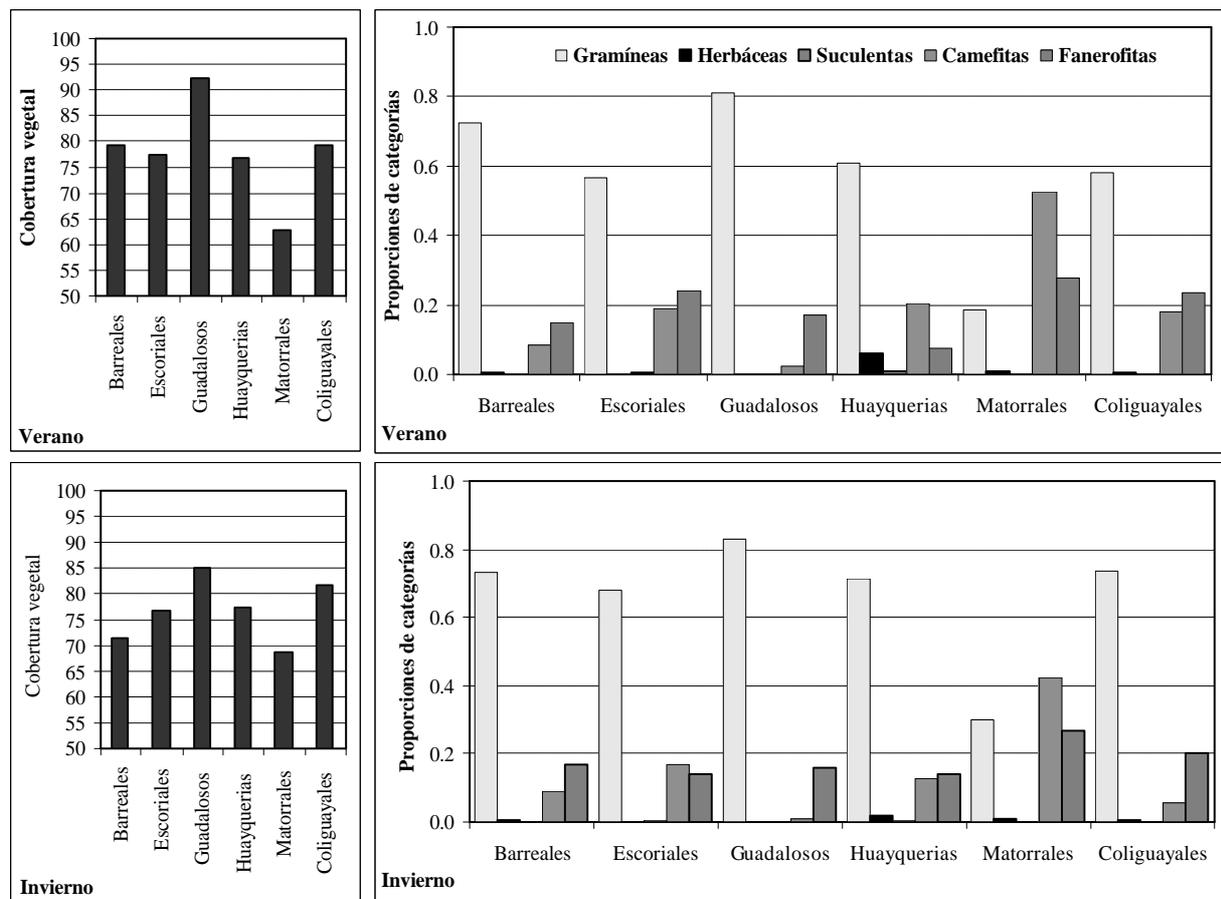


Figura 3: Cobertura y proporción de categorías en la vegetación de los ambientes analizados

La vegetación estuvo dominada por la categoría gramíneas en todos los ambientes excepto en Matorrales, donde las categorías principales fueron camefitas y fanerofitas. La proporción de pastos resultó significativamente más alta en Guadaluos ( $H= 141,08$ ), ambiente al que se sumó Barreales durante el verano ( $H= 79,83$ ), y más baja en Matorrales. Las escasas hierbas disponibles en el ambiente presentaron mayor proporción en Huayquerías, y menor en Guadaluos, que en los restantes ambientes ( $H= 43,86$ ). La proporción de cactáceas fue mayor en ambientes quebrados que en ambientes llanos ( $H= 19,95$ ). Los arbustos bajos ocuparon mayores proporciones en Matorrales, y en segundo lugar en Escoriales ( $H= 182,58$ ), y menores proporciones en Guadaluos. La proporción de arbustos altos también resultó más alta en Matorrales que en los restantes ambientes, y más baja en Huayquerías. Los ambientes quebrados superaron a Guadaluos y Matorrales en la diversidad vegetal ( $H= 28,85$ ), especialmente durante el verano en Huayquerías ( $H= 79,83$ ), cuando difirió de los restantes por una mayor proporción de hierbas y cactáceas ( $H= 43,86$  y  $H= 10,95$ ). Se detectó en el área de estudio un incremento estival en la proporción de camefitas, reduciéndose relativamente el predominio las gramíneas ( $H= 4,59$   $p= 0,032$  y  $H= 4,82$   $p= 0,028$ , respectivamente).

#### Guanacos, ganado y vegetación

Guanacos y ganado fueron observados compartiendo el uso del hábitat en 23% de las transectas de recuento, mientras que en las restantes sólo se detectó un tipo de ungulado. Raramente se encontraron guanacos en sitios con abundancia de ungulados domésticos. La distribución de densidades del guanaco evidenció una asociación negativa con respecto a la abundancia de ganado ( $r= -0,41$ ), sostenida tanto durante el invierno como durante el verano ( $r= -0,41$  y  $r= -0,48$ , respectivamente). Con respecto a la disponibilidad y estructura de la vegetación, la densidad de guanacos se asoció positivamente con la cobertura vegetal ( $r= 0,35$ , particularmente durante el invierno:  $r= 0,41$ ) y con la proporción de gramíneas ( $r= 0,43$ , tanto en invierno como en verano:  $r= 0,50$  y  $r= 0,51$ , respectivamente), mientras que presentó asociación negativa con las proporciones de camefitas ( $r= -0,40$ , durante ambos muestreos:  $r= -0,42$  y  $r= -0,52$ ) y fanerofitas ( $r= -0,30$   $p= 0,010$  durante el invierno). Por su parte, la densidad de ganado se asoció

positivamente con la proporción de camefitas ( $r = 0,34$ , en ambos muestreos:  $r = 0,28$   $p = 0,014$  y  $r = 0,40$   $p = 0,004$ ), mientras que presentó asociación negativa con la cobertura vegetal ( $r = 0,25$   $p = 0,006$ , particularmente durante el verano:  $r = 0,30$   $p = 0,032$ ) y la proporción de gramíneas ( $r = 0,38$ , en ambos muestreos:  $r = 0,29$   $p = 0,011$  y  $r = 0,47$ ).

## Discusión

El relieve no representa una variable ambiental gravitante para el guanaco en esta escala espacial, ya que sus más altas densidades se detectaron en ambientes con relieve tanto ondulado (Guadalosos) como llano (Barreales) y quebrado (Escoriales). El suelo y la altitud tampoco parecen haber afectado la distribución de este camélido silvestre. La baja cobertura vegetal, y en especial la escasez de gramíneas, pueden considerarse relevantes para explicar el uso marginal que el guanaco realiza de ambientes como Matorrales, y su ausencia en ellos durante el invierno cuando el receso vegetativo agudiza la escasez del alimento disponible [19]. En efecto, la retracción invernal del guanaco se produjo hacia ambientes donde persiste una abundante cobertura vegetal, como es el caso de Guadalosos, y el incremento estival de densidad en ambientes como Escoriales y Barreales es coincidente con el aumento en la disponibilidad y terneza de los pastos. La abundancia de alimento se combina en este último ambiente con la presencia de cuerpos de agua temporarios, cuya aparición otoñal fue detectada como relevante para el guanaco en Payunia [20]. La baja presencia estival del ganado en ambientes centrales del área protegida, y en particular su ausencia en Guadalosos, son atribuibles a las altas temperaturas que generan mayor requerimiento hídrico y alta evaporación, limitando el pastoreo del ganado a sitios próximos a las pocas aguadas artificiales existentes. El incremento en la disponibilidad de alimento, asociado con el rebrote primavera-estival, posibilita la concentración del ganado en ambientes fácilmente accesibles como Matorrales, y el incremento de la densidad en Barreales. Dicha concentración, evidenciada en Matorrales durante todo el año pero agudizada durante el verano, generaría por sobrepastoreo la pobreza en diversidad y cobertura vegetal detectada en este ambiente, especialmente en el estrato herbáceo. El radio de impacto del ganado alrededor de las aguadas suele contraerse a medida que se intensifica la condición de aridez [21].

La baja proporción del área de estudio compartida por guanacos y ganado podría atribuirse a la intolerancia de ungulados silvestres hacia domésticos planteada por la bibliografía, o bien de las actividades ganaderas hacia el guanaco. La asociación negativa entre la distribución del guanaco y la del ganado, que se sostuvo en ambas épocas de muestreo, refuerza este planteo de evitación entre herbívoros. Estudios previos detectaron la influencia de la presencia de ganado en el subuso que el guanaco realiza de hábitats con buena disponibilidad de alimento [22]. En otras poblaciones de Patagonia también se ha observado una correlación negativa entre densidades de guanacos y de ganado [23]. Más allá de una interacción directa entre herbívoros, la pobreza detectada en la vegetación disponible en ambientes altamente utilizados por el ganado sugiere que el guanaco realiza un uso del hábitat con evitación de sitios empobrecidos por el sobrepastoreo ganadero. En efecto, la asociación positiva de la densidad de guanacos con la cobertura vegetal y la disponibilidad de gramíneas indican que este camélido se concentra en los ambientes donde la vegetación se encuentra mejor conservada. En síntesis, una combinación entre la presencia de ganado y su efecto de pastoreo sobre la disponibilidad de alimento, estarían afectando el uso del hábitat por el guanaco en el área protegida. La efímera disponibilidad de agua en el ambiente, que restringe el avance del ganado sobre el área protegida, favorece indirectamente la preservación del recurso vegetal en hábitats clave para el guanaco.

## Agradecimientos

Se agradece a la Lic. María Eugenia Mosca Torres por su apoyo en las actividades de campaña, y al Sr. Ariel Rocher por su inestimable hospitalidad en la Ea. El Peralito. Este estudio fue financiado por CONICET (PIP 3013).

## Bibliografía

1. Morello J. y Adamoli J., 1974. Grandes unidades de vegetación y ambiente del Chaco Argentino. 2º Parte: Vegetación y ambiente. INTA, Serie Fitogeográfica 13, 130 pp. Buenos Aires, Argentina.
2. Garrido J.L., 1985. La utilización de *Lama guanicoe*, su situación en Argentina. Actas V Convención Internacional sobre Camélidos Sudamericanos. Cuzco, Perú.
3. Barnes T., Heitschmidt R. y Varner L., 1991. Wildlife. En: *Grazing Management: An Ecological Perspective*. 179-190. Heitschmidt y Stuth eds. Timber Press. Portland, USA.

4. Raedeke K., 1979. Population dynamics and socioecology of the guanaco (*Lama guanicoe*) of Magallanes, Chile. Ph.D. thesis, Washington Univ., Seattle. 409 pp.
5. Solbrig O., 1991. Savanna modelling for global change. *Biology International* 24. Paris: International Union for Biological Sciences, 26 pp.
6. Behnke, R. y Scoones I., 1992. Rethinking range ecology: implications for rangeland management in Africa. *Drylands Issues* 33: 46 pp. London.
7. Cunazza C. y Videla F., 1995. Manejo para recuperación de poblaciones en peligro. En: Técnicas para el manejo del guanaco (S. Puig, ed.), UICN, pp: 171-177.
8. Candia R., Puig S., Dalmaso A., Videla F. y Martínez Carretero E., 1993. Diseño del plan de manejo para la Reserva Provincial La Payunia (Mendoza, Argentina). *Multequina (Latin American Journal of Natural Resources)* 2: 5-87.
9. Consejo Federal de Inversiones, 1977. Proyecto de desarrollo ganadero del oeste de La Pampa, Tomo I. 253 pp. Buenos Aires, Argentina.
10. González Díaz E.F., 1972. Descripción geológica de la Hoja 30-d, Payún Matru (Mendoza). Carta Geológico-Económica de la República Argentina, Boletín 130. 97pp. Dirección Nacional de Geología y Minería, Buenos Aires, Argentina.
11. Cabrera A.L. y Willink A., 1980. Biogeografía de América Latina. Second Edition. Biological Series of the Organization of American States, 122 pp. Washington, U.S.A.
12. Martínez Carretero E., 2004. La Provincia fitogeográfica de La Payunia. *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica*, 39 (3.4): 195-226.
13. Fernández J., 2004. Diagnóstico socio-demográfico de la Reserva La Payunia. Informe técnico. Depto. Malargüe, Dirección de Recursos Naturales Renovables de Mendoza, Argentina. M.S.
14. Rabinovich J.E., A.F. Capurro y L.L. Pessina, 1991. Vicuña use and the bioeconomics of an Andean peasant community in Catamarca, Argentina. In *Neotropical wildlife use and conservation*. Robinson J.G. y K.H. Redford (eds). Univ. of Chicago Press. Chicago, U.S.A.
15. Torres, H. (editor), 1992. South american camelids: An action plan for their conservation. IUCN Species Survival Commission, Gland, Switzerland. 26 pp.
16. Daget P. y Poissonet J., 1971. Une méthode d'analyse phytologique des prairies. Critères d'application. *Annales d'Agronomie* 22: 5-41.
17. Colwell R.K. y Futuyma D.J., 1971. On the measurement of niche breadth and overlap. *Ecology*, 52: 567-576.
18. Zar, J.H. (1984). *Biostatistical Analysis*. 2nd edition. Prentice-Hall Inc., N.J. 718 pp.
19. Puig, S., Videla, F., Monge, S. & Roig, V. (1996). Seasonal variations in guanaco diet (*Lama guanicoe* Müller 1776) and in food availability in Northern Patagonia, Argentina. *Journal of Arid Environments* 34: 215-224.
20. Puig S., Ferraris G., Superina M. y F. Videla, 2003. Distribución de densidades de guanacos (*Lama guanicoe*) en el norte de la Reserva La Payunia y su área de influencia (Mendoza, Argentina). *Multequina (Latin American Journal of Natural Resources)* 12: 37-48.
21. Thrash I., Theron G.K. y Bothma J.P., 1995. Dry season herbivore densities around drinking troughs in the Kruger National Park. *Journal of Arid Environment* 29: (213-219).
22. Puig S., Videla F. y Cona M.I., 1997. Diet and abundance of the guanaco (*Lama guanicoe* Müller 1776) in four habitats of Northern Patagonia, Argentina. *Journal of Arid Environments* 36: 343-357.
23. Baldi R., Abon S.D., Elston D.A., 2001. Guanacos and sheep: evidence for continuing competition in arid Patagonia. *Oecologia* 129, 561-570.

**AMAMANTAMIENTO DE CRÍAS AJENAS EN GUANACOS (*Lama guanicoe*) EN CAUTIVERIO:  
¿CUIDADO MATERNAL MAL DIRIGIDO O ROBO DE LECHE?**

Zapata B.<sup>1,2</sup>, Ebensperger L<sup>3</sup>, Latorre E<sup>4</sup>, González B.A<sup>1</sup>, Fernández F<sup>2</sup>, Leyton A., Raggi L.A<sup>1</sup>

1. Programa de Doctorado en Ciencias Silvoagropecuarias y Veterinarias, Universidad de Chile, Santiago, Chile.
2. Escuela de Medicina Veterinaria, Universidad Mayor, Santiago, Chile.
3. CASEB & Facultad de Ciencias Biológicas, Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile.
4. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA-Kampenaiké, Punta Arenas, Chile.

## Resumen

El amamantamiento de crías ajenas es una conducta poco usual. Se ha registrado en 74 especies de mamíferos y se han propuesto varias hipótesis para explicar su ocurrencia, siendo una de ellas el cuidado parental mal dirigido y el robo de leche. En guanacos en cautiverio se ha observado esta conducta, por lo que el objetivo de este estudio fue evaluar si el amamantamiento de crías ajenas se produce porque las madres no discriminan a sus propias crías, o como resultado de una estrategia parasitaria de las crías. La ocurrencia de rechazo activo por parte de hembras a crías ajenas apoyaría la hipótesis de parasitismo pero no la de discriminación. El estudio se realizó en el INIA-Kampenaiké, Magallanes, Chile, y se monitoreó la conducta de amamantamiento de 15 pares madre-cría durante dos meses, durante la lactancia temprana. Se registró la frecuencia, postura de amamantamiento, así como la actitud de las hembras (gradiente de atención sobre quien amamanta) y su respuesta (rechazo o aceptación) a crías filiales (F) o no filiales (NF). El 40% de las hembras amamantó crías NF. El 73% de estos casos ocurrieron cuando la cría F estaba presente. El porcentaje de conductas de atención hacia las crías que amamantaron fue similar en crías F y NF. Sin embargo, la frecuencia de rechazos fue superior en las NF (45,7% vs 16,5%). La postura antiparalela fue más común en crías F (42,3% vs 9,2%). Los resultados sugieren que en la situación estudiada, el robo de leche es una explicación más plausible que el cuidado parental mal dirigido.

Palabras claves: cuidado parental, guanaco, amamantamiento.

## Introducción

Una de las contribuciones más importantes dentro del marco teórico del cuidado parental ha sido el concepto de inversión parental. Trivers [1] lo define como todo aquello que un progenitor hace por una cría que permite aumentar las posibilidades de supervivencia y reproducción de ésta, a la vez que disminuye las posibilidades del progenitor de producir otras crías. Este concepto permite distinguir entre los beneficios reproductivos que se derivan del cuidado de una cría en términos de supervivencia y éxito reproductivo, y los costos reproductivos que se pueden medir a través de la disminución de la capacidad del progenitor de criar más descendientes. La teoría evolutiva predice que los progenitores invertirán en cada una de sus crías de forma que maximicen su éxito reproductivo a lo largo de su vida. Por lo tanto, el grado de inversión en una cría determinada será la solución óptima que resulte del balance entre los beneficios y costos reproductivos que se derivan de las acciones de los progenitores [2].

La lactancia es el proceso más costoso de la inversión parental en mamíferos, equivale aproximadamente a dos veces el gasto energético basal de hembras no reproductoras. La cantidad de calorías ingeridas puede aumentar hasta un 200% y la tasa de mortalidad de hembras puede aumentar cuando aumenta la producción láctea, llevando a una disminución del valor reproductivo de la hembra en lactancia [3,4]. Por lo tanto, el amamantamiento en forma exclusiva a su progenie puede ser selectivamente ventajoso para una hembra que depende de recursos alimenticios variables [5]. No obstante, hay casos en que las hembras amamantan a crías ajenas [6, 7, 8, 9]. Esta conducta, además de traducirse en un costo energético directo extra para la hembra, aumenta el riesgo de que su propia progenie no reciba la cantidad de alimento que necesita, y aumenta la probabilidad de transmisión de patógenos entre hembras, producto de que las crías actuarían como vectores mecánicos de enfermedades [8, 5].

Packer et al. [7] realizaron una revisión sobre el amamantamiento de crías ajenas y encontraron que esta conducta ocurre en 74 especies de mamíferos, aunque en baja frecuencia. Sin embargo, es bastante común en especies sociales que comparten dormitorios como murciélagos, que se reproducen comunitariamente como algunos carnívoros y roedores, y que mantienen a sus crías en espacios reducidos como algunos pinípedos [9].

Dado los costos potenciales para las hembras, se ha propuesto que el amamantamiento de crías ajenas puede ser una conducta no adaptativa, es decir que los costos del amamantamiento de crías ajenas excederían los beneficios de compartir la leche [10, 5]. Las condiciones de sobrepoblación, como se dan artificialmente en cautiverio y también en el medio natural pueden resultar en problemas de identificación de la cría por la madre, o en robos oportunistas de leche [11].

En ungulados se ha reportado esta conducta en varias especies, como el ciervo rojo, *Cervus elaphus* [12], ciervo dama, *Dama dama* [10], vacas, *Bos taurus* [13] y búfalo de agua, *Bubalis bubalis* [11], entre otros. Sin embargo, las consecuencias, los costos y beneficios en términos de su importancia adaptativa en los ungulados aun no está bien entendida [13]. De acuerdo a Packer et al. [7], en especies monotocas como la mayoría de los ungulados, el amamantamiento de crías ajenas se ha visto asociado a robo de leche y a madres que han perdido su cría.

En guanacos (*Lama guanicoe*) se ha descrito esta conducta en cautiverio [14, 15], al igual que en camélidos sudamericanos domésticos [1], pero no se ha explorado su funcionalidad.

En este trabajo se estudió la conducta de amamantamiento de crías ajenas. El objetivo de este estudio fue evaluar si el amamantamiento de crías ajenas se produce porque las madres no discriminan a sus propias crías, o como resultado de una estrategia parasitaria de las crías, durante la lactancia temprana. Se evaluó la discriminación de crías mediante el registro de los amamantamientos aceptados versus los rechazados, y la respuesta de atención de la hembra al amamantar una cría propia o filial (F) o no filial (NF). La ocurrencia de rechazo activo por parte de hembras a crías ajenas apoyaría la hipótesis de parasitismo pero no la de discriminación. Por otro lado, se registró la postura de amamantamiento. La predicción fue que las crías NF deberían aproximarse a la hembra por detrás (postura paralela) o perpendicular, más que la antiparalela, ya que así evitarían ser detectadas por las hembras.

## **Materiales y Métodos**

El estudio se llevó a cabo en Magallanes en el criadero de guanacos perteneciente al Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA) (52° 41' S y 70° 54' O). Los animales se mantenían en cautiverio en potrero de 2-5 ha, con una disponibilidad de forraje de 1 ton/ha/año. El tipo de vegetación corresponde a una pradera estepa-matorral, de la zona de transición, donde la estrata arbustiva está conformada por mata verde (*Chilothrichium diffusum*) y calafate (*Berberis buxifolia*), en tanto que la estrata herbácea se encuentra constituida básicamente por coirón (*Festuca gracillima*), murtilla (*Empetrum rubrum*) y otras especies nativas. La alimentación de los animales fue exclusivamente de pradera natural.

Se trabajó con 15 pares madre crías, de tres grupos familiares (6, 5 y 4, respectivamente). Se identificó cada par madre-cría con un collar del mismo color. Las observaciones conductuales se realizaron entre las 9.00 y las 18.00. Se realizó un muestreo conductual con registro continuo, desde el nacimiento de las crías hasta los dos a tres meses de lactancia. Se registró la frecuencia de amamantamiento, la postura de amamantamiento, que se clasificó como paralela, antiparalela y perpendicular; la actitud de las hembras al amamantar, en una gradiente de atención sobre quien amamanta: come, parada con la cabeza al frente, parada con la cabeza al frente con las orejas hacia atrás, voltea la cabeza en dirección a la cría y olfatea a la cría, y la respuesta a la aproximación de la cría como rechazo (camina, patea o escupe) o aceptación (permite el amamantamiento por más de 30 seg) a crías propias o filiales (F) o no filiales (NF).

### *Análisis Estadístico*

Se comparó la frecuencia de conductas de atención de la hembra entre amamantamientos F o NF y la frecuencia de adopción de una postura de amamantamiento determinada entre F y NF mediante test mediante el Test de Wilcoxon. Se realizó una regresión logística tomando como variable respuesta el tipo de amamantamiento (F o NF) y como variables de predicción las tres posturas de amamantamiento.

## **Resultados**

En 42 días de observación de la conducta de amamantamiento de hembras de guanacos con sus crías se realizaron 215 horas de registros. Se estudiaron un total de 677 eventos de amamantamiento, 716 ocurrencias de amamantamientos y 177 intentos. De los amamantamientos totales 6,5% (44/677) involucraron crías ajenas (ver Cuadro 1). De éstos, sólo el 27,3% (12) fue únicamente de crías no filiales (NF) sin incluir crías de la hembra, mientras que el 72,7% corresponde a amamantamientos simultáneos con más de una cría incluyendo la propia (F + NF). De los intentos, 23,8 % (42/177) fueron NF.

Al examinar la respuesta de la hembra al aproximarse la cría F o NF, se encontraron diferencias significativas en todas las conductas estudiadas, excepto en el porcentaje de veces que se quedaron paradas mirando hacia delante (ver Cuadro 2). Los porcentajes fueron superiores en el caso de las hembras F en todas las conductas menos cuando las hembras olfatearon a su cría, en que fue superior en las que amamantaron crías NF.

Cuadro 1. Número de amamantamientos y porcentaje de amamantamientos filiales (F), no filiales (NF) y múltiples incluyendo la cría propia (F+NF).

	Nº de amamantamientos	Porcentaje (%)
F	633	93,5
NF	12	1,8
F+NF	32	4,7
Total	677	100

Cuadro 2. Respuesta de la hembra de guanaco al amamantamiento filial (F) o no filial (NF) (n=15)

Conductas de atención	F de Promedio ± E.E.M.	NF Promedio ± E.E.M.	Z Test Wilcoxon	p
Come	15,9 ± 3,18 **	4,8 ± 4,81	-3,297	0,001
Parada	23,6 ± 3,72	40,5 ± 18,98	-1,647	0,099
Parada orejas atrás	29,7 ± 4,14 **	2,8 ± 2,88	-3,408	0,001
Voltea cabeza	11,0 ± 1,89 *	6,9 ± 4,72	-2,215	0,027
Olfatea cría	19,8 ± 2,89 *	34,8 ± 22,21	-2,355	0,019

\*diferencias estadísticamente significativas al nivel de  $p < 0.05$ ; \*\*  $p < 0,01$ .

Se examinó también la postura que adoptaban las crías al mamar. Cuando las crías se aproximaban a hembras que no eran sus madres, principalmente lo hacían en forma perpendicular, mientras que cuando se aproximaban a sus madres adoptaban con mayor frecuencia la postura antiparalela (ver Cuadro 3).

Cuadro 3. Frecuencias porcentuales de posturas de aproximación de las crías a sus madres (F) o a otras hembras (NF) para mamar (n= 15)

Postura de amamantamiento de crías	F Promedio ± E.E.M.	NF Promedio ± E.E.M.	Z Test Wilcoxon	p
Antiparalelo	42,3 ± 4,0 **	9,2 ± 6,05	-3,408	0,001
Perpendicular	53,2 ± 3,32 *	80,8 ± 12,35	-2,118	0,034
Paralelo	4,5 ± 1,28	12,5 ± 7,50	-0,770	0,441

\*diferencias estadísticamente significativas al nivel de  $p < 0.05$ ; \*\*  $p < 0,01$ .

El porcentaje de amamantamientos aceptados cuando las hembras amamantaron a sus crías (F), fue marcadamente superior al rechazado (83,5 % vs 16,5%), mientras que en el amamantamiento de crías NF, 45,7% de los intentos fueron rechazados (ver cuadro 4).

Cuadro 4. Amamantamientos aceptados y rechazados de acuerdo a tipo de cría, propia o filial (F) o no filial (NF)

Amamantamientos	F	%	NF	%	Total
aceptados	633	83,5	44	54,3	677
rechazados	125	16,5	37	45,7	162
Total	758		81		839

A pesar del porcentaje de rechazo, intentos de amamantamientos de crías NF y de la mayor frecuencia de postura perpendicular, la regresión logística mostró que no se puede discriminar el tipo de amamantamiento a partir de una postura determinada ( $p > 0,05$ ).

## Discusión

En este estudio se pudo observar que la conducta de amamantamiento de crías ajenas en guanacos a edad temprana es de relativamente baja frecuencia, no obstante es realizada por un porcentaje alto de las hembras. En un estudio previo, se observó un porcentaje mayor de amamantamiento de crías ajenas, con un promedio de 45% (15), pero en la lactancia más avanzada, entre los tres y seis meses de lactancia. En ungulados hay pocos estudios en relación con amamantamientos de crías ajenas a edad temprana. Ekvall (10) en ciervos dama, *Dama dama*, a las dos semanas de edad encontró un 8% de amamantamientos NF, llegando a 54% a los tres meses de lactancia.

A diferencia de otros ungulados, un porcentaje no menor de los amamantamientos NF fueron dirigidos a una sola cría ajena (27%), lo cual es raro considerando que son especies monotocas. En búfalos de agua, *Bubalis bubalis*, frecuentemente se ven 4 crías mamando simultáneamente (11). No obstante, en todos los amamantamientos múltiples estuvo presente la cría propia, como se ha observado en ciervos dama (17) y búfalos de agua (11).

Las hembras que amamantaron a crías F respondieron con un mayor porcentaje de conductas tanto de baja atención, como seguir comiendo mientras la cría mamaba, como de atención más alta, como parada con las orejas hacia atrás y voltear la cabeza hacia la cría. Sin embargo, las hembras que amamantaron crías NF mostraron un mayor porcentaje de olfatear la cría, la conducta de mayor atención. Entonces vemos que prácticamente no hay diferencias marcadas en la respuesta de las hembras al aproximarse una cría F o NF a mamar. Esto se puede explicar porque en la mayoría de los amamantamientos NF estaba la cría F presente, ubicada por delante de las demás.

Lo anterior sugeriría que las hembras no discriminan crías F de NF. No obstante, los porcentajes de rechazos a crías NF indicarían lo contrario. A diferencia de lo que ocurre en ciervos rojos, *Cervus elaphus*, sólo 9,7% de los intentos de amamantamiento fueron rechazados por las hembras (12).

Se observaron diferencias en la posición adoptada al mamar. En las crías F fue más frecuente la posición antiparalela. Esta posición permitiría el reconocimiento de la cría al olfatearla (12). Mientras que la perpendicular fue más frecuente en las NF. Esto se relaciona con el hecho que las crías NF se ubicaban perpendicularmente, pero más atrás que las F. La posición paralela se observó en baja frecuencia en general, pero porcentualmente se presentó más en las crías NF. Sin embargo, la regresión logística indicó que la posición de amamantamiento no se relacionaba con el tipo de amamantamiento. Similar hallazgo se encontró en ciervos rojos (12).

La evidencia de una mayor frecuencia de rechazo pasivo y activo a los intentos de amamantamiento de crías NF, junto con una tendencia de adoptar una postura de amamantamiento diferente, sugieren que el amamantamiento de crías ajenas en guanacos, más que a un problema de discriminación de crías, correspondería a una táctica de los chulengos para obtener un aporte nutricional extra. Concuere con lo observado en búfalos de agua (11) y con el análisis realizado por Packer et al (7), en que indicaban que en especies monotocas el amamantamiento de crías ajenas se explica en gran medida por el robo de leche.

## Conclusiones

A pesar de que hubo algunas evidencias de una pobre discriminación de las crías, se puede concluir que el amamantamiento de crías ajenas en guanacos sería una estrategia parasitaria de las crías que robarían leche. Existen otras hipótesis que no son excluyentes y que también podrían explicar este fenómeno, como la selección de parientes, que ha descrito en otros ungulados.

## Bibliografía

1. Trivers, R.L. 1972. Parental investment and sexual selection. En *Sexual selection and the descent of man 1871-1971* (B. Campbell, Ed.) pp. 136-179. Aldine, Chicago.
2. Gomendio, M. 1994. La evolución del cuidado parental. En *Etología: Introducción a la Ciencia del Comportamiento* (J. Carranza, Ed.) Publicaciones de la Universidad de Extremadura, Cáceres, pp 407-442.
3. Gittleman, J.L. & Thompson, S.D. 1988. Energy allocation in mammalian reproduction. *American Zoology*, 28: 863 – 875.
4. Clutton-Brock, T.H., Albon, S.D. y Guinness, F.E. 1989. Fitness costs of gestation and lactation in wild mammals. *Nature*, 337, 260 – 262.
5. Hayes, L.D. 2000. To nest communally or not to nest communally: a review of rodent communal nesting and nursing. *Animal Behaviour*, 59: 677 – 688.

6. Riedma, M.L. 1982. The evolution of alloparental care and adoption in mammals and birds. *Quarterly Review of Biology*, 57: 405-435.
7. Packer, C., Lewis, S. y Pusey, A. 1992. A comparative analysis of non-offspring nursing. *Animal Behaviour*, 43: 265 – 281.
8. Roulin, A. y Heeb, P. 1999. The immunological function of allosuckling. *Ecology Letters*, 2: 5, 319-324.
9. Roulin, A. 2002. Why do lactating females nurse alien offspring? A review of hypotheses and empirical evidence. *Animal Behaviour*, 63, 201 – 208.
- Sarasqueta, D. (1995). Manejo en Semicautiverio. En: Técnicas para el manejo del guanaco. Puig, S. (Ed) Grupo de Especialistas en Camélidos Sudamericanos. Comisión de Supervivencia de Especies. UICN. Pp 185-198.
10. Ekvall, K. 1998. Effects of social organization, age and aggressive behaviour on allosuckling in wild deer. *Animal Behaviour*, 56: 695-703
11. Murphey, R.M., Paranhos Da Costa, M.J.R., Gomes Da Silva, R., De Souza, R. 1995. Allonursing in river búfalo, *Bubalis bubalis*: nepotism, incompetence, or thievery?. *Animal Behaviour*, 49: 1611 – 1616.
12. Bartoš, L., Vakova, D., Šiler, J., Illman, G. 2001a. Adoption, allonursing in farmed red deer (*Cervus elaphus*). *Animal Science*, 72:483-492.
13. Víchová, J. y Bartos, L. 2005. Allosuckling in cattle: gain or compensation?. *Applied Animal Behaviour Science*, 94: 223 – 235.
14. Sarasqueta, D. (1995). Manejo en Semicautiverio. En: Técnicas para el manejo del guanaco. Puig, S. (Ed) Grupo de Especialistas en Camélidos Sudamericanos. Comisión de Supervivencia de Especies. UICN. Pp 185-198.
15. Zapata, B., Rivera, K., González, B., Marín, M.P. y Bas. 2003. Mother-offspring relationship in guanaco (*Lama guanicoe*) calves born in captivity. 28th International Ethological Conference. Florianópolis, Brasil
16. Brown, B.W. 2000. A review on reproduction in South American camelids. *Animal Reproduction Science*. 58: 169-195.
17. Pélabon, C., Yoccoz, N.G., Ropert-Coudert, Y., Caron, M. y Pereira, V. 1998. Suckling and allosuckling in captive fallow deer (*Dama dama*, Cervidae). *Ethology* 104: 75-85.

## EJE TEMÁTICO ANATOMÍA, FISIOLOGÍA Y SANIDAD ANIMAL

### 1. Bloque Anatomía y Fisiología

Alzogaray V., Urrutia M Goldbaum F., Generación de inhibidores enzimáticos mediante anticuerpos de llamas

Enciso M., Huanta W., Cárdenas O., Pérez-Clariget R., Keisler D., Leptina en la alpaca hembra: estudio preliminar

Hernández M., Medina M., Saad S., Cansino K. Fernández F., Proteínas micelares de la leche de guanaco y llama

Huanca W., Cárdenas O., Sapaná R., Apaza N., Características biométricas y niveles de testosterona en vicuñas

Medina M., Saad S., Cancino K., Hernandez M., Fernandez F., Actividades de b-glucoronidasa y de g-glutamyl-transpeptidasa en la secreción láctea de llama y guanaco

### GENERACIÓN DE INHIBIDORES ENZIMÁTICOS MEDIANTE ANTICUERPOS DE LLAMAS

Alzogaray Vanina, Urrutia Mariela, Goldbaum Fernando

Fundación Instituto Leloir. Av. Patricias Argentinas 435, Bs. As, Argentina.

#### Resumen

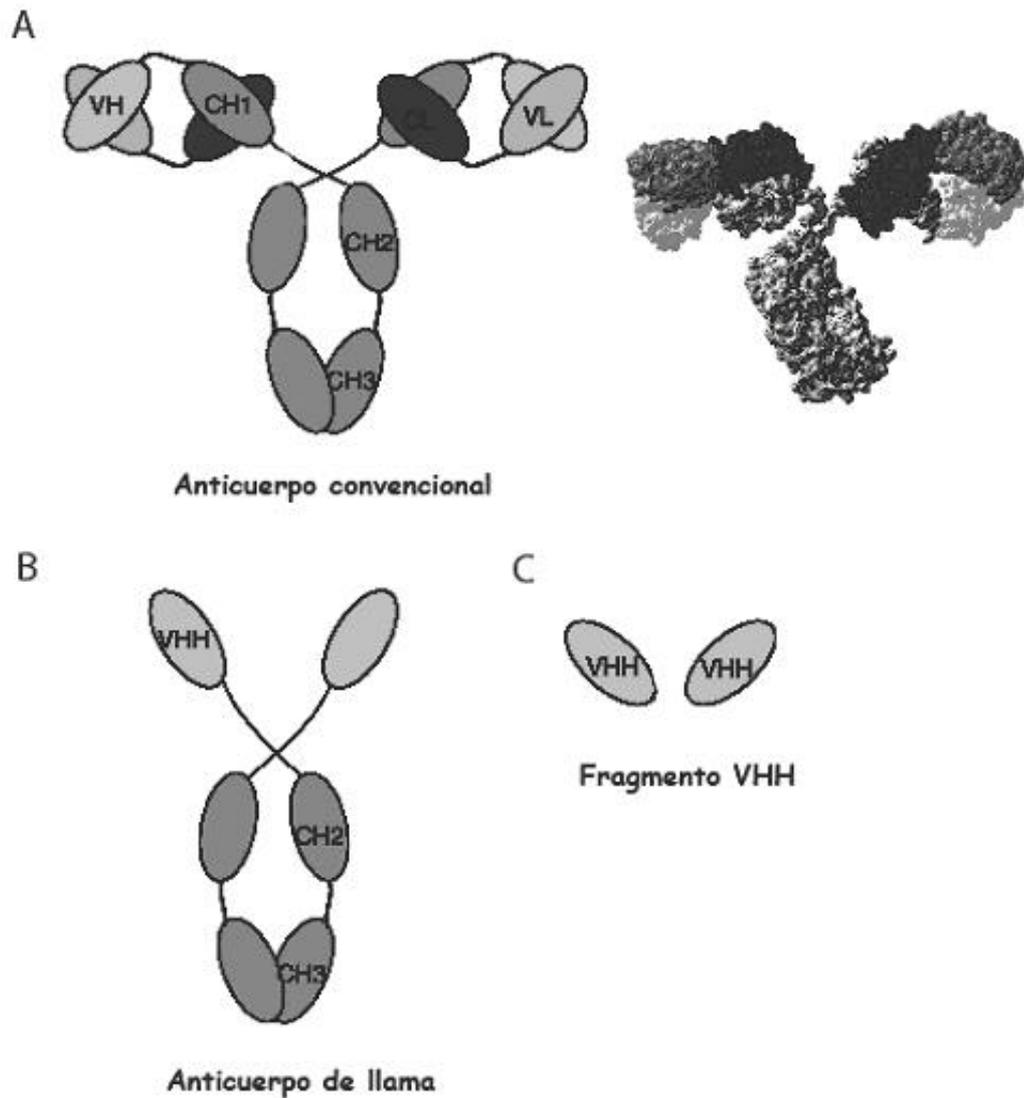
Los anticuerpos, en su mayoría, están formados por dos cadenas pesadas y dos cadenas livianas. Los camélidos tienen una característica muy particular en cuanto a sus Inmunoglobulinas. Una fracción importante de sus anticuerpos carece de cadena liviana y de parte de su cadena pesada. El sitio de unión al antígeno está formado por la región variable de la cadena pesada, denominada VHH. Estos anticuerpos desarrollan una particular estrategia de unión al antígeno, basada en la presencia de CDR3s (complementary determining region 3) muy largos capaces de penetrar en las concavidades de las proteínas que reconocen. Por ello se ha postulado su uso como inhibidores enzimáticos. Los VHHs son obtenidos de sangre periférica de llamas inmunizadas. A partir de células sanguíneas se generan bibliotecas de genes VHHs. Así, es posible clonar estos fragmentos en bibliotecas de expresión de manera más sencilla que las equivalentes bibliotecas de anticuerpos convencionales. Por lo tanto, las técnicas de obtención de fragmentos de anticuerpos con alta afinidad y especificidad a partir de camélidos son notoriamente menos trabajosas que la misma estrategia aplicada a anticuerpos convencionales. En este trabajo, exploramos la posibilidad de generar inhibidores enzimáticos mediante anticuerpos de llamas. Particularmente, el proyecto aprovecha las características expuestas de los anticuerpos de camélidos para obtener anticuerpos inhibitorios contra diferentes antígenos de patógenos causantes de enfermedades como fiebre tifoidea, brucelosis y enfermedad de Chagas.

#### Introducción

##### *Sistema Inmune*

La función esencial del sistema inmune es la de defender a nuestro organismo contra la invasión de agentes extraños (antígenos) como por ejemplo bacterias, virus y otros microorganismos. En los vertebrados, el sistema inmune está constituido por células y por anticuerpos. Los anticuerpos son moléculas (proteínas) que reconocen específicamente al agente invasor y en su mayoría están compuestos por cadenas livianas y cadenas pesadas, denominados anticuerpos convencionales. Todos los anticuerpos están divididos en regiones constantes y regiones variables. Estas últimas tienen, como su nombre lo indica, gran variabilidad de secuencia y están involucradas en el reconocimiento del antígeno [1] (Figura 1, A).

Los camélidos (flia. *Camelidae*, orden *Artiodactyla*) poseen, además de los anticuerpos convencionales otros que constan únicamente de cadenas pesadas. En los anticuerpos de cadenas pesadas, el mínimo fragmento que mantiene la capacidad de reconocer a los agentes extraños se denomina VHH [2, 3] (Figura 1, B y C).



*Figura 1: Distintos anticuerpos de camélidos. A) Estructura de un anticuerpo convencional, también presente en camélidos y esencialmente idénticos a los anticuerpos de mamíferos. A la izquierda se muestra un esquema de la molécula de camélidos. Se indican los fragmentos en los que se puede subdividir la molécula. VH: región variable de la cadena pesada. CH1,2 y 3: regiones constantes de la cadena pesada. VL: regiones variables de la cadena liviana. Negro (CL): regiones constantes de la cadena liviana. A la derecha, se muestra un modelo tridimensional de la estructura cristalografica de una molécula convencional. B) Estructura de los anticuerpos de cadena pesada de camélidos. Nótese la ausencia de cadenas livianas. C) Fragmento VHH de unión al antígeno.*

Los VHH son moléculas muy estables, los mismos son resistentes a altas temperaturas, variado pH, detergentes, etc. Además, poseen características estructurales muy particulares, entre las se puede distinguir una mayor longitud del fragmento que se une al sitio que reconoce al antígeno, confiriéndole una alta flexibilidad[3]. Este tipo de geometría se encuentra poco representada en los anticuerpos convencionales, y hace a los VHH especialmente aptos para la unión a sitios cóncavos de agentes extraños, como los sitios activos enzimáticos. De hecho, se ha reportado que de los anticuerpos contra anhidrasa carbónica desarrollados en dromedarios, sólo los VHH tienen capacidad inhibitoria[2]. También se ha demostrado que VHH de diferentes dromedarios son inhibitorios contra HEL (lizosima de huevo de gallina), observándose como fragmentos del VHH protruyen, entran al sitio activo y realizan una mímica molecular del oligosacárido sustrato de la lisozima, tanto a nivel funcional como estructural [4]. Al carecer de cadenas livianas, la región variable o VHH es el mínimo fragmento intacto de unión antigénica que se puede obtener de anticuerpos naturales, y al estar formado por una única cadena polipeptídica, es muy atractivo para ser utilizado en ingeniería de proteínas.

Así, es posible utilizar estos fragmentos VHH en bibliotecas de expresión, de manera mucho más sencilla que las equivalentes bibliotecas de anticuerpos convencionales. Es decir, las técnicas de obtención de fragmentos

de anticuerpos con alta afinidad y especificidad a partir de camélidos son notoriamente menos trabajosas que la misma estrategia aplicada a anticuerpos convencionales[4].

SpvB: una toxina crucial de *Salmonella enterica*: *Salmonella enterica* es una bacteria patógena, intracelular, agente etiológico de importantes enfermedades infecciosas como gastroenteritis y fiebre tifoidea [5]. Cuando la bacteria invade a otros organismos y se aloja en células blancas, comienza a producir una toxina denominada SpvB, crucial para la virulencia *S. enterica*. Esta enzima, causa efectos citotóxicos muy importantes sobre las células infectadas, desencadenando muerte celular [6].

## Objetivo

En el presente plan nos proponemos generar fragmentos de anticuerpos VHH con capacidad inhibitoria contra la toxina SpvB, responsable de la patogénesis bacteriana. Particularmente, el proyecto aprovecha las características expuestas de los anticuerpos de camélidos para obtener anticuerpos contra la enzima SpvB por inmunización en llamas. Las claras diferencias de los anticuerpos de camélidos con los anticuerpos convencionales sugieren que los mismos son ideales para generar anticuerpos con capacidad inhibitoria. Dichos anticuerpos serán estudiados estructural y funcionalmente mediante diversas técnicas. Estos estudios servirán para guiar el desarrollo de nuevas sustancias químicas con actividad terapéutica en la mencionada patología, y también serán de interés para el desarrollo de nuevos fármacos.

## Materiales y métodos

### *Inmunizaciones*

Se inmunizaron dos llamas con la toxina SpvB. Se realizaron seis inmunizaciones a intervalos de 20 días aproximadamente. A los 10 días, luego de la última inmunización, se extrajo sangre de la llama y se analizó la presencia de anticuerpos contra SpvB.

### *Construcción de una biblioteca de expresión en fagos de VHHs de llama*

A partir de la sangre heparinizada de la llama, se aislaron células mononucleares y mediante variadas técnicas de biología molecular se obtuvo una biblioteca con un tamaño de  $4 \times 10^7$  clones. Dicha biblioteca está representada por la totalidad de los VHHs presentes en ese momento.

### *Selección de fragmentos VHH anti-SpvB*

Se realizaron 3 rondas de “panning” para seleccionar VHHs anti-SpvB. El antígeno fue mezclado en solución con los fagos producidos en la biblioteca previamente cuantificados, a una densidad de  $1.6 \times 10^{14}$  partículas de fagos. Como control negativo se utilizaron los fagos de la biblioteca mezclados con PBS. Luego se agregó a cada tubo 100  $\mu$ l de “bolitas magnéticas con streptavidina”. Se incubó durante 15 minutos para permitir la unión del complejo: “VHH-SpvB.biot.-bolitas magnéticas con streptavidina”. El “complejo” fue separado del sobrenadante con un “imán” y se lavó 7 veces con PBST para descartar los fagos no unidos específicamente y se procedió a eluir los fagos retenidos.

El método de elución se realizó por cambio de pH aplicando a cada tubo 50mM de dietilamina pH12 durante 5 minutos agitando brevemente a temperatura ambiente. De esta forma, los fagos seleccionados fueron pasados a un tubo eppendorf conteniendo 50  $\mu$ l de TrisHCL 1M pH 7.4. 10  $\mu$ l de los fagos eluidos de cada tubo fueron utilizados para infectar 2 ml de cultivo de células XL1Blue en fase exponencial incubando 30 minutos a 37°C y alícuotas de estos cultivos fueron plaqueadas en placas de LB agar+Ampi para cuantificar.

### *Expresión y purificación de los fragmentos VHH solubles*

Se expresaron los fragmentos VHH como proteína soluble. A partir de colonias únicas se realizaron minipreps y con el DNA obtenido (cuantificado y puro) se transformaron *E. coli* de expresión HB2151, que al ser no supresoras reconocen el codón amber entre en VHH y la proteína PIII como codón stop, secretando el VHH al espacio periplasmático.

A partir de 1 litro de cultivo bacteriano se indujo la expresión del VHH agregando 1mM IPTG e incubando 4 hs a 30°C. Se aisló luego la fracción periplásmica por “shock” osmótico. El sobrenadante se dializó contra el buffer A de corrida (50mM NaH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>, 300mM NaCl, 10mM Imidazol) ON en frío. Se aplicó la fracción soluble de la diálisis a una columna de afinidad de níquel (Hi-Trap, Pharmacia) previamente equilibrada con el mismo buffer A. Las proteínas retenidas se eluyeron aplicando un gradiente continuo de 0 a 100% de 250mM Imidazol (buffer

B: 50mM NaH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>, 300mM NaCl, 250mM Imidazol) en 40 minutos. Los picos a 280nm fueron colectados y alícuotas de los mismos fueron evaluados por PAGE-SDS 15%.

#### *Ensayo de actividad enzimática de SpvB*

En este experimento se demostró la actividad enzimática de SpvB, la cual utiliza la molécula de NAD, la hidroliza y de esta forma ADP-ribosila a la actina. Se utilizó como fuente de actina un lisado de células CHO (ovario hamster chino, 1x10<sup>6</sup> células) y se mezcló con 2 ug de SpvB pura + <sup>32</sup>P-γ-NAD + 1mM ADP-ribosa y 1 mM DTT durante una hora a 37°C. Posteriormente las muestras fueron incubadas en acetona fría ON a -20°C y centrifugadas a 13.300 rpm durante 30 minutos. El pellet es lavado dos veces con acetona fría y resuspendido en loading buffer para ser sometido a movilidad electroforética. Luego, el PAGE-SDS 15% es expuesto a autoradiografía durante 24hs para poder observar la actina marcada radioactivamente.

## Resultados

#### *Inmunizaciones y evaluación de la respuesta policlonal*

Para evaluar inicialmente la posibilidad de obtener anticuerpos de llamas contra la enzima SpvB, se inmunizaron llamas con la toxina SpvB en 6 ocasiones cada 20 días. Las IgG específicas generadas durante la respuesta inmune se estudiaron por ELISA, analizando diluciones seriadas del suero obtenido. La Figura 2 muestra los resultados obtenidos.

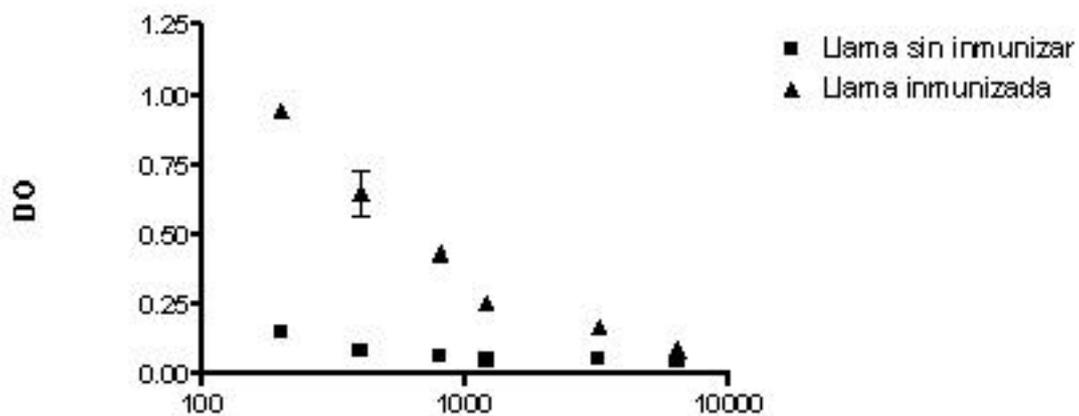


Figura 2: Respuesta del suero de llama contra SpvB. Se ensayaron diluciones seriadas del suero de llama luego de la sexta inmunización. Comparativamente se incluyó el suero de la llama antes de inmunizar.

Como se puede apreciar, la respuesta de anticuerpos de llama contra el inmunógeno está aumentada en comparación al suero pre-inmune. Este nivel de respuesta fue considerado adecuado, por lo cual se procedió a la producción de anticuerpos de llamas de cadena pesada, VHH.

#### *Obtención y selección de fragmentos VHH anti-SpvB*

La electroporación de bacterias de E.coli XL1-Blue (Sup+) con el producto de ligación permitió obtener una biblioteca de 4x10<sup>7</sup> clones.

Se procedió a seleccionar aquellos VHH específicos contra la enzima SpvB. Para tal fin, se mezcló la toxina SpvB con todos los VHH. Aquellos VHH que reconocieron a la enzima se unieron a ésta y formaron un complejo denominado "VHH-SpvB". Los VHH que no se unieron a SpvB, fueron descartados en lavados realizados posteriormente. Todos los VHH obtenidos después del primer lavado, fueron amplificados por variadas técnicas de biología molecular y fueron enfrentados nuevamente con la enzima. Este procedimiento fue realizado tres veces (tres rondas). El aumentar el número de rondas asegura obtener VHH específicos contra la toxina SpvB. En la tabla 1 se puede observar como a medida que se aumentaron las sucesivas rondas hay una importante selección de VHH que reconocen a la enzima. En resumen, se puede destacar que este método de selección permitió un enriquecimiento muy eficiente del sistema ya que el porcentaje de VHH que reconocieron a SpvB fue aumentando en las sucesivas rondas.

A partir de la primera ronda la mitad de los VHH seleccionados reconocieron a la enzima.

Rondas	VHH Positivos
Ronda 1	50%
Ronda 2	85%
Ronda 3	92,5%

Tabla 2: Porcentaje de VHHs positivos obtenidos en cada ronda. Se puede observar un aumento en el número de VHH que reconocen a SpvB a través de las distintas rondas.

#### Expresión y purificación de los fragmentos VHH seleccionados

Los VHH seleccionados contra la enzima SpvB se expresaron y purificaron para realizar experimentos posteriores. En la figura 3 se muestra un gel de proteínas con tres VHH seleccionados después de un paso de purificación. Se puede observar en el gel, que el peso molecular de los VHH es de aproximadamente 18 KDa.

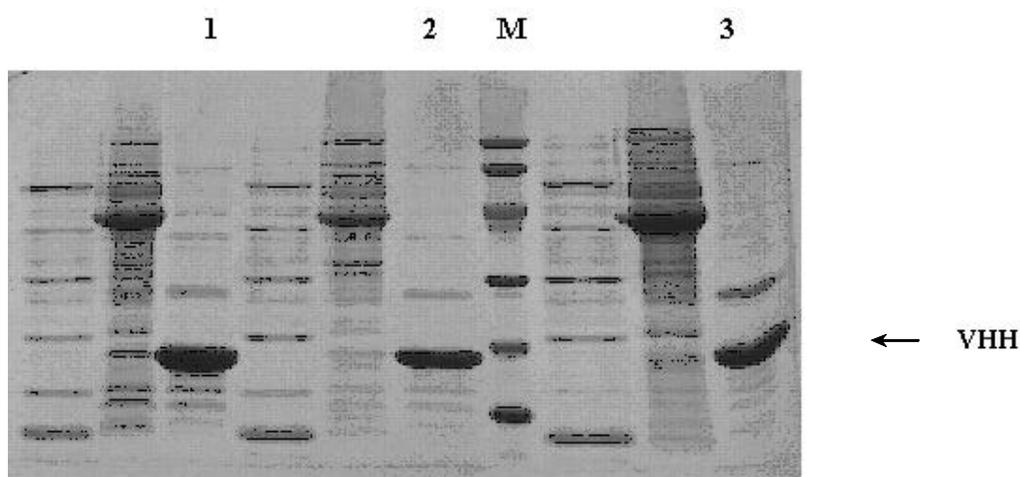


Figura 3: Visualización de tres VHH seleccionados en gel de proteínas. Calles 1, 2 y 3: VHH seleccionados. M: marcador de peso molecular.

#### Ensayo de inhibición enzimática de SpvB

A partir de los VHHs seleccionados se realizaron ensayos de inhibición de la función enzimática de SpvB, observando que todos los VHH inhiben a SpvB. Se muestra en la figura 4 un ensayo indicando que, cuando la banda esta presente en el gel, la enzima se encuentra en forma activa. Luego, cuando se agregaron los VHH seleccionados, se pudo apreciar la desaparición completa de la banda, indicando esto una importante inhibición de la actividad enzimática de SpvB mediada por los VHH seleccionados. Se agregó al siguiente experimento un control positivo, es decir un VHH seleccionado contra otra enzima, abordando el mismo un resultado positivo.

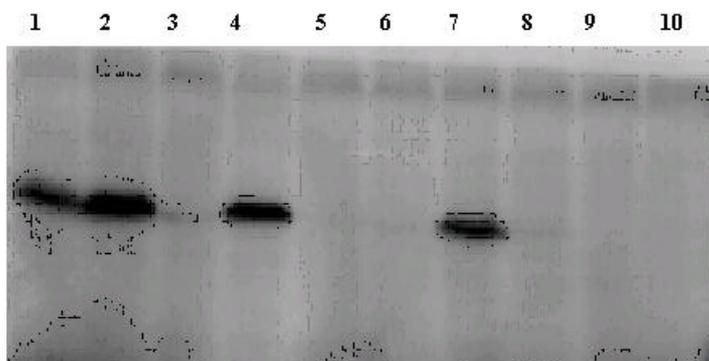


Figura 4: Inhibición enzimática mediada por los VHH seleccionados. Como se puede observar en el gel todos los VHH seleccionados inhibieron la enzima. Se agregó como control a este ensayo un VHH seleccionado contra otra enzima. 1, 2 y 4: SpvB activa; 3: control sin enzima; 7: VHH control.

## Conclusión

Mediante el empleo de varias técnicas de biología celular y molecular se pudieron obtener VHH contra SpvB, toxina crucial de la bacteria *Salmonella enterica*. También, mediante otras técnicas se pudo abordar al resultado que la totalidad de los VHH analizados inhiben a la toxina SpvB. Este resultado no resulta sorprendente ya que se ha reportado que VHH seleccionados contra diferentes enzimas, se unen preferencialmente al sitio activo de las mismas, inhibiéndolas. De Genst E et al, 2006 reportaron que 6 de 8 VHHs seleccionados contra HEL (lizosima de huevo de gallina) resultaron inhibitorios. Se resolvió por cristalografía de rayos X que los mismos se unen al sitio activo de HEL.

## Referencia Bibliográfica

- 1-Janeway CA, Travers P, Walport M, Shlomchik M (2001) Immunobiology –Cap. 9. 5ta ed. Garland Publishing, Nueva York-Londres.
- 2-Hamers-Casterman C, Atarhouch T, Muyldermans S, Robinson G, Hamers C, Songa EB, Bendahman N, Hamers R (1993) Naturally occurring antibodies devoid of light chains. *Nature*, 363, 446-448.
- 3-Muyldermans S (2001) Single domain camel antibodies: current status. *J. Biotechnol.*, 74, 277-302.
- 4-Transue TR, De Genst E, Ghahroudi MA, Wyns L, Muyldermans S (1998) Camel single-domain antibody inhibits enzyme by mimicking carbohydrate substrate. *Proteins*, 32, 515-522.
- 5-Friedrich Koch-Nolte et al.(2000) The spvB gene-product of the *Salmonella enterica* virulence plasmid is a mono (ADP-ribosyl)transferase. *Molecular Microbiology*, 37(5), 1106-1115.
- 6-Okada Nobuhiko et al. (2003) Extracellular secretion of the virulence plasmid-encoded ADP-ribosyltransferase SpvB in *Salmonella*. *Microbial Pathogenesis*, 34 : 227-238.
- 7-De Genst E, Karen Silence, Klaas Decanniere, Katja Conrath, Remy Loris, Jorg Kinne, Serge Muyldermans, Wyns L (2006) Molecular basis for the preferential cleft recognition by dromedary heavy-chain antibodies. *Proceedings National Academy Sciences United States America*. ,103(12):4586-4591.

## LEPTINA EN LA ALPACA HEMBRA: ESTUDIO PRELIMINAR

Enciso Marco A<sup>1</sup>, Huanca Wilfredo <sup>1</sup>, Cárdenas Óscar <sup>2</sup>, Pérez-Clariget Raquel <sup>3</sup>, Keisler Duane H <sup>4</sup>

<sup>1</sup> Laboratorio de Reproducción Animal, Facultad de Medicina Veterinaria, Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Av. Circunvalación 2800, San Borja, Lima, Perú

<sup>2</sup> Instituto Nacional de Investigación y Extensión Agraria, INIEA, Estación Experimental Illpa. Puno, Perú.

<sup>3</sup> Facultad de Agronomía, Universidad de la República. Montevideo, Uruguay.

<sup>4</sup> Departamento de Ciencia Animal, Universidad de Missouri. USA.

[marco.enciso@gmail.com](mailto:marco.enciso@gmail.com)

## Abstract

Leptin is a hormone synthesized in the adipose tissue. Current studies have provided evidences that leptin is an important indicator of the nutritional status, and is involved in the function of the central reproductive axis and reproductive events such as the puberty and fertility of ruminants as bovine and ovine. There are no reports about the presence and effect of this hormone in camelids. The aim of the present study was to determine serum leptin values in alpacas and to correlate it with body condition. 36 adult, non pregnant and non off-springs female alpacas were allocated in two groups, according to their body condition (BC), G1: alpacas with BC ? 3,1 and G2: alpacas with BC ? 3,0 determined on a 1-5 scale, (1: animals with nutritional deficiency and 5: animals with overweight). Blood serum samples by jugular venipuncture were taken. The samples were freezing at -20°C until their analysis. Serum leptin determination by a radioimmunoassay technique (RIA) were measured. The values for G1: 15.76±5.79 ng/ml and G2: 18.14±4.73 ng/ml were found. Leptin values reports confirm the presence of this hormone in alpacas and their possible role in relation of nutritional state need to be done in future.

Keywords: Alpaca, leptin, reproduction, nutrition, body condition, Peru.

## Introducción

Los camélidos sudamericanos (CSA) constituyen una alternativa económica de gran importancia para la población altoandina del Perú. Sin embargo, sus niveles productivos se ven drásticamente afectados por la baja eficiencia reproductiva de estas especies, la cual no es mayor del 50 % [1]. El factor nutricional es un aspecto importante relacionado con la eficiencia reproductiva en CSA. Existen estudios realizados en el Perú, en otros rumiantes domésticos, donde se señala la importancia del nivel nutricional sobre la tasa de concepción [2]. En especies domésticas, como los bovinos, se ha venido empleando el índice de condición corporal como parámetro indicador del estado nutricional de los animales. Bovinos con una pérdida de condición corporal mayor al 20 % después del parto, tienden a extender el intervalo de reinicio de actividad ovárica pos parto y por lo tanto el intervalo parto – concepción [3].

La leptina es una proteína sintetizada por el tejido adiposo y en menor grado, por el epitelio gástrico y la placenta [4, 5]. Estudios recientes sugieren que la leptina se comporta como una importante vía de señalización del estado nutricional [6, 7]. Asimismo tiene la propiedad de intervenir en el desarrollo y función del eje reproductivo central de los humanos y de los animales domésticos. Este estímulo lo ejerce principalmente al nivel del hipotálamo, modificando la pulsabilidad de la LH/GnRH a través de mecanismos que aún no están bien comprendidos. En la hipófisis, la leptina actúa en la modulación de la secreción de gonadotropinas y en las gónadas actúa de manera directa [8]. Habiéndose comprobado un rol importante en el control de la ovulación, como señal de estímulo al eje hipotálamo - hipofisiario sobre las reservas de grasa; convirtiéndose en un indicador de la función reproductiva de los mamíferos. Existen evidencias de que la leptina es funcionalmente relevante sobre el metabolismo energético y la condición corporal de rumiantes, como bovinos y ovinos [9, 10] y sobre una serie de eventos reproductivos como el inicio de la pubertad y la fertilidad [11]. En consecuencia, la leptina resulta útil para la determinación del estado nutricional, condición importante para una exitosa fertilización, gestación y lactación en la hembra.

En los CSA no existe información sobre la presencia de leptina y sus valores séricos, así como su posible relación con el estado nutricional y el comportamiento reproductivo. El objetivo del presente estudio fue evidenciar la presencia de leptina en alpacas adultas y relacionarla con la condición corporal, con el propósito de obtener valores referenciales para esta especie, que puedan servir para futuras investigaciones relacionadas al campo de la interacción nutrición - reproducción.

## Materiales y Métodos

### *Animales y lugar de estudio*

Se utilizaron animales del Centro de Investigación y Producción Quimsachata, Estación Experimental ILLPA, Instituto Nacional de Investigación y Extensión Agraria (INIEA) - Puno, situado a 4,200 msnm correspondiente a la zona agroecológica de puna seca y ubicado en la Provincia de Lampa, Departamento de Puno, Perú. Se muestrearon 36 alpacas hembras adultas no gestantes y aparentemente normales, mantenidas en las mismas condiciones de manejo y alimentadas con pasturas naturales.

### *Procedimiento experimental*

#### Toma de Muestra

Las 36 alpacas hembras adultas, mayores de tres años, con por lo menos 1 parto, fueron distribuidas en dos grupos: G1: 18 alpacas con condición corporal (CC)  $\geq 3,1$ ; y G2: 18 alpacas con CC  $\geq 3,0$ . La condición corporal se obtuvo en base a una observación subjetiva, de acuerdo a la escala de 1 - 5, donde 1: muy delgada y 5: muy gorda [12, 13]. Se colectaron muestras de sangre por punción de la vena yugular para obtener suero. Las muestras de suero fueron mantenidas a una temperatura de - 20° C hasta su análisis.

#### Análisis de leptina

El análisis de los niveles de leptina de las muestras fue realizado en el Centro de Investigaciones Nucleares, Universidad de la República, Montevideo, Uruguay. Se empleó la técnica de Radioinmunoanálisis (RIA), según el protocolo descrito [14].

#### Análisis de datos

Los datos obtenidos se resumieron en tablas utilizando medidas de tendencia central y dispersión. Se empleó la prueba t de Student, para determinar la diferencia entre los valores de leptina de G1 y G2.

## Resultados y Discusión

Los resultados obtenidos se presentan en la Tabla 1, donde se observa que las medias  $\pm$  DS en G1 fue menor con comparación de G2.

Tabla 1: Valores séricos de leptina en dos grupos de alpacas con diferente condición corporal.

Grupos	Valores séricos de leptina (en ng/ml)
G1: alpacas con CC ? 3,1	15,76 ± 5,79
G2: alpacas con CC ? 3,0	18,14 ± 4,73

El análisis de los resultados indica que no existe diferencia estadística significativa de los valores de leptina entre ambos grupos (G1 y G2) ( $p < 0,05$ ).

Estos resultados confirman la presencia de la leptina en alpacas, siendo el primer reporte que señala la presencia de esta hormona en los CSA, coincidiendo con referencias en la literatura que sugieren que la leptina se encuentra presente en todos los vertebrados, especialmente los mamíferos [5]. Los valores encontrados nos indican una tendencia a diferencias entre el grupo G1 y G2, siendo los animales con menor condición corporal quienes presentan los valores más altos, sin embargo, la prueba estadística empleada nos demuestra que no existe diferencia entre los dos grupos. Estudios realizados en especies domésticas como bovinos y equinos [9, 15] nos indican que a mayor nivel de condición corporal, la concentración de leptina es relativamente más elevada. En tal sentido se hubiera esperado encontrar similares parámetros. Se requiere realizar estudios con una mayor cantidad de animales, incluyendo muestras de animales con condición corporal extrema, ya que esto tal vez podría evidenciar mayores diferencias; sin embargo hay que mencionar que en las alpacas no son evidentes los diferentes grados de condición corporal como ocurre en otras especies.

## Conclusiones

Los resultados obtenidos nos permiten confirmar la presencia de la leptina en alpacas. Existe una tendencia no significativa ( $P < 0,05$ ) de la condición corporal sobre los niveles de leptina encontrados. Es necesario continuar estudiando ésta hormona para determinar su efecto sobre el comportamiento reproductivo de la alpaca, además de su posible rol con el estado nutricional.

## Bibliografía

- Novoa, C. 1991. Fisiología de la reproducción en la hembra. En: Avances y perspectivas del conocimiento de los camélidos sudamericanos, Fernández Baca, S. (ed.). FAO. Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe. Santiago - Chile. pp: 91-109.
- Huancá, W.; H. Huamán; J. Camacho y A. Ampuero. 2005. Suplementación alimenticia y destete temporal sobre el intervalo parto - primera ovulación en ganado cebuino. Resúmenes XIX Reunión de la Asociación Latinoamericana de Producción Animal. 3p. Asociación Latinoamericana de Producción Animal (ALPA) Tampico-México.
- Butler, W.R. 2005. Relationships of negative energy balance with fertility. *Advances in Dairy Technology*. 17: 35-46.
- Houseknecht, K.L.; C.A. Baile; R.L. Matteri; M.E. Spurlock. 1998. The biology of leptin: A review. *Journal of Animal Science*. 76: 1405-1420.
- Friedman, J.M.; J.L. Halaas. 1998. Leptin and the regulation of body weight in mammals. *Nature*. 395(22): 763-770.
- Zieba, D.A.; M. Amstalden; G.L. Williams. 2005. Regulatory roles of leptin in reproduction and metabolism: A comparative review. *Domestic Animal Endocrinology*. 29: 166-185.
- Spicer, L.J. 2001. Leptin: a posible metabolic signal affecting reproduction. *Domestic Animal Endocrinology*. 21: 251-270.
- Clarke, I.J.; B.A. Henry. 1999. Leptin and reproduction. *Reviews of Reproduction*. 4: 48-55.
- Chilliard, Y.; C. Delavaud; M. Bonnet. 2005. Leptin expression in ruminants: Nutritional and physiological regulations in relation with energy metabolism. *Domestic Animal Endocrinology*. 29: 3-22.
- Delavaud, C.; A. Ferlay; Y. Faulconnier; F. Bocquier; G. Kann; Y. Chilliard. 2002. Plasma leptin concentration in adult cattle: Effects of breed, adiposity, feeding level, and meal intake. *Journal of Animal Science*. 80: 1317-1328.
- Williams, G.L.; M. Amstalden, M.R. García; R.L. Stanko; S.E. Nizielski; C.D. Morrison; D.H. Keisler. 2002. Leptin and its role in the central regulation of reproduction in cattle. *Domestic Animal Endocrinology*. 23: 339-349.
- Bertot, J.A. ; A. Vázquez ; R. Avilés ; R. Vázquez. 2000. Relación entre los cambios de condición corporal y la

fertilidad postparto en vacas mestizas Holstein x Cebú. Revista de Producción Animal (Cuba). 12:103-106.  
Huanca, W.; J. Camacho; A. Cordero; A. Ampuero; B. Santiago; C. Quiñones. 1998. Evaluación clínica testicular y biometría de alpacas machos en la sierra central. Resúmenes XXI Reunión Científica Anual de la Asociación Peruana de Producción Animal. pp:167-169. Asociación Peruana de Producción Animal (APPA) Puno - Perú.  
Ma, Z.; R.L. Gingerich; J.V. Santiago; S. Klein; C.H. Smith; M. Landt. 1996. Radioimmunoassay of leptin in human plasma. Clinical Chemistry. 42(6): 942-946.  
Buff, P.R.; A.C. Dodds; C.D. Morrison; N.C. Whitley; E.L. McFadin; J.A. Daniel; J. Djiane; D.H. Keisler. 2002. Leptin in horses: Tissue localization and relationship between peripheral concentrations of leptin and body condition. Journal of Animal Science. 80: 2942-2948.

## PROTEÍNAS MICELARES DE LA LECHE DE GUANACO Y LLAMA

Hernández Marcela<sup>1,2</sup>, Medina Mirta<sup>2</sup>, Saad Silvia<sup>2</sup>, Cansino Karina<sup>3</sup>, Fernández Francisco<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Fundación Miguel Lillo, Miguel Lillo 251.

<sup>2</sup>Facultad de Ciencias Naturales e IML, Miguel Lillo 205, San Miguel de Tucumán.

<sup>3</sup>INTA Abrapampa, Jujuy  
magmarce2@yahoo.com.ar

### Resumen

Las micelas lácteas son partículas complejas constituidas por proteínas y fosfato de calcio. Su función es proporcionar estos nutrientes a la cría. La estructura de las micelas, la cual constituye un problema abierto, está determinada por la necesidad de mantener en suspensión las caseínas. En nuestros estudios anteriores observamos que la leche de otras especies de mamíferos tiene proteínas adicionales asociadas a las caseínas. El objetivo del presente trabajo fue estudiar las proteínas micelares de Lama guanicoe y Lama glama. Los métodos utilizados incluyeron separación de micelas y electroforesis en distintas condiciones. Las muestras utilizadas correspondieron a caseínas de leche madura de guanaco y precalostro y calostro de llama. Los resultados mostraron que las especies estudiadas presentan proteínas micelares adicionales a las caseínas que a) tienen pesos moleculares varían entre 20 y 120 kDa, b) no guardan relación proporcional con las concentraciones de caseína, c) son independientes de los polímeros de caseína, d) muestran patrones similares en ambas especies, con mayor número de bandas en el precalostro de llama e) el patrón es distinto al de otras especies. Las caseínas monoméricas del precalostro de llama presentan tres bandas principales. La leche madura de ambas especies solo dos bandas.

### Introducción

La leche contiene todos los nutrientes requeridos para el crecimiento y desarrollo del neonato. Los componentes principales de la leche comprenden proteínas específicas, grasas diseñadas para ser digeridas fácilmente, lactosa que es el principal hidrato de carbono y oligosacáridos. Asimismo contiene minerales, vitaminas y numerosos compuestos que tienen importantes funciones, entre las cuales hay que destacar las vinculadas a la defensa antimicrobiana y las endócrinas [3].

Estos componentes responden a una organización general en compartimientos: a) los lípidos están contenidos en glóbulos grasos, b) la mayoría de las proteínas formando dispersiones coloidales, denominadas micelas, c) casi todos los minerales y la totalidad de la lactosa se encuentran en solución verdadera [6].

Las micelas de la leche son partículas complejas constituidas en su mayor parte por proteínas características, las caseínas y por una porción considerable de calcio y de fosfato indispensables para el desarrollo de la cría.

La estructura de las micelas de caseínas está fuertemente determinada por la necesidad de mantener en suspensión este tipo de proteínas en la leche de los mamíferos, las cuales representan, en los artiodáctilos, la mayor parte del aporte proteico que la madre entrega a la cría durante la lactancia [1]. En la leche de la mayor parte de los artiodáctilos se han descrito cuatro tipos de caseínas principales:  $\alpha_1$ -caseína,  $\alpha_2$ -caseína,  $\beta$ -caseína y  $\kappa$ -caseína y algunas formas menores que se originan de la proteólisis de las caseínas primarias por acción de proteasas presentes en la leche [2]. Las moléculas de caseína, fundamentalmente la  $\beta$ -Cn y los dos tipos  $\alpha$ -Cn son lo suficiente-

mente hidrofóbicas como para precipitar en el medio lácteo si no hubiera otras moléculas que las mantengan en suspensión. Existe coincidencia sobre el hecho que la k- Cn contribuye en gran medida a mantener en suspensión al resto de las caseínas [10] merced a su estructura anfipática determinada por un sector hidrofóbico y otro hidrofílico glicosilado. La existencia de otras proteínas entre las caseínas, como el caso del plasminógeno [11], es interesante y demuestra que la estructura de las micelas es muy compleja.

La estructura de las micelas de caseína es un tema muy discutido y se han elaborado una serie de modelos que Phadungath (2005) [7] los agrupa en tres categorías: modelos de “centro-cubierta”, modelos de “subunidades” y modelos que tienen en cuenta la “estructura interna de las micelas”. Cada uno de estos modelos fueron propuestos por primera vez en los años sesenta, modificando los modelos originales con información adicional obtenida en subsiguientes investigaciones. En estudios anteriores de nuestro grupo de trabajo, observamos que en la leche de otras especies de mamíferos aparecen proteínas adicionales asociadas a las caseínas [5]. El objetivo del presente trabajo fue estudiar las proteínas micelares de *Lama guanicoe* y *Lama glama*.

## Materiales y Métodos

Las muestras utilizadas correspondieron a animales provenientes del INTA Bariloche, INTA de Abrapampa y de productores particulares de la zona del Infiernillo, Tucumán. Las muestras consistieron en leche madura de guanaco (n=1) y precalostro (n=1), calostro (n=3) y leche madura de llama (n=5).

En las muestras estudiadas se precipitaron las caseínas con buffer acetato de sodio 0,5 M, pH 4,3 ; se centrifugaron y posteriormente se realizaron sucesivos lavados con el mismo buffer, luego con agua destilada y finalmente con Tris HCl 20 mM NaCl 130 mM, pH 7,2. El precipitado obtenido fue resuspendido a su volumen original con buffer Tris-HCl 1M, pH 6,8.

Con el material de los precipitados mencionados se realizaron electroforesis en geles de poliacrilamida con dodecilsulfato de sodio (PAGE-SDS) según el método de Laemli modificado por Harris y Angal [4]. Estas electroforesis se efectuaron en ausencia y presencia de agentes reductores (2- mercaptoetanol y ditiotreitól). Los geles se escanearon y digitalizaron y se determinaron las concentraciones correspondientes a las distintas bandas proteicas.

## Resultados

Los resultados mostraron que las dos especies estudiadas, *Lama guanicoe* y *Lama glama* presentan proteínas micelares adicionales a las caseínas. Estas proteínas se evidenciaron en un total de nueve bandas, de las cuales ocho eran suficientemente definidas. Estas proteínas adicionales de las micelas tienen pesos moleculares que varían entre 20 y 120 kDa. Asimismo, de estas nueve bandas, cuatro tenían un peso molecular menor a 30 kDa y cinco poseían pesos moleculares mayores. Entre las características salientes se observa que no guardan una relación proporcional con las concentraciones de caseína y que son independientes de los polímeros de caseína formados por puentes disulfuro. Cabe mencionar que las proteínas encontradas en leche y calostro de las dos especies, muestran patrones parecidos. En el Cuadro 1 se observan los porcentajes de proteínas totales correspondientes, por una parte, a las caseínas, y por otra parte a las proteínas asociadas. Independientemente de lo mencionado hay que señalar que el precalostro de llama, que es la única muestra de este tipo, puesto que de la otra especie no hemos conseguido material precalostroal, tiene una composición diferente a la del calostro. De hecho la secreción precalostroal tiene una mayor cantidad de bandas de proteínas asociadas a las caseínas, como así también una mayor cantidad absoluta de proteínas, lo que se evidencia en el Cuadro I por el mayor porcentaje de proteínas asociadas en relación a las muestras calostrales y leche madura.

Cuadro 1  
Porcentaje de Proteínas Pertenecientes a las Caseínas  
y a Proteínas Asociadas a las Micelas

Muestra Micelas	Caseínas %	Proteínas Asociadas %
<i>Lama guanicoe</i>		
Calostro	87,10	12,90
Leche Madura	87,0 ± 4,38	13,03 ± 4,38
<i>Lama glama</i>		
preCalostro	75,65	24,35
Calostro	84,38	15,62
Leche madura	92,40	7,59

En cuanto a las caseínas monoméricas de ambas especies, las del precalostro de llama presentan tres bandas electroforéticas principales. En cambio, en la leche madura de ambas especies aparecen dos bandas principales, cuyos pesos moleculares coinciden con las de  $\alpha$  y  $\beta$ -caseínas

## Discusión

Lo descrito en resultados es compatible con un patrón estructural en el cual estas proteínas asociadas jugarían un rol adicional en el mantenimiento de la solubilidad (dispersión) de las micelas de caseína. De hecho la estructura de las micelas constituye un armazón de tamaño variable, con una distribución de volúmenes que suele ser algo diferente para cada especie. En el caso de las micelas de camélidos tienen un tamaño medio similar a las correspondientes a los bóvidos (Fernandez y Hernández, inédito).

Debido a la cantidad en masa correspondiente a las moléculas de proteínas asociadas a la micelas, la cual es relativamente grande, es lógico suponer que estas proteínas se encuentran distribuidas en toda la micela, y no solamente en el exterior de ésta.

Los diferentes modelos a los que ya se hizo mención, son compatibles con una estructura en la cual existan sitios hidrofóbicos que, aun cuando no estén expuestos, puedan ser accesibles desde el medio acuoso. En este contexto la posibilidad de que estos sitios sean cubiertos por los sectores hidrofóbicos correspondientes a otras proteínas no-caseínicas es altamente posible, y consideramos que, de hecho, ello ocurre en el medio lácteo. La mayor capacidad de suspensión de las micelas debida a la presencia de estas moléculas constituiría evolutivamente, una característica a favor de la cual existiría una presión de selección.

Los patrones de bandas proteicas asociadas a las micelas guardan un cierto parecido en las dos especies, lo cual es esperable dado que ambas especies se encuentran muy relacionadas. La similitud entre los patrones es tal que proporciona una semejanza mayor que aquellas que hemos encontrado entre otras especies [8]. Si tomamos como referencia los pesos moleculares obtenidos a partir del análisis electroforético encontramos que, si se exceptúa una banda perteneciente al precalostro de llama, de las siete bandas restantes, cinco de ellas son comunes a llama y guanaco, o sea más de un 70%. Este valor tan alto de similitud no lo hemos encontrado en las comparaciones entre otras especies [8]. Incidentalmente debemos mencionar que no hemos conseguido precalostro de guanaco para comparar con el correspondiente de llama.

Sobre la presencia de solo dos bandas de caseína evidenciables en PAGE-SDS, debemos mencionar que en trabajos previos hemos comprobado la existencia de  $\beta$ -Cn,  $\alpha$ -Cn y  $\gamma$ -Cn en la leche de camélidos sudamericanos [9], detectando y caracterizando tres bandas correspondientes a las caseínas mencionadas, las cuales no resuelven en PAGE-SDS en leche madura por superponerse dos de ellas debido a la similitud de sus pesos moleculares, lo cual atribuimos a glicosilación y fosforilación diferencial entre precalostro, calostro y leche madura.

Por otra parte, y en lo relacionado con la presencia de estas proteínas en la secreción láctea, y dada la estrecha relación existente entre las cuatro especies de camélidos de nuestro continente, consideramos que estas proteínas también deben encontrarse en vicuña y alpaca.

En conclusión, las micelas de caseínas de la secreción láctea de llama y guanaco poseen proteínas asociadas, las cuales representan un porcentaje importante, cerca del 12%, del total de proteínas que las componen, que no se corresponden con los polímeros de caseínas, y que muestran diferencias menores entre especies. Estimamos que estas proteínas asociadas favorecen la estabilidad de las micelas en el medio acuoso.

## Bibliografía

- Dalgleish, D. G. 1998. Casein micelles as colloids: surface Structures and stability. *Journal of Dairy Science* 81: 3013-3018
- Farrell Jr, H.M, R. Jimenez Flores, G.T. Bleck, E.M. Brown, J.E. Butler, L.K. Creamer, C.L. Hicks, C.M. Hollar, K.F. Ng-Kwai-Hang, and H.E. Swaisgood. 2004. Nomenclature of the proteins of cow's milk. Sixth revision. *Journal of Dairy Science*. 87: 1641-1674.
- Fernández, F. M. y S. Saad de Schoos. 1999. Funciones de los componentes de la leche. Un enfoque biológico. Opera Lilloana 44. Fundación Miguel Lillo, Tucumán.
- Harris, E. L.V. y S. Angal. 1989. Protein purification methods. A practical approach. IRL at Oxford University Press, New York. 317 pp.
- Hernández, M.; S. Saad; E. Casanave; F. M. Fernández; M. Uhart; A. Vila. Polímeros de caseínas en la leche de varias especies de mamíferos. 2001. *Mastozoología Neotropical*. 8 (1): 15-20.
- Jensen, R.; B. Blanc and S. Patton. 1995. Particulate constituents in human and bovine milk. In R. G. Jensen ?Ed?, *Handbook of Milk Composition*. Academic Press, San Diego, New York 317 pp.

- Phadungath, Ch. 2005. Casein micelle structure: a concise review. *Songklanakarin Journal of Science and Technology*. 27: 201-212.
- Hernandez, M.; F.M. Fernandez. 2005. Las micelas de caseínas tienen distinta composición interespecífica debido a las proteínas asociadas. Presentado para publicación en *Acta Zoológica Lilloana*. F.M.L. Argentina.
- Ruiz, M., Medina, M.; G. Rebuffi, M. Hernandez 2001. Macromolecular casein associations present in Vicugna vicugna milk. (Comunicación). *Biocell* 25 (1).
- Shekar, P. Ch., S. Goel, S. Deepa Selvi Rani, D. Partha Sarathi, J. L. Alex, S. Singh, and S. Kumar. 2006. “?-Casein- deficient mice fail to lactate”. *PNAS* 103 (21): 8000-8005.
- Wang, L., K.D. Hayes and L.J. Mauer. 2006. “Fluorescent labeling study of plasminogen concentration and location in simulated bovine milk systems”. *Journal of Dairy Science* 89 : 58-70

## CARACTERÍSTICAS BIOMÉTRICAS EN VICUÑAS (*Vicugna vicugna*) MACHOS Y HEMBRAS Y NIVELES DE TESTOSTERONA EN VICUÑAS (*Vicugna vicugna*) MACHOS.

Huanca Wilfredo<sup>1</sup>, Cárdenas Oscar<sup>2</sup>, Sapana Romulo<sup>2</sup>, Apaza Nolberto<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Laboratorio de Reproducción Animal – Facultad de Medicina Veterinaria – Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Av. Circunvalación 2800. Apartado 03-5034, Salamanca-Lima –3, Perú.

<sup>2</sup> Programa Nacional de Investigación en Camélidos - Instituto Nacional Investigación Agraria EE ILLPA INIA. Rinconada Salcedo s/n – Puno- Perú  
email: whuanca2002@yahoo.com

### Abstract

Present study was carried out to obtain information about biometrics characteristics in male and female vicugna and Testosterone profile and testicular measurements in male vicugna (*Vicugna vicugna*). 155 vicugna (107 males and 48 females) were evaluated during chaccu activities in the community of Picotani – Puno in the south of Peru. Were registered the following measurements: Tall (T), Toraxic perimeters (PT) and large (L) to all animals. Age was estimated according tooth-wort classification as follow: a) Baby milk tooth (CDL); b) 4 tooth or tuis (4D) y c) full mouth or adults (BLL). Testicular measurement in male was large x width and serum sample were to obtained to testosterone determination by radioimmunoassays (RIA) in all class. Biometrics measurements were a) CDL: T  $82.3 \pm 1.3$  and  $82.8 \pm 5.1$ ; PT:  $78.3 \pm 3.7$  and  $82.0 \pm 5.7$ ; L :  $53.6 \pm 4.6$  and  $53.1 \pm 2.6$ ; b) 4D: T :  $90.2 \pm 1.2$  and  $87.9 \pm 3,7$  PT:  $89.0 \pm 3.1$  and  $87.1 \pm 4.2$ ; L:  $63.2 \pm 4.7$  and  $59.0 \pm 2.8$  and c) BLL: T:  $89.8 \pm 2.7$  and  $88.5 \pm 3.1$ ; PT:  $90.1 \pm 2.7$  y  $88.9 \pm 3.6$ ; L:  $61.4 \pm 3.1$  y  $62.2 \pm 5.6$ ; to male and female, respectively. Testicular measurements were a) CDL:  $1.5 \pm 0.5$  x  $1.4 \pm 0.6$  cm; b) 4D:  $2.6 \pm 0.3$  x  $2.5 \pm 0.3$  y c) BLL:  $3.2 \pm 0.4$  x  $3.1 \pm 0.4$  cm. Testosterone concentration was a) CDL:  $14.5 \pm 4.9$  pg/ml; b) 4D:  $111.2 \pm 99.2$  pg/ml y c) BLL:  $116.1 \pm 65.2$  pg/ml. Results permit to arrange information to others studies in vicugna.

Keys Words: Camelids, vicugna, biometrics measurements, testosterona profiles.

### Introducción

La explotación de las especies no domésticas de camélidos, como las vicuñas, representan un recurso de alto valor económico por la calidad de la fibra para las comunidades altoandinas del país. Sin embargo, en la actualidad solo se maneja como un recurso extractivo sin existir un programa de uso racional. Los esquemas de manejo, con la inclusión de áreas restringidas para el desplazamiento de las vicuñas, podrían en un futuro afectar la variabilidad genética de la especie y posiblemente tengan un efecto negativo sobre la sostenibilidad de la explotación de las vicuñas.

Los estudios relacionados a las características biométricas y más aún a los aspectos reproductivos son escasos. El macho representa un componente importante en el proceso reproductivo de todas las especies domésticas y no domésticas. Las características de libido de los machos esta determinado por lo niveles de testosterona circulante y esta relacionado con el desarrollo testicular [1]

En nuestro país existen escasos reportes referidas a estas características, por lo que el presente trabajo esta orientado a obtener información sobre las características biométricas en vicuñas hembras y machos y determinar las variaciones en el tamaño testicular y niveles de testosterona en las vicuñas de diferente edad, que pueden servir como valores referenciales para posteriores estudios.

## Materiales y Métodos

Se realizó la evaluación de 155 vicuñas (107 machos y 48 hembras), de diferente edad, durante el manejo anual para la esquila o “chaccu” realizado en la comunidad campesina de Picotani, en el Departamento de Puno, al sur del Perú. Se realizó una identificación correlativa de los animales y una estimación de la edad, en base a la clasificación dentaria en las siguientes categorías: a) Crías Dientes de Leche (CDL) con edad aproximada de 8 meses; b) 4 Dientes o tuís (4D) edad menor a 2 años y c) Boca llena o adultos (BLL), mayor a 2 años. Se registraron las siguientes medidas biométricas: a) talla a la cruz (T); b) Perímetro torácico (PT) y c) largo de la nuca a la base de la cola (L). En los machos se registro tamaño testicular (largo y ancho), con la ayuda de un escalímetro y la medida de la consistencia testicular, basada en la palpación de cada testículo y en base a una clasificación utilizada para evaluar toros y carneros [2].

Una muestra de 5 ml. de sangre fue obtenida en vacutainers estériles, por punción de la vena yugular, para determinar los niveles de testosterona en suero. Las muestras fueron centrifugadas a 3000 r.p.m. por 10 minutos para obtener el suero, el mismo que fue rotulado y posteriormente mantenido en congelación a  $-20^{\circ}\text{C}$  hasta su análisis en el laboratorio de reproducción de la Facultad de Medicina Veterinaria – UNMSM, en Lima. Se utilizó la técnica de Radioinmuno análisis (RIA) usando KITS comerciales DPC. Los datos fueron analizados por estadística descriptiva.

## Resultados y Discusión

Los resultados obtenidos en las medidas biométricas se presentan en el cuadro 1. Los valores de talla, perímetro torácico y largo, varían según edad y en menor grado por el sexo. Hay que señalar que la actividad fue realizada en el mes de noviembre y las crías tienen una edad aproximada de 8 meses y ello podría explicar las mínimas diferencias de talla entre sexo de los animales Diente de Leche. Respecto a las demás medidas se mantiene la tendencia con una ligera diferencia por edad pero no por sexo.

Cuadro 1.- Características biométricas, según edad y sexo en vicuñas (Prom.  $\pm$  DS)

CARACTERÍSTICAS BIOMÉTRICAS	EDAD DENTARIA		
	TALLA (T) (n)	PERÍMETRO TORÁXICO (PT)	LARGO (L)
CRIAS DIENTE LECHE (CDL) (n=20)	MACHOS (14) 82,3 $\pm$ 1,3	78,3 $\pm$ 3,7	53,6 $\pm$ 4,6
	HEMBRAS (6) 82,8 $\pm$ 5,1	82,0 $\pm$ 5,7	53,1 $\pm$ 2,6
TUIS O 4 DIENTES (4D) (n= 56)	MACHOS (42) 90,2 $\pm$ 1,2	89,0 $\pm$ 3,1	63,2 $\pm$ 4,7
	HEMBRAS (14) 87,9 $\pm$ 3,7	87,1 $\pm$ 4,2	59,0 $\pm$ 2,8
BOCA LLENA (BLL) (n= 79)	MACHOS (31) 89,8 $\pm$ 2,7	90,1 $\pm$ 2,7	61,5 $\pm$ 3,1
	HEMBRAS (28) 88,5 $\pm$ 3,1	88,9 $\pm$ 3,6	62,3 $\pm$ 5,6

BLL : Boca llena ; 4 D : 4 dientes; 2D : Dientes de leche

El cuadro 2 presenta los resultados observados en medidas testiculares y niveles de testosterona. Se puede observar que son de menor tamaño que los tamaños de testículos reportados en las alpacas [3] con medidas de  $4,2 \pm 0,6 \times 2,5 \pm 0,4$  y  $4,2 \pm 0,6 \times 2,5 \pm 0,4$ ; para largo x ancho del testículo derecho e izquierdo respectivamente. Los perfiles de testosterona expresados en pg/ml son mas elevados en los animales con boca llena y 4 dientes respecto a los de 2 dientes, explicable por la menor edad de estos últimos. Los niveles de Testosterona entre animales con boca llena y 4 dientes no registran diferencias lo que permitiría considerar que los animales con 4 dientes tienen una capacidad reproductiva similar a los adultos y posiblemente son los machos que podrían remplazar a los adultos en las siguientes campañas.

Cuadro 2.- Medidas testiculares en vicuñas

EDAD	MEDIDAS TESTICULARES		NIVELES TESTOSTERONA (pg/ml)
	TESTICULO DERECHO IZQUIERDO	TESTICULO	
Crías Dientes leche (CDL) (n= 14)	1,5 $\pm$ 0,5 x 0,9 $\pm$ 0,4	1,4 $\pm$ 0,6 x 0,9 $\pm$ 0,4	14,53 $\pm$ 4,92
4 Dientes (4D) (n= 42)	2,6 $\pm$ 0,3 x 1,8 $\pm$ 0,2	2,5 $\pm$ 0,3 x 1,8 $\pm$ 0,2	111,21 $\pm$ 99,17
Boca Llena (BLL) (n= 51)	3,2 $\pm$ 0,4 x 2,2 $\pm$ 0,4	3,1 $\pm$ 0,4 x 2,1 $\pm$ 0,3	116,07 $\pm$ 65,21

Estos resultados nos permite disponer de informaciones referenciales de las vicuñas y que podría ser de utilidad para posteriores estudios con el propósito de determinar si existen cambios atribuibles a los esquemas de manejo realizados en la actualidad.

## Bibliografía

- 1.- Galloway D. 1977. Assessment of male reproduction function and dysfunction. I Symposium Internacional "Avances en Reproducción de rumiantes" p. 106 – 116.
- 2.- Mc Gowan M.; Galloway D.; Taylor E.; Entwistle K.; and Johnston P. 1995. The Veterinary examination of bulls. Australian Association of Cattle Veterinarian. Queensland, Australia.
- 3.- Huanca W.; Camacho J.; Cordero A.; Ampuero A.; Santiago B.; y Quiñonez C. 1998. Evaluación Testicular y biometría de alpacas machos en la sierra central. Resumen de la XXI Reunión Científica APPA – p. 167 – 169 – Puno

## ACTIVIDAD DE $\beta$ -GLUCURONIDASA Y $\gamma$ -GLUTAMILTRANSPEPTIDASA EN LA SECRECIÓN LÁCTEA DE LLAMA Y GUANACO

Medina Mirta<sup>1</sup>, Saad Silvia<sup>1</sup>, Cansino Karina<sup>2</sup>, Hernández Marcela<sup>1-3</sup>, Fernández Francisco<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Ciencias Naturales e IML, UNT, Miguel Lillo 205

<sup>2</sup>INTA, San Carlos de Bariloche, Villaverde

<sup>3</sup>Fundación Miguel Lillo, Miguel Lillo 251, Tucumán, Argentina.

[medmirta@yahoo.com.ar](mailto:medmirta@yahoo.com.ar)

## Resumen

La  $\beta$ -glucuronidasa y la  $\gamma$ -glutamyltranspeptidasa son enzimas presentes en numerosos tejidos animales y también se encuentra en la leche de los mamíferos. Este trabajo tiene como objetivo medir la actividad de las citadas enzimas en el calostro y precalostro de llama y determinar la actividad de  $\beta$ -glucuronidasa en leche madura de guanaco. Las muestras de llama se obtuvieron del INTA de Abrapampa, Jujuy y las de guanaco del INTA de San Carlos de Bariloche. Para medir la actividad de  $\beta$ -glucuronidasa se utilizó como sustrato fenoltaleína-glucurónido. Para determinar la actividad de  $\gamma$ -GGT se utilizó el método cinético de hidrólisis del sustrato  $\gamma$ -glutamyl-p-nitroanilida. Los valores para  $\beta$ -glucuronidasa en precalostro, calostro y leche madura de llama fueron: 20,7; 22,64; 0,22 mmoles/h/ml. Para la  $\gamma$ -GGT los valores de actividad fueron 491; 1.037; 185 U/L respectivamente. La actividad de la  $\beta$ -Glucuronidasa para la leche madura de guanaco fue de 0,13 mmoles/h/ml. En precalostro y calostro de llama, las actividades para ambas enzimas, fueron mayores que en la leche madura. Aún con variaciones intraespecíficas estas diferentes actividades de estas proteínas indican funciones diferenciales y constituyen útiles marcadores de los procesos fisiológicos tisulares durante la lactación.

## Introducción

En la leche existen numerosas enzimas con distintas funciones y significados fisiológicos. Sin embargo, de la mayor parte de ellas, no se conocen funciones definidas en la propia leche. En rigor, debemos mencionar que los valores de actividad para las dos enzimas objeto del presente estudio solamente se conocen en una veintena de especies de mamíferos [1]. Una de ellas, la  $\beta$ -glucuronidasa que se encuentra en numerosos tejidos animales y vegetales, cataliza la hidrólisis de  $\beta$ -glucurónidos, transfiriendo radicales glucuronilos a aceptores de alcoholes. Por otro lado se encuentra  $\gamma$ -glutamyltranspeptidasa (GGT) que es una enzima que está presente tanto en forma soluble como inserta en la membrana de varios tipos celulares y cataliza la transferencia de restos de ácido glutámico entre diversos aceptores. Si bien se desconoce el papel que juegan estas enzimas, en el caso de la  $\beta$ -glucuronidasa se la ha vinculado con algunas patologías del neonato. En el caso de la GGT, se le han atribuido relaciones con la síntesis diferencial de proteínas, por su intervención en el transporte de aminoácidos a través de la membrana celular. Nuestro grupo ha determinado que la actividad de GGT en la leche se encuentra repartida en tres compartimientos: el lactosuero, la membrana del glóbulo graso y las micelas de caseína [1]. En la mayoría de las especies ani-

males no existen registros de las actividades de ambas enzimas en los primeros estadios de la lactancia. Este trabajo tiene como objetivo medir la actividad de las citadas enzimas en el calostro y precalostro de llama y determinar la actividad de  $\beta$ -glucuronidasa en leche madura de guanaco.

## Materiales y Métodos

Las muestras de llama se obtuvieron del INTA de Abra Pampa, Jujuy y las de guanaco del INTA de San Carlos de Bariloche, Río Negro. Las muestras se transportaron enfriadas a 0 °C y procesadas dentro de los cuatro días después del ordeño. Para medir la actividad de  $\beta$ -glucuronidasa se utilizó como sustrato fenoltaleína-glucuronido [2] midiéndose espectrofotométricamente la fenoltaleína liberada después de un período de 20 horas. La centrifugación de las muestras se llevó a cabo en una centrífuga refrigerada Presvac EPF-12 a 8000 rpm y a 0 °C.

Para la determinación de la actividad total de GGT se utilizó el método cinético de hidrólisis del sustrato  $\beta$ -glutamyl-p-nitroanilida, leyéndose la cantidad de p-nitroanilina producida cada minuto en un lapso de cuatro minutos, determinándose así la velocidad de formación del producto [2]. Debemos mencionar que debido al hecho que la GGT se une a la membrana de los glóbulos grasos, por una parte y a las micelas de caseína por otra, lo cual fue determinado por nuestro grupo en trabajos previos, hemos utilizado triton X-100 al 1% para solubilizar la enzima en los casos en los cuales nuestro objetivo era medir la actividad total en el lactosuero. Por lo tanto para medir la actividad propia del LS no se utilizó tritón X-100. El LS se separó mediante precipitación de las Cn con buffer acetato pH 4,3. Para medir la actividad total, como se dijo, se trataron las muestras con el detergente al mismo tiempo que se precipitaban con buffer acetato. La medición de ambas enzimas se realizó en un espectrofotómetro de arreglo de diodos HP 8453. Los ensayos de puesta a punto con los patrones mostraron correlación (“r”) superior a 0,999 para ambos métodos, tanto en la medición de los patrones, como cuando se correlacionaban los lapsos de tiempo con las densidades ópticas.

## Resultados

### $\beta$ -glucuronidasa

Los valores obtenidos para  $\beta$ -glucuronidasa en precalostro, calostro y leche madura de llama fueron: 20,70; 22,64; 0,22  $\mu$ moles/h.mL respectivamente. La actividad de la  $\beta$ -glucuronidasa para la leche madura de guanaco fue de 0,13  $\mu$ moles/h.mL.

### GGT ( $\beta$ -glutamyl-transpeptidasa)

Cabe mencionar que en las tareas destinadas a la preparación de las muestras se ha observado que el precalostro de llama no presenta capa de grasa después de la centrifugación. De hecho no se distingue en los tubos Eppendorf utilizando lentes de aumento y luz reflejada, ninguna capa que evidencie la presencia de grasa sobre la superficie del líquido centrifugado. En el caso del calostro se observó una muy ligera capa de grasa, la cual fue imposible de cuantificar mediante crematocrito debido a su exigüidad. Es por ello que se decidió medir la actividad de GGT en dos sectores: el compartimiento del lactosuero [3], por una parte y el sector [caseínas + glóbulos grasos] por otra. En el caso del precalostro, ante la falta de grasa, este sector concernía casi exclusivamente, al compartimiento de caseínas.

En el Cuadro I se muestran los valores de actividad de GGT en precalostro, calostro y leche de llama.

### Cuadro I

Actividad de GGT en llama en U/L

Muestra	Total	en LS	En [Cn + Gg]
precalostro	491	220	271
Calostro	1037	575	462
Leche madura	477	185	292

[Cn + Gg]: suma de actividades en compartimientos de Micelas de caseínas más Glóbulos grasos

## Discusión

Los valores de actividad de  $\beta$ -glucuronidasa encontrados en los tres estadios de la secreción estudiados: precalostro, calostro y leche madura de llama mostraron en los dos primeros casos, valores casi cien veces supe-

riores a los que presentaba la leche madura. Estas diferencias son atribuibles probablemente a un fenómeno de concentración en los dos primeros estadios que no están sujetos al recambio que se observa en la leche madura, ó dicho de otra manera, a falta de dilución en las primeras fases de la secreción de la glándula antes del nacimiento de la cría. También se puede hipotetizar que la enzima se sintetiza a menor velocidad en la glándula mamaria durante la secreción de la leche madura. En cuanto a la actividad específica de esta enzima en la leche, y debido a la inexistencia tanto de ácido glucurónico como de bilirrubina [4] en ésta, nada parece indicar que su presencia sea necesaria para facilitar el transporte de estas sustancias a la cría, más bien al contrario. Por otra parte, recientemente se ha reivindicado el posible efecto inhibitorio de la actividad de  $\beta$ -glucuronidasa correspondiente a un compuesto presente en la membrana del glóbulo graso [5]. Independientemente del valor que pueda tener este efecto, no se debe descartar que la actividad de la enzima en el intestino del neonato, aún actuando con menos eficiencia, pudiera llevarse cabo sobre otros sustratos no identificados todavía. En la leche madura de guanaco se ha encontrado una actividad de  $\beta$ -glucuronidasa del mismo orden que la presente en la llama, lo cual parece ser explicable por razones de parentesco.

En el caso de la GGT, creemos que los valores encontrados en la llama en los tres estadios de la secreción: precalostro, calostro y leche madura, si bien son menores en leche madura que en los otros estadios, las diferencias entre éstos son pequeñas. También en estos casos se puede suponer una situación de síntesis diferencial entre estadios. No obstante, consideramos que el hallazgo más llamativo es el que corresponde a la presencia de actividad en el precalostro y a la falta de glóbulos grasos en éste. En observaciones anteriores habíamos establecido que la membrana de los glóbulos grasos contenía moléculas de esta enzima [6]. Mas aún, habíamos detectado que en la casi totalidad de las observaciones, para el caso en once de doce especies de mamíferos, la actividad unida a los glóbulos grasos era superior a la presente en el lactosuero. Incidentalmente debemos mencionar que la única especie en la cual ello no ocurría, era la especie humana, que tiene, por otra parte, muy bajos contenidos lipídicos. Las diferencias existentes entre los compartimientos según las especies oscilan entre dos a treinta veces, siendo las mayores diferencias las que se encontraron en elefante marino.

Esta gran diferencia a favor de la presencia de GGT en la membrana del glóbulo graso, podría haberse explicado por una gran afinidad de la proteína por dicha membrana. De todas formas quedaba la posibilidad que las moléculas enzimáticas abandonaran las células secretoras unidas a las membranas de los glóbulos grasos y se desprendieran de éstas, parcialmente, en la luz del alvéolo mamario.

El presente hallazgo en el precalostro, en el cual, no hay grasa visible, parece rechazar esta posibilidad y demostraría que la enzima pasa de la célula secretora directamente al lactosuero del alvéolo, sin necesidad de ser exportada con la membrana del glóbulo graso. Ello hace pensar que en el proceso de excreción de la leche madura puede pasar algo similar. Si ello es así, significa que la enzima puede unirse a la membrana en forma posterior a su secreción hacia la luz alveolar.

## Bibliografía

- 1.- Saad, Silvia, F. Fernández, M. Uhart, M. Lewis, C. Campagna; M. Medina y A. Vila. 2003. "Trabajo estudio comparativo de actividad  $\beta$ -glutamyltransferasa en leche de mamíferos y su relación con el tenor graso". Acta zoológica lilloana. 47 (1-2): 85-95.
- 2.- Szasz, G. 1974. " $\beta$ -glutamyltransferase". En: Methods of enzymatic analysis. Vol. 2. H.U. Bergmayer, Editor. Academic Press, New York.
- 3.- Enoiu, N., H. Aberkane, J.F. Salazar, P. Leroi, J. Groffen, J. Siest, y M. Wellman. 2000. "Evidence for the prooxidant effect of gamma-glutamyltransferase related enzyme". Free Radicals Biological Medicine. 29: 825-833.
- 4.- Jensen, R.G. Handbook of Milk Composition. Academic Press. San Diego, USA. 919 pgs.
- 5.- Spitsberg, V.L. 2006. "Bovine Milk, fat Globule Membrane as a Potential Nutraceutical". Journal Dairy Science. 88: 2289-2294.
- 6.- Mahter, I.H. 1987. "Proteins of milk-fat-globule membrane as markers of mammary epithelial cells and apical plasma membrane". En: The Mammary Gland. Development, regulation and function. M. Neville and C. Daniel, Editores. Plenum Press, 625 pgs., New York, USA.

## 2. Bloque Sanidad

Betancor A., Blanco C., Degregorio O., Evaluación de enterotoxina en tipos de Clostridium perfringens aislados de materia fecal de llamas

Cafrune M., Marín R., Aguirre D. Hallazgo de *Camelostrongylus mentulatus* (Nematodo: Trichostrongyloidea) en una llama (*Lama glama*) de Jujuy, Argentina

Cafrune M.M., Marín R. E., Auad G.T., Aguirre D.H., Coprología parasitaria en llamas (*Lama glama*) de la puna de Jujuy, Argentina

Cafrune M.M., Salatin A.O. , Pivotto R.A., Rigalt F., Vera R.E., Ruiz H.M., Aguirre D.H., Coprología parasitaria en vicuñas (*Vicugna vicugna*) de la Reserva de la Laguna Blanca, Catamarca, Argentina

Cárdenas O., Huichi G., Algunas características de la estructura macro y microscópica del *Sarcocystis* en alpacas y llamas jóvenes y adultas

Castillo H., Contribución al estudio del parasitismo gastrointestinal en guanacos silvestres del Perú

Jarvinen J., Seroprevalence of bovine viral diarrhea virus (BVDV) in US Alpacas

Kreil V. E.; Prados, A. P.; Monfrinotti, A.; Waxman, S.; Rebuelto, M.; Bramuglia, G, Farmacocinética de la amoxicilina larga duración en llamas

Londoño, P., Pérez, D., Castillo, H., Vélez, A., Llanco, L., Yaya, K., Maturrano, L., Rosadio Alcántara, R., Evidencia de coinfección de *Eimeria macusaniensis* y *Clostridium perfringens* en enterotoxemia en alpacas

Marcoppido G. Relevamiento serológico en vicuñas (*Vicugna vicugna*) silvestres de la puna Argentina

Palacios Egoavil C., Perales R., Chavera A., Estados sexuales y lesiones causadas por *Eimeria macusaniensis* y *Eimeria ivitaensis* en crías de alpacas

Palacios Zambrana A., Stemmer A., Estudio comparativo entre un remedio natural y un compuesto químico contra parásitos gastrointestinales de llamas en el departamento de La Paz

Perales R., Tabacchi L., Chavera A., López T., Sandoval N., Santillán G., Pezo D., Palacios C., Determinación macro y microscópica de lesiones pulmonares como causa de mortalidad en crías de alpacas

Pérez D., Marturrano L., Rosadio R., Llanco L., Genotipificación molecular de cepas de *Clostridium perfringens* aislados de casos de enterotoxemia en alpacas en el sur del Perú

Vélez V., Torres J., Díaz G., Leyva V. Primer reporte de infección transplacentaria natural en embrión de alpaca (*Vicugna pacos*) con un microquiste compatible a *Sarcocystidae* (PROTOZOA: APICOMPLEXA: SARCOCYSTIDAE).

Zapata B., Marín M., Mac-Niven V., Ríos C., Castro V., Sepúlveda C. Determinación de algunas enfermedades infecciosas y parasitarias en guanacos (*Lama guanicoe*) silvestres en dos regiones de Chile

## **EVALUACIÓN DE ENTEROTOXINA EN TIPOS DE *Clostridium perfringens* AISLADOS DE MATERIA FECAL DE LLAMAS**

Bentancor A<sup>1</sup>, Blanco C, Degregorio O<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Microbiología

<sup>2</sup> Salud Pública, Facultad.Ciencias.Veterinarias,  
UBA. Av. Chorroarín 280. (1427) Bs As,  
Argentina. aben@fvet.uba.ar

## Resumen

*Clostridium perfringens*, bacteria que produce una variedad de toxinas, es un patógeno relevante para la Llama (*Lama glama*), particularmente joven que presenta altas tasas de mortalidad. El objetivo del estudio fue analizar diversos factores de riesgo en establecimientos productores de Llamas, relacionados con la presentación de cepas enterotoxigénicas de *C. perfringens*.

Se examinaron 456 muestras de materia fecal de llamas provenientes de 10 establecimientos ubicados en Bs. As. Se obtuvieron las muestras trimestralmente, de animales (10 por establecimiento) elegidos aleatoriamente. Se estudiaron los aislamientos, detectándose 18% de animales positivos y obteniéndose 132 aislamientos de *C. perfringens*, perteneciendo 114 al tipo A (86,4%), 14 tipo C (10,6%) y 4 tipo D (3,0%). Los tipos B y E no estuvieron presentes en estas muestras. El 34% de las cepas fueron PCR positivo para *cpe* (enterotoxina), perteneciendo al tipo A (n: 41) y tipo C (n: 4). Se analizaron los datos a través de Mann-Whitney, Kruskal-Wallis y regresión lineal múltiple. No se observaron diferencias significativas ( $p > 0,05$ ) en las muestras clasificadas por edad y por sexo. Se observaron diferencias significativas entre zonas estudiadas ( $p < 0,05$ ) y estaciones del año ( $p < 0,05$ ).

Estos resultados asociados con su presentación regional y estacional permitirían plantear lineamientos básicos para un programa sanitario contra este patógeno.

## Introducción

*Clostridium perfringens* es una bacteria gram positiva, formadora de esporas, anaeróbica, que produce al menos 15 diferentes toxinas. Sin embargo, cada cepa aislada de este agente expresa un subconjunto definido del repertorio de toxinas. Las cepas de *C. perfringens* son clasificadas en cinco tipos (A/E) en base a su habilidad para producir una combinación particular de cuatro toxinas letales (Tabla 1) [1]. *C. perfringens* tipo A es considerado ubicuo y común a las especies de animales domésticos, pero no se han completado los estudios que estimen la prevalencia de los otros toxinotipos en diferentes especies de animales domésticos y su relación con el ambiente [2, 3, 4].

La Llama (*Lama glama*), importante especie de Camélido Sudamericano es susceptible a la enterotoxemia producida por *C. perfringens*, particularmente en animales jóvenes, con altas tasas de mortalidad. [5].

El conocimiento de los toxinotipos que integran la microbiota intestinal residente de llamas permite identificar los posibles agentes etiológicos de enterotoxemias debidos a disbiosis.

No es frecuente llegar a un diagnóstico bacteriológico de certeza en estos casos, y menos aún establecer las toxinas involucradas en el cuadro clínico [6]. En caso de realizar el diagnóstico toxicológico de rutina por seroneutralización se evalúan las toxinas mayores, pero no es habitual la determinación de la enterotoxina en cepas de origen veterinario. Los estudios moleculares, como PCR, han sido desarrollados como métodos alternativos para el diagnóstico [7].

El problema sanitario relacionado con enterotoxemia impacta fuertemente en la producción de llamas y, especialmente en economías de subsistencia familiar del altiplano, debido a que es uno de los agentes implicados en las muertes perinatales.

El objetivo de este estudio fue contribuir al conocimiento de los factores de riesgo en establecimientos productores de Llamas, asociados con las características de las cepas de *C. perfringens*, con énfasis en la producción de enterotoxina, y la interacción de factores inherentes a características del animal y su ambiente.

## Materiales y Métodos

### *Selección de los establecimientos*

Un total de diez establecimientos con condiciones controladas de crianza que contaban entre 10 a 70 animales adultos, fueron identificados en nueve diferentes localidades de la Provincia de Buenos Aires, Argentina: Gral Guido, Trenque Lauquen, Médanos, Sierra de la Ventana (dos establecimientos), Tandil, Ciudad. de Buenos Aires, Nueve de Julio, Chascomús y Zárate. (Figura 1)

### *Selección de los animales*

Diez animales de cada establecimiento fueron seleccionados en forma aleatoria. Todos los animales eran clínicamente saludables. Los animales seleccionados fueron categorizados por edad: menores de 6 meses (tekes) y adultos. Fueron considerados sexo y estado del manto en cada animal estudiado.

### *Muestras*

Se realizaron muestreos de acuerdo a las estaciones del año. Las muestras (boñigas) fueron obtenidas por tacto rectal con material descartable, refrigeradas y procesadas individualmente.

Se llevaron a cabo estudios bacteriológicos clásicos para reconocer cepas de *C. perfringens* y las proporciones relativas en relación a la flora anaeróbica [8].

#### Medios y condiciones de cultivo

- A partir de 1 g de boñigas mortereadas en 100 ml de caldo tioglicolato se realizaron cultivos en:
- Agar sangre (AS) (Agar Cerebro Corazón con 5% sangre bovina) en condiciones anaerobias (90% H<sub>2</sub> - 10% CO<sub>2</sub>) a 37 °C 24 horas.
  - Agar TSN, selectivo diferencial para *Clostridium perfringens*, incubando 24 horas a 42 °C.[9].
  - Caldo Tripteina-glucosa-levadura (TGY), 18 horas a 42 °C

Se realizó recuento de bacterias viables, anaerobios totales en AS (UFC.g<sup>-1</sup>) y Número más probable (NMP.g<sup>-1</sup>) de *C. perfringens* en TSN (producción de SH<sub>2</sub>, coloración negra) con baterías de tres tubos por dilución. Se consideró la interferencia de lectura por presencia de enterococos, sometiendo las diluciones a tratamientos calóricos (20 min 70° C).

#### Algoritmo de Identificación (Figura 2)

Toda colonia proveniente del TSN compatible con *C. perfringens* se reaisló en AS. Se seleccionaron las colonias hemolíticas con reacción positiva a la catalasa, compuestas por bacilos Gram positivos. Se realizó la prueba de CAMP reversa con *Streptococcus agalactiae*. [8, 10, 11, 12]. (Figura 3). Se confirmó y tipificó por PCR siguiendo el protocolo utilizado por [13].

#### Preparación del templado

A partir de cultivos provenientes de caldo TGY (1 ml) o colonias en AS suspendidas en agua se obtuvo el templado al centrifugar, lavar dos veces, suspender en 200 µl de agua calidad milli Q y hervir durante 20 minutos. Las muestras fueron centrifugadas y el sobrenadante fue empleado como templado para PCR.

#### Amplificación de DNA

Primers y referencias de las secuencias de las cuales fueron derivados se presentan en la tabla 2. Dos PCR múltiples fueron desarrolladas en microplacas en Ciclador Mastercycler Gradient Eppendorf.

Alfa-Iota Multiplex PCR fue desarrollado con primers de *cpa*, *iA* bajo las siguientes condiciones: Mezcla matriz: H<sub>2</sub>O milli Q 5,43 µl; Buffer 10x 1,5 µl; dNTP 10mM 0,3 µl; 0,3 µl de cada primer 10 µM (*cpa*<sub>1</sub>, *cpa*<sub>2</sub>, *iA*<sub>1</sub>, *iA*<sub>2</sub>); 2,5 mM Cl<sub>2</sub>Mg; 0,07 µl Taq GIBCO. Volumen de reacción 15 µl. Templado por cada tubo: 5 µl. Las condiciones de amplificación fueron: 5 minutos a 94°C continuando con 35 ciclos de 1 minuto a 94°C; 1 minuto a 48° C; 1,15 minutos a 72°C y luego 10 minutos adicionales a 72° C. El producto fue refrigerado a 4°C. Beta-Epsilon-Enterotoxin Multiplex PCR fue desarrollado con primers de *cpb*, *etx* y *cpe* bajo las siguientes condiciones:

Mezcla matriz: H<sub>2</sub>O milli Q 6,96 µl; Buffer 10x 1,5 µl; dNTP 10mM 0,24 µl; 0,21 µl de cada par de primer 10 µM (*cpb*<sub>1</sub>, *cpb*<sub>2</sub>, *etx*<sub>1</sub>, *etx*<sub>2</sub>, *cpe*<sub>1</sub>, *cpe*<sub>2</sub>); 1 mM Cl<sub>2</sub>Mg 0,07 µl Taq GIBCO, volumen de reacción 15 µl. Templado: 5 µl. El programa de amplificación utilizado incluyó: desnaturalización: 3 minutos a 94°C continuando con 35 ciclos de desnaturalización 1 minuto a 94°C, anillado 1 minuto a 57° C, elongación 1 minuto a 72°C y luego 10 minutos adicionales para extensión a 72° C. El producto fue refrigerado a 4°C.

Diez µl de los amplicones fueron analizados por electroforesis en 2% gel agarosa TBE 0,5x (TBE 5X: 89mM, ácido Bórico 89 mM, EDTA 2,5mM) teñidos con Bromuro de etidio y observados en transiluminador UV.

#### Análisis estadístico

Se realizó el análisis estadístico considerando los recuentos como valor absoluto (NMP. g<sup>-1</sup>) y relativizados [NMP.g<sup>-1</sup> / 10<sup>6</sup> .(UFC.g<sup>-1</sup>)<sup>-1</sup>]. Se emplearon los test de Mann-Whitney y de Kruskal-Wallis. Para analizar la relación entre las variables en estudio se desarrolló un modelo de regresión lineal.

## Resultados

Se examinaron 456 muestras de materia fecal y fueron aisladas 132 cepas de *C. perfringens*. Presentando genotipo A (n = 114; 86,4%), genotipo C (n = 14; 10,6%) y genotipo D (n = 4; 3%). El 34% (n = 45) de los 132 aislamientos de campo examinados fueron PCR positivo para *cpe*. El genotipo predominante en aislamientos *cpe* positivos fue tipo A (n = 41; 91%), pero cuatro *C. perfringens* tipo C resultaron *cpe* positivo.

La identificación de animales infectados fue positiva en 82 de 456 llamas muestreadas (18%) con los métodos descriptos precedentemente.

Durante el período de estudio se registró un brote (establecimiento 7, Facultad Ciencias Veterinarias, UBA). Del rebaño de 10 animales fueron halladas en 48 horas dos llamas agonizantes. Se analizaron varias muestras de contenido intestinal, identificando el tipo A *cpe* positivo con un recuento de  $3.10^{12}$  UFC.g<sup>-1</sup>, sin otra especie acompañante.

Los recuentos realizados de *C. perfringens* (NMP) y su frecuencia relativa *C. perfringens*/anaerobios totales [NMP. g<sup>-1</sup> .10<sup>6</sup> .(UFC.g<sup>-1</sup>)<sup>-1</sup> ] presentaron distribución Chi cuadrado. Los resultados analizados son referidos para ambos recuentos. No se determinaron diferencias significativas por edad y por sexo. Se observaron diferencias significativas entre los lugares estudiados (p< 0,05). Se aprecia que el lugar 4 (Sierra de la Ventana) difiere significativamente de los demás. Se observaron diferencias significativas entre las diferentes estaciones del año en estudio (p< 0,05), los recuentos en primavera superan significativamente a los obtenidos en las otras estaciones del año. La regresión lineal múltiple para la variable recuento de *C. perfringens* (NMP) mostró que la misma está significativamente relacionada con la edad y la estación de año (Tabla 3).

## Discusión y Conclusiones

En el total de las muestras estudiadas a lo largo de un año calendario pudo determinarse la presencia de los toxinotipos A,C y D. Se observó que no todos los toxinotipos se detectan como habitantes normales del intestino de la llama. Las toxinas mayores, a las que estos animales se encontrarían habitualmente expuestos, incluyen la toxina alfa, beta y épsilon.

Si bien, la enterotoxina de *C. perfringens* es raramente evaluada en el diagnóstico veterinario, el gen *cpe* fue hallado en los tipos A y C, demostrando su capacidad potencial de producir esta toxina junto a las toxinas mayores específicas de tipo. Uno de los aislamientos de *C. perfringens* tipo A *cpe*+, coincidió con un cuadro clínico de enterotoxemia, siendo su recuento superior a  $10^6$ UFC.g<sup>-1</sup> que determina el diagnóstico etiológico de certeza [14]. Los tipos B y E *cpe*+ no fueron detectados en las muestras analizadas. Si bien se identificaron en 4 aislamientos el tipo D, ninguno de ellos codificaba a la enterotoxina.

Ha sido llamativo encontrar un alto recuento en zonas de sierras con pastos fértiles y no así en zonas anegadizas o áridas incluidas en este estudio. Más aún al considerar que, a la reseña, los animales involucrados en esa explotación no presentaban problemas sanitarios. Los aumentos en los recuentos en la estación de primavera son coincidentes con los períodos próximos a las pariciones donde se registran los cuadros clínicos de enterotoxemia. La regresión logística señala la edad como factor de riesgo, en forma inversa a la presentación clínica. Debiera considerarse la respuesta inmunológica del teke o el cambio de alimentación al estudiar esta variable.

Estos resultados asociados con su presentación regional y estacional permitirían plantear los lineamientos básicos para un programa sanitario de lucha contra esta enfermedad en Llamas, que incluya cepas enterotoxigénicas en la formulación de bacterinas, vacunaciones ante el movimiento de los animales, en la primavera y/o previo a las pariciones.

## Agradecimientos

Agradecemos la colaboración de Galigniana, F; Pinto, T; Abate, S y Durañona, F. en la toma de muestras y el trabajo de laboratorio. El estudio fue realizado con los aportes del subsidio IFS 3069/1.

Tabla 1- Clasificación de toxinotipos de *Clostridium perfringens* en función de sus toxinas mayores.

Toxinotipos	Toxinas mayores			
	alfa	beta	épsilon	iota
A	+++			
B	+	+	+	
C	+	+		
D	+		+	
E	+			+

Tabla 2 - Oligonucleótidos utilizados en este estudio.

Gen	Primeras secuencias 5' a 3'	Tamaño de producto (bp)	Referencia
<i>Cpa</i>	1- GGGCCCTAAAATGTTACTGCCGTTGGAACC 2- TCTGGATACATCGTGTAAAG	324	[15]
<i>Cph</i>	1- GCGAATATGCTGAATCATCTA 2- GCAGGAACATTAGTATATCTTC	196	[16]
<i>Etx</i>	1- GCGGTGATNCTCATCTATTC 2- CCACTTACTTGTCTACTAAC	655	[17]
<i>LA</i>	1- AAACACTCTCCCAGAACAAAGGACAG 2- CTTTCCTTCTATTACCTAATACG	446	[18]
<i>Cpc</i>	1- GGAGATGGTTGGATATTAGG 2- GGACCAGCAGTTGTAGAATA	233	[19]

Tabla 3 - Regresión Lineal Múltiple para los recuentos (NMP) de *C. perfringens*.

Variable	Coefficiente	t de Student	p
Constante	-190181	- 1,89	0,05
Edad	93521,8	2,07	0,03
Estación de año	32422,5	2,31	0,02

R<sup>2</sup>: 0,0170 R<sup>2</sup> ajustado: 0,0127

Figura 1- Ubicación de los establecimientos estudiados en la Provincia de Buenos Aires, Argentina.

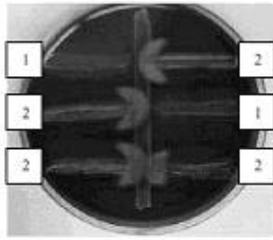


Referencias: localidades: 1: Gral Guido, 2: Trenque Lauquen, 3: Médanos, 4, 5: Sierra de la Ventana, 6:Tandil, 7: Ciudad de Buenos Aires, 8: Nueve de Julio, 9: Chascomús, 10: Zárate.

Figura 2- Algoritmo de identificación empleado.



Figura 3- Prueba de CAMP reversa para determinación de *Clostridium perfringens*.



Referencias: Agar Sangre: Línea vertical: Estreptococo beta hemolítico. Líneas horizontales: cepas problema  
1: cepas negativas, 2: *C. Perfringens*, zona de hemólisis completa en forma de flecha.

## Bibliografía

1. Sterne M. y Batty I., 1984 Clostridios Patógenos. Ed. Acribia. Zaragoza, España.
2. Uzal F.A., Plumb J.J., Blackall L.L. y Kelly W.R. 1997. PCR detection of *Clostridium perfringens* producing different toxins in faeces of goats. *Lett App Microbiol.*, 25, 339-344.
3. Bentancor A., Abate S. y Carabella M. 2001. Evaluación del Riesgo de Enterotoxemia por *Clostridium perfringens* en Llamas en Función del Ambiente. Actas del IX Congreso Latinoamericano de Microbiología. 7-11 de octubre. Asociación Argentina de Microbiología.
4. Bentancor A. y Abate S. 2001. Prevalencia de Cepas de *Clostridium perfringens* Portadoras del Gen *etx* (toxina épsilon) en Camélidos Sudamericanos. Actas del IX Congreso Latinoamericano de Microbiología. 7-11 de octubre. Asociación Argentina de Microbiología.
5. Fowler, M.E. 1998. *Medicine and Surgery of South American Camelids*. 2° Ed. Iowa State University Press. AMES.
6. Bentancor A., Carloni G., Kistermann J., Alvarez C. y de Torres R. 1998. Encuesta preliminar epizootológica sobre clostridiosis animal en la República Argentina. Pg. 51 del Libro de Resúmenes. Mar del Plata, 26 y 27 de noviembre. Actas de la XII Reunión Científico Técnica de la AAVLD. Asociación Argentina de Veterinarios de Laboratorios de Diagnóstico.
7. Songer J.G. y Meer R.R. 1996. Genotyping of *Clostridium perfringens* by Polymerase Chain Reaction is a Useful Adjunct to Diagnosis of Clostridial Enteric Disease in Animals. *Anaerobe* 2, 1-7.
8. Bentancor L., Borsella G., Gentile F., Glessler H., Lüchter F., Pasini M.I. y Uzal F. 1998. Metodología Diagnóstica de las Enfermedades producidas por bacterias del Género *Clostridium*. Manual científico técnico de la Asociación Argentina de Veterinarios de Laboratorios de Diagnóstico.
9. Abate S. y Bentancor A. 2002. Utilidad del medio agar triptona-sulfito-neomicina como prueba tamiz para diagnosticar la presencia de *Clostridium perfringens* en materia fecal (*Lama glama*). Actas de la XIVa Reunión Científico-Técnica. 6-8 de noviembre. Asociación Argentina de Veterinarios de Laboratorios de Diagnóstico.
10. Hatheway C.L. 1990. Toxigenic Clostridia. *Clin. Microbiol.* 3(1): 66-98.
11. *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology*. 1986. Ed. Board and Trustees of Bergey's Manual. Vol 2: 1141-1200.
12. Martini P., Bianchini H. y Smayevsky J. 1985. Especificidad frente a estreptococos grupo A,C y G de la prueba de "CAMP reversa" en identificación de *Clostridium perfringens*. *Revista Arg. Microb.* 17, 1:55- 58.
13. Bentancor A. 2002. Estudio de la expresión de Antígenos de especies del Género *Clostridium* con Destino a Inóculos Vacunales. Facultad de Veterinaria. Universidad de Buenos Aires, Argentina.
14. Petit L., Gibert M. y Popoff M.R. 1999. *Clostridium perfringens*: toxinotype and genotype. *Trends Microbiol.* 7, 3:104-110.
15. Meer R.R. y Songer J.G. 1998. Multiplex polymerase chain reaction assay for genotyping *Clostridium perfringens*. Comunicación personal.
16. Hunter S.E.C., Brown J.E. y Oyston P.C.F. 1993. Molecular genetic analysis of beta-toxin of *Clostridium perfringens* reveals sequence homology with alpha-toxin, gamma-toxin, and leukocidin of *Staphylococcus aureus*. *Infect Immun* 61:3958-3965.
17. Hunter S.E., Clarke I.N., Kelly D.C. y Titball R.W. 1992. Cloning and nucleotide sequencing of the *Clostridium perfringens* epsilon-toxin gene and its expression in *Escherichia coli*. *Infect. Immun.* 60: 102 -110.
18. Perelle S., Gibert M., Boquet P. y Popoff M.R. 1993. Characterization of *Clostridium perfringens* Iota-Toxin Genes and Expression in *Escherichia coli*. *Infect. Immun.* 61,12,5147-5156.
19. Czczulin J.R., Hanna P.C. y McClane B.A. 1993. Cloning, Nucleotide Sequencing, and expression of the *Clostridium perfringens* enterotoxin gene in *Escherichia coli*. *Infect. Immun.* 61, 8: 3429-3439.

## HALLAZGO DE *Camelostrogylus mentulatus* (Nematoda: Trichostrongyloidea) EN UNA LLAMA (*Lama glama*) DE JUJUY, ARGENTINA

Cafrune M.M.<sup>1</sup>, Marín R. E.<sup>2</sup>, Aguirre D.H.<sup>1</sup>

1. INTA – E.E.A. Salta, C.C. 228, 4400 Salta, Argentina

2. Actividad privada, Centro Médico Veterinario, Cnel. Puch 601, 4600 Jujuy, Argentina.  
mcafrune@correo.inta.gov.ar

### Abstract

South American camelids (SAC) are parasitized mainly by specific species of gastrointestinal nematodes, as *Camelostrogylus mentulatus*. This nematode has been locally reported only in one occasion. This work constitutes the second record of this species in Argentina.

On February 2004 a flock of llamas from Volcán, Tumbaya departament (Jujuy), suffered an outbreak of parasitic disease. At necropsy, one llama showed the presence of *Fasciola hepatica* (liver), *Haemonchus contortus* and *C. mentulatus* (third stomach compartment) and *Trichuris* sp. (caecum).

Actual knowledge suggests that *C. mentulatus* and *Trichuris tenuis* are the unique nematodes shared by New and Old World camelids. *C. mentulatus* is also the only one found in a diversity of wild and domesticated ruminants, which explain its relatively bigger geographical distribution. In South America *C. mentulatus* was diagnosed in SAC from Peru and Chile. In Argentina it was found in 1972 in a llama of uncertain origin (zoo?). No other local reports of this nematode were done since then.

Biological aspects of *C. mentulatus* are ignored in SAC. Its pathogenicity was studied in experimentally infested sheep but no in camelids. The present case awakes suspects that *C. mentulatus* could cause relevant deleterious effects on SAC, at least when other parasites are concomitant.

Key words: Llama, *Camelostrogylus mentulatus*, Jujuy.

### Introducción

Los camélidos sudamericanos (CS) son parasitados por géneros de nematodos gastrointestinales que comparten con los rumiantes domésticos incorporados a su hábitat pero también por especies específicas. Entre las seis especies propias reconocidas, solo tres fueron diagnosticadas hasta ahora en la Argentina. Existen hallazgos recientes de *Lamanema chavezii* Becklund, 1963 en llamas [1] y de *Trichuris tenuis* Chandler, 1930 en llamas [2], vicuñas [2] y guanacos [3] y un solo registro de *Camelostrogylus mentulatus* Orlov, 1933 en una llama [4]. Este trabajo informa el segundo hallazgo local de este nematode en una llama de la provincia de Jujuy.

### Descripción del caso

En febrero de 2004 se produjo una mortandad en un rebaño de llamas cercano a la localidad de Volcán (23°55'S, 65°28'W, 2.078 m.s.n.m.), departamento Tumbaya (Jujuy). Según Thornthwaite el clima de la zona corresponde a un tipo mesotérmico-semiárido sin ningún exceso de agua [5]. Las lluvias son estacionales (noviembre-marzo) con promedio cercano a los 400 mm anuales.

Con anterioridad al deceso las llamas presentaban decaimiento, adinamia, anemia, caquexia y postración por 48-72 hs. La necropsia de una llama mostró severas helmintiasis: hepática por *Fasciola hepatica*, y gastrointestinal por *Haemonchus contortus*, *C. mentulatus* (estómago) y *Trichuris* sp. (ciego). El número de nematodos adultos en el tercer compartimiento gástrico fue de 7.800, con similar proporción de *H. contortus* (40%) y *C. mentulatus* (60%). Este último se identificó siguiendo las descripciones de Led y Boero [4] y de Leguía y Casas [6]. Al examen ocular el tercer compartimiento estomacal exhibió una severa gastritis.

### Discusión

El conocimiento actual sugiere que *C. mentulatus* y *T. tenuis* son los únicos nematodos -entre los específicos- compartidos por los camélidos del Nuevo y del Viejo Mundo [2,7]. Por su parte el *C. mentulatus* es también

el único hallado en variedad de rumiantes domésticos y silvestres, hecho que explica en parte su mayor distribución mundial respecto a otras especies propias de los camélidos [7, 8]. En Sudamérica se diagnosticó sucesivamente en Perú [9], Argentina [4] y Chile [10]. El hallazgo local se comunicó en 1972 en una llama de origen no precisado (¿zoológico?). Desde entonces el *C. mentulatus* no volvió a citarse para la Argentina.

Los aspectos biológicos y patológicos del *C. mentulatus* son prácticamente ignorados para los CS. Los escasos datos disponibles refieren a la prevalencia e intensidad de la infestación por este nematode observados post-necropsia de CS domésticos [7, 9, 10]. Esos parámetros resultaron bajos en alpacas peruanas (prevalencia = 3,0%; intensidad = 3,5 nematodes) [9], pero considerablemente más elevados en llamas chilenas (prevalencia = 75,3%; intensidad = 106,7 nematodes) [10] y del estado norteamericano de Oregón (prevalencia = 76,0%; intensidad = 3.127 nematodes) [7].

La patogenicidad del *C. mentulatus* se evidenció tras la mortandad de antílopes [11] y gacelas [12], como consecuencia de cuadros de gastritis parasitaria. Esa acción deletérea fue confirmada también en ovinos infestados experimentalmente [13], en los que ocurrieron cambios patológicos similares a los originados por la parasitación con *Ostertagia/Teladorsagia* spp. Rickard y Bishop [7] comunicaron también lesiones compatibles con gastritis parasitaria en la porción distal del tercer compartimiento estomacal de llamas con alta carga de *C. mentulatus*. El presente caso aporta nueva evidencia sobre la acción patógena de este parásito en las llamas, aunque es probable que la mortandad derivara del efecto aditivo con las helmintiasis concomitantes (fasciolosis y haemonchosis), cuyo potencial nosológico para los CS fuera constatado previamente [14, 15, 16].

## Conclusiones

El caso descrito permite inferir que el *C. mentulatus* es un patógeno relevante para los CS de la Argentina. Sería conveniente entonces iniciar estudios para ampliar el conocimiento local sobre la dispersión, biología y patogenia de este nematode.

## Bibliografía

1. Cafrune, M.M., D.H. Aguirre and L.G. Rickard. 2001. First report of *Lamanema chavezii* (Nematoda: Trichostrongyloidea) in llamas (*Lama glama*) from Argentina. *Veterinary Parasitology* 97: 165-168.
2. Cafrune, M.M., D.H. Aguirre and L.G. Rickard. 1999. Recovery of *Trichuris tenuis* Chandler, 1930, from camelids (*Lama glama* and *Vicugna vicugna*) in Argentina. *Journal of Parasitology* 85: 961-962.
3. Beldomenico, P.M., M. Uhart, M.F. Bono, C. Marull, R. Baldi and J.L. Peralta. 2003. Internal parasites of free-ranging guanacos from Patagonia. *Veterinary Parasitology* 118: 71-77.
4. Led, J.E. y J.J. Boero. 1972. *Camelostrongylus mentulatus* Railliet et Henry, 1909; Orlov, 1933 (Nematoda: Trichostrongylidae). Primera cita para la República Argentina y su nuevo huésped *Lama glama* Cuvier. *Gaceta Veterinaria* 34: 187-190.
5. Burgos, J.J y Vidal, A. 1951. Los climas de la República Argentina según la nueva clasificación de Thornthwaite. *Meteoros* 1: 3-32.
6. Leguía, G y E. Casas. 1999. Enfermedades parasitarias y Atlas parasitológico de Camélidos Sudamericanos. Editorial del Mar, Lima, Perú, 190 pp.
7. Rickard, L.G and J.K. Bishop. 1991. Helminth parasites of llamas (*Lama glama*) in the Pacific Northwest. *Journal of the Helminthological Society of Washington* 58: 110-115.
8. Ruiz de Ybáñez, M.R., M.M. Garijo, M. Carpintero, C. Martínez-Carrasco and J.M. Ortiz. 2003. *Camelostrongylus mentulatus* in domestic goats from the Iberian Peninsula. *Journal of Helminthology* 77: 371-372.
9. Chávez, C.C., C.A. Guerrero, J. Alva y J. Guerrero. 1967. El parasitismo gastrointestinal en alpacas. *Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria de Lima* 21: 9-19.
10. Alcaíno, H., T. Gorman y M. Burgos. 1991. Helmintiasis gastrointestinal en llamas (*Lama glama*) de la I Región de Chile. *Parasitología al Día (Chile)* 15: 93-96.
11. Thornton, J.E., T.J. Galvin, R.R. Bell and C.W. Ramsey. 1973. Parasites of the blackbuck antelope (*Antelope cervicapra*) in Texas. *Journal of Wildlife Diseases* 9: 160-162.
12. Wisser, J., W. Tscherner and B. Jantschke. 2001. Infestation with *Camelostrongylus mentulatus* in Dorcas gazelles (*Gazella dorcas neglecta*) caused lethal abomasitis. *Verhandlungsbericht des 40 Internationalen Symposiums uber die Erkrankungen der Zoo und Wildtiere, Berlin, Germany*, p. 81-86.
13. Hilton, R.J., I.K. Barker and M.D. Rickard. 1978. Distribution and pathogenicity during development of *Camelostrongylus mentulatus* in the abomasa of sheep. *Veterinary Parasitology* 4: 231-242.

14. Leguía Puente, G. 1997. Acute and subacute fasciolosis of alpacas (*Lama pacos*) and treatment with triclabendazole. *Tropical Animal and Health Production* 29: 31-32.
15. Duff, J.P., A.J. Maxwell and J.R. Claxton. 1999. Chronic and fatal fascioliasis in llamas in the UK. *The Veterinary Record* 145: 315-316.
16. Aguirre, D.H., M.M. Cafrune, A.E. Viñabal, y A.O. Salatin. 1999. Infestación experimental de llamas (*Lama glama*) con *Haemonchus contortus* (Nematoda: Trichostrongyloidea). Resúmenes del 1er. Congreso Latinoamericano de Especialistas en Pequeños Rumiantes y Camélidos Sudamericanos. Montevideo, Uruguay, setiembre 1999, 1 p. (sin numeración).

## **COPROLOGÍA PARASITARIA EN LLAMAS (*Lama glama*) DE LA PUNA DE JUJUY, ARGENTINA**

Cafrune M.M.<sup>1</sup>, Marín R.E.<sup>2</sup>, Auad G.T.<sup>2</sup>, Aguirre D.H.<sup>1</sup>

1. INTA – E.E.A. Salta, C.C. 228, 4400 Salta, Argentina

2. Secretaría de la Producción y Medio Ambiente, MPIMA, Av. Santibáñez 1682, 4600 Jujuy, Argentina.

### **Abstract**

Endoparasites of South American camelids (SAC) remain largely unknown in Argentina. This work shows coprological results in llamas from five departments of the Puna of Jujuy province (Cochinoca, Rinconada, Santa Catalina, Susques and Tumbaya)

Fecal samples were taken from 88 llamas (belonging to 39 flocks) clustered at Abra Pampa (Cochinoca) in September 2005. The samples were assessed for diagnosis of the eggs of *Fasciola hepatica* and other gastrointestinal helminths.

Eggs of *F. hepatica* were found in 216% of the llamas and eggs of *Lamanema chavezii* and *Trichuris* sp. in 18.2% and 705% of the llamas, respectively. Eggs of *Capillaria* sp. (102%), *Nematodirus* sp. (11%), *Strongyloides* sp. (34%), trichostrongylid nematodes (57%) and cestodes (170%) were also found. The llamas infested by *F. hepatica* belonged to 13 flocks, while the llamas infested by *L. chavezii* and by *Trichuris* sp. belonged to 11 and 35 flocks, respectively

These results confirmed the wide distribution of *F. hepatica* at the Puna of Jujuy and constitute the first data on distribution of specific nematodes of SAC, as *L. chavezii*. The higher proportion of llamas infested by *Trichuris* sp. is coincident with data from vicuñas of Salta province

Key words: Llama, gastrointestinal helminths, Jujuy.

### **Introducción**

El conocimiento de la fauna endoparasitaria de los camélidos sudamericanos (CS) es hasta ahora escaso en la Argentina. Estudios recientes basados en coprología y necropsias informaron –entre otras– infestaciones por *Fasciola hepatica* en llamas [1] y vicuñas [2, 3], por *Lamanema chavezii* en llamas [4] y por *Trichuris tenuis* en llamas [5], vicuñas [5] y guanacos [6]. Sin embargo, varios de estos trabajos involucraron a poblaciones pequeñas de CS ubicadas en sitios de estudio acotados. Este trabajo presenta resultados de coprología parasitaria en llamas oriundas de distintas zonas de la Puna de la provincia de Jujuy.

### **Materiales y Métodos**

En septiembre de 2005 se tomaron muestras de heces del recto de 88 llamas pertenecientes a 39 rebaños que habían sido reunidas en la localidad de Abra Pampa en ocasión de la Feria de la Llama. Los animales procedían de 15 zonas correspondientes a cinco departamentos jujeños: Cochinoca, Rinconada, Santa Catalina, Susques y Tumbaya. Las muestras se procesaron por la técnica de flotación con una solución densa (SO<sub>4</sub>Zn) [7] para el diagnóstico de huevos de trematodos (*F. hepatica*) y de otros helmintos (nematodos y cestodos) y también de ooquistes de coccidios (*Eimeria* sp.). Los huevos de algunos nematodos presentan rasgos que permiten una distinción a nivel

específico (*L. chavezii*) pero la mayoría solo pueden ser identificados a nivel genérico o familiar. La intensidad media (IM) de las parasitosis se expresó por la media aritmética de huevos de helmintos eliminados por las llamas infestadas [8].

## Resultados

El 21,6% de las llamas mostró presencia de huevos de *F. hepatica* con una IM de la infestación de 1,79 ( $\pm$  1,81) huevos por gramo de heces. Estas llamas provenían de 13 rebaños (33,3%) oriundos de ocho zonas de los cinco departamentos citados. En 18,2% de las llamas se hallaron huevos de *L. chavezii* con IM de 11,8 ( $\pm$  23,9) huevos por gramo de heces. Estas llamas procedían de 11 rebaños (28,2%) originarios de siete zonas de cuatro departamentos, con excepción de Cochinocha. El 70,5% de las llamas evidenció presencia de huevos de *Trichuris* sp. con IM de 8,5 ( $\pm$  9,8) huevos por gramo de heces. Estas llamas provenían de 35 rebaños (89,7%) oriundos de las 15 zonas de los cinco departamentos. Diez llamas (11,4%) registraron una parasitosis mixta por *L. chavezii* y *Trichuris* sp., entre las cuales cuatro (4,5%) sumaban además la presencia de *F. hepatica*.

También se encontraron huevos de *Capillaria* sp. (10,2%), de *Nematodirus* sp. (1,1%), de *Strongyloides* sp. (3,4%), de nematodos tricostrongílicos (5,7%) y de cestodos (17,0%). Se detectaron además oocistos de *Eimeria* sp. en 64,8% de las llamas.

## Discusión

Los resultados confirman la amplia difusión de *F. hepatica* en la Puna jujeña. La presencia de este trematode en los CS locales había sido informada hasta ahora solamente en llamas y vicuñas del departamento de Cochinocha [1, 2] y en vicuñas del departamento salteño de Molinos [3]. No obstante, las fasciolosis ha sido descripta con cierta frecuencia en los CS, tanto en sus ambientes propios como fuera de ellos [9, 10, 11, 12], en algunos casos con marcada acción deletérea [3, 11, 12].

Por su parte, el *L. chavezii* contaba al presente con solo dos registros locales: en una vizcacha de la Patagonia [13] y en una llama oriunda del departamento Yavi (Jujuy) [4]. Los datos actuales confirman la dispersión del *L. chavezii* en los departamentos jujeños de Rinconada, Santa Catalina, Susques y Tumbaya. Ello cobra importancia por tratarse de la especie más patógena entre los nematodos específicos de los CS [4].

La alta proporción de llamas infestadas por *Trichuris* sp. concuerda con precedentes en vicuñas de Salta [3] y Jujuy [5]. Se considera probable que la mayoría de los huevos de este género correspondan a *T. tenuis*, especie propia que los CS comparten con los camélidos del Viejo Mundo [5]. La acción patógena de este nematode se desconoce, aunque se presume de cierta relevancia, al menos en concomitancia con otras parasitosis [4].

Huevos y adultos de *Capillaria* sp. fueron hallados respectivamente en vicuñas [3] y guanacos [14] de la Argentina. Es probable que también éstos pertenezcan a una especie específica de los CS todavía indeterminada, como sugiere su hallazgo en momias de CS del Perú [15].

La presencia de huevos de *Nematodirus* sp. se informó con anterioridad en guanacos de la Argentina [6, 16, 17]. Larrieu *et al.* [14] diagnosticaron cuatro especies de este género (*N. spathiger*, *N. lanceolatus*, *N. filicollis* y *N. battus*) en guanacos de Río Negro. Pero aún resta confirmar la presencia en Argentina de la especie propia de los CS, el *N. lamae*.

La infestación con *Strongyloides* sp. había sido notificada precedentemente en llamas del NOA [18] y en guanacos de Chubut [17].

Los huevos de nematodos tricostrongílicos tuvieron escasa presencia. Ellos podrían pertenecer tanto a especies propias de los CS como a otras de los pequeños rumiantes que compartan áreas de pastoreo con aquellos.

La proporción de llamas infestadas por cestodos fue considerable, por más que en Camelidae no existen representantes actuales de *Moniezia* [19]. Esta infestación podría adjudicarse entonces a especies de tenias de los rumiantes que comparten territorio con los CS, como i.e. *M. expansa* [6].

Por último, la alta proporción de llamas infectadas con *Eimeria* sp. fue acorde con la prevalencia elevada que estos protozoarios muestran en los CS domésticos [20].

## Conclusiones

Estos resultados permiten inferir que las parasitosis gastrointestinales podrían afectar la productividad de los rebaños de llamas en varias zonas de la Puna jujeña. Se juzga entonces necesario intensificar los estudios sobre los aspectos biológicos y patológicos de estas parasitosis, en particular de aquellas específicas de los CS.

## Bibliografía

1. Cafrune, M.M., G.E. Rebuffi, R.H. Cabrera y D.H. Aguirre. 1996. *Fasciola hepatica* en llamas (*Lama glama*) de la Puna argentina. *Veterinaria Argentina* 13: 570-574.
2. Cafrune, M.M., G.E. Rebuffi, A.B. Gaido and D.H. Aguirre. 1996. *Fasciola hepatica* in semi-captive vicuñas (*Vicugna vicugna*) in Northwest Argentina. *The Veterinary Record* 139: 97.
3. Cafrune, M.M., D.H. Aguirre e I. Freytes. 2004. Fasciolosis en vicuñas (*Vicugna vicugna*) en semi-cautiverio de Molinos, Salta, Argentina, con notas de otros helmintos en este hospedador. *Veterinaria Argentina* 21: 513-520.
4. Cafrune, M.M., D.H. Aguirre and L.G. Rickard. 2001. First report of *Lamanema chavezii* (Nematoda: Trichostrongyloidea) in llamas (*Lama glama*) from Argentina. *Veterinary Parasitology*: 97: 165-168.
5. Cafrune, M.M., D.H. Aguirre and L.G. Rickard. 1999. Recovery of *Trichuris tenuis* Chandler, 1930, from camelids (*Lama glama* and *Vicugna vicugna*) in Argentina. *Journal of Parasitology* 85: 961-962.
6. Beldomenico, P.M., M. Uhart, M.F. Bono, C. Marull, R. Baldi and J.L. Peralta. 2003. Internal parasites of free-ranging guanacos from Patagonia. *Veterinary Parasitology* 118: 71-77.
7. Aguirre, D.H., A.E. Viñabal y A.B. Gaido. 1998. Comparación de tres técnicas coprológicas para el diagnóstico de *Fasciola hepatica* en rumiantes. *Veterinaria Argentina* 15: 421-427.
8. Bush, A.O., K.D. Lafferty, J.M. Lotz and A.W. Shostak. 1997. Parasitology meets ecology on its own terms: Margolis *et al.* revisited. *Journal of Parasitology* 83: 575-583.
9. Ueno, H., C.R. Arandia, L.G. Morales and M.G. Medina. 1975. Fascioliasis of livestock and snail host for *Fasciola* in the altiplano region of Bolivia. *National Institute of Animal Health Quarterly* 15: 61-67.
10. Rickard, L.G. and J.K. Bishop. 1991. Helminth parasites of llamas (*Lama glama*) in the Pacific Northwest. *Journal of the Helminthological Society of Washington* 58: 110-115.
11. Leguía Puente, G. 1997. Acute and subacute fasciolosis of alpacas (*Lama pacos*) and treatment with triclabendazole. *Tropical Animal and Health Production* 29: 31-32.
12. Duff, J.P., A.J. Maxwell and J.R. Claxton. 1999. Chronic and fatal fascioliasis in llamas in the UK. *The Veterinary Record* 145: 315-316.
13. Sutton, C.A. y M.-C. Durette-Desset. 1985. Contribución al conocimiento de la fauna parasitológica argentina. XIV. Presencia de *Lamanema chavezii* Becklund, 1963 (Nematoda, Molineidae, Nematodirinae) parásito de camélidos en *Lagidium viscacia boxi*. *Bulletin Muséum National d'Histoire Naturelle (Paris)* 7: 791-794.
14. Larrieu, E.J., R.O. Bigatti, R. Lukovich, C. Eddi, E. Bonazzi, E. Gómez, R. Niec y N.R. Oporto. 1982. Contribución al estudio del parasitismo gastrointestinal en guanacos (*Lama guanicoe*) y llamas (*Lama glama*). *Gaceta Veterinaria* 44: 958-960.
15. Leguía, G., E. Casas y J. Wheeler. 1995. Parasitismo en camélidos prehispánicos. *Parasitología al Día (Chile)* 19: 435.
16. Navone, G.T. y M.I. Merino. 1989. Contribución al conocimiento de la fauna endoparasitaria de *Lama guanicoe* Muller, 1776, de Península Mitre, Tierra del Fuego, Argentina. *Boletín Chileno de Parasitología* 44: 46-51.
17. Karesh, W.B.; M.M. Uhart, E.S. Dierenfeld, W.E. Braselton, A. Torres, C. House, H. Puche and R.A. Cook. 1998. Health evaluation of free-ranging guanaco (*Lama guanicoe*). *Journal of Wildlife Diseases* 29: 134-141.
18. Kühne, G.I. 1986. Parásitos diagnosticados en el decenio 1976-1985 en la Unidad Regional de Investigación en Sanidad Animal del Noroeste Argentino. I. Helmintos y protozoarios. *Revista de Investigaciones Agropecuarias (INTA)* 21: 73-79.
19. Denegri, G.M. 2001. Cestodosis de herbívoros domésticos de la República Argentina de importancia en medicina veterinaria. Editorial Martín, Mar del Plata, Argentina, 111 p.
20. Guerrero, C.A., J. Alva, G. Leguía y H. Bazalar. 1970. Prevalencia de coccidias (Protozoa: Eimeriidae) en alpacas, *Lama pacos*. *Boletín Extraordinario IVITA* 4: 84-90.

### COPROLOGÍA PARASITARIA EN VICUÑAS (*Vicugna vicugna*) DE LA RESERVA DE LAGUNA BLANCA, CATAMARCA, ARGENTINA

Cafrune M.M.<sup>1</sup>, Salatin A.O.<sup>1</sup>, Pivotto R.A.<sup>2</sup>, Rigalt F.<sup>2</sup>, Vera R.E.<sup>3</sup>, Ruiz H.M.<sup>3</sup>, Aguirre D.H.<sup>1</sup>

1. INTA – E.E.A. Salta, C.C. 228, 4400 Salta, Argentina

2. INTA – E.E.A. Catamarca, C.C. 25, 4700 Catamarca, Argentina

3. Secretaría de Agricultura y Ganadería, Parque Adán Quiroga s/n, 4700 Catamarca, Argentina.

## Abstract

Gastrointestinal parasites have been relatively less studied in wild species of South American camelids. This work shows coprological results in vicuñas from the Laguna Blanca Reserve (Catamarca).

On December 2003, November 2004 and October 2005 fecal samples were taken from 164, 27 and 30 vicuñas, respectively. The samples were assessed for diagnosis of nematode eggs (EpG) and coccidia oocysts (OpG).

Nematode eggs were virtually absent, excepting *Trichuris* eggs in five vicuñas (30%) in 2003 and *Capillaria* eggs in two vicuñas (74%) in 2004. On the contrary, the presence of *Eimeria* oocysts was constant through all dates, with prevalence of 798%, 963% and 933%, respectively. The medium OpG ranges between 1733.3 (2004) and 107757 (2003) Although no taxonomic diagnosis of coccidia was attempted, conspicuous oocysts of *Eimeria macusaniensis* were identified.

These results showed that Laguna Blanca do not imply nematodiasis risks for the vicuñas. Indeed, control measures of nematodes appear to be unnecessary for vicuñas living in this area

Key words: Vicuña, gastrointestinal parasites, Catamarca.

## Introducción

Las parasitosis gastrointestinales de los camélidos sudamericanos (CS) han sido estudiadas sobre todo en las especies domésticas. En las silvestres (guanacos, vicuñas) existe menor conocimiento relativo dado las dificultades inherentes al trabajo con ellas. La explotación en semi-cautiverio de las especies silvestres permitió detectar a nivel local infestaciones por *Fasciola hepatica* [1, 2] y por *Trichuris tenuis* [3] en vicuñas, aunque éstas generalmente exhiben bajas prevalencias de helmintiasis gastrointestinales (datos inéditos). Aun así, la administración de lactonas inyectables para el control químico de endo- y ectoparásitos es frecuente durante las capturas. Este trabajo presenta resultados de coprología parasitaria en vicuñas silvestres de la Reserva de Laguna Blanca logrados en tres capturas sucesivas realizadas entre 2003 y 2005.

## Materiales y Métodos

La citada Reserva se ubica en la porción norte de la provincia de Catamarca (entre 26°38' - 26°49'S y 65° 02' - 66°56'W), a una altitud  $\geq$  a 3.200 m.s.n.m. El clima es riguroso, sin período libre de heladas y con gran amplitud térmica diaria. Las lluvias son estacionales (diciembre-marzo) con promedio cercano a los 100 mm anuales. La Reserva incluye las provincias fitogeográficas de la Puna y Altoandina [4], caracterizada por áreas de suelo desnudo alternadas con zonas de vegetación xerófila en las que, según la topografía y los suelos, predominan especies como la rica-rica (*Acantholippia astulata*), la tolilla (*Fabiana densa*), la añagua (*Adesmia horridiuscula*), y el coirón (*Stipa* sp.), entre otras [5]

En cada captura (diciembre 2003, noviembre 2004 y octubre 2005) se tomaron muestras de heces del recto de 164, 27 y 30 vicuñas, respectivamente, que en su amplia mayoría correspondieron a individuos adultos (> 1 año). Las muestras se recibieron en laboratorio dentro de las 72 h y se procesaron por la técnica de McMaster modificada [6] para cuantificar el número de huevos de nematodos (HpG) y el de ooquistes de coccidios (OpG). La mayoría de los nematodos producen huevos cuya morfología posibilita su distinción solamente a nivel familiar o genérico. Algo similar ocurre con los ooquistes de coccidios, aunque algunos muestran rasgos que permiten su identificación específica.

## Resultados

Los exámenes revelaron la ausencia casi absoluta de huevos de nematodos en todas las fechas de estudio. En 2003 fueron excepción huevos de *Trichuris* sp. en cinco vicuñas (3,0%) y en 2004 huevos de *Capillaria* sp. en dos vicuñas (7,4%).

Por el contrario, la presencia de ooquistes de *Eimeria* fue constante en todas las fechas. Las prevalencias para cada año fueron de 79,8%, 96,3% y 93,3%, mientras las cargas medias de OpG variaron entre: 10.775,7 (rango 0-716.000) en 2003; 1.733,3 (rango 0-8.400) en 2004 y 5.073,3 (rango 0-86.800) en 2005. En 2003 los máximos OpG medios (67.636,4) se observaron en las vicuñas de seis años, seguidas por las de dos años de edad (10.920,0). Si bien la taxonomía de *Eimeria* no se intentó, pudo distinguirse la presencia de los conspicuos ooquistes de *Eimeria macusaniensis*. La variada talla de los otros ooquistes observados sugirió una infección multiespecífica por estos protozoarios.

## Discusión

Se especula que los huevos de nematodos identificados podrían corresponder a dos especies propias de los CS: el *Trichuris tenuis*, que los CS comparten con los camélidos del Viejo Mundo [3] y una especie aún indeterminada de *Capillaria*, género del cual -como para *Trichuris*- se han hallado huevos en momias de CS domésticos del Perú que avalan su existencia previa a la colonización española [7].

El *T. tenuis* fue diagnosticado en todas las especies locales de CS [3, 8] y también en llamas norteamericanas del estado de Oregón [9] y es uno de los dos nematodos propios de los camélidos -aparte del *Camelostrongylus mentulatus*- encontrado en otras especies animales [10]. Los huevos de *Capillaria* se registran con cierta frecuencia -pero baja intensidad- en llamas, alpacas y vicuñas, tanto en sus ambientes propios como fuera de ellos [2, 11, 12, 13]. La presencia de nematodos de este género se informó además en guanacos de Río Negro [14].

La elevada proporción de vicuñas infectadas con *Eimeria* coincidió con la alta prevalencia que estos protozoarios alcanzan en los CS domésticos [15, 16]. Habitualmente las infecciones por coccidios muestran mayor intensidad en los CS jóvenes ( $\leq 1$  año) [15, 16]. Sin embargo, ello no se comprobó durante 2003, única fecha con suficientes vicuñas evaluadas para un análisis de las cargas de OpG en función de la edad. Al presente se reconocen seis especies de *Eimeria* propias de los CS [17], que a menudo cursan infecciones simultáneas. Entre ellas destaca la *E. macusaniensis*, único coccidio hallado hasta ahora en todas las especies de CS. En la Argentina se diagnosticó recientemente en guanacos del Chubut [8]. Los datos actuales amplían el rango de dispersión local de este coccidio. No obstante, aún falta confirmar la presencia en el país de las restantes especies de *Eimeria* propias de los CS.

Las vicuñas de Laguna Blanca parecen libres de riesgo de nematodiasis severas. En principio ello podría asumirse como resultante de la disociación espacial entre las áreas de descanso y pastoreo de estos CS [5]. Sin embargo, esta hipótesis es desmentida por la elevada prevalencia de coccidios. Es probable entonces que la virtual ausencia de nematodos derive de condiciones ambientales adversas para su ciclo biológico.

## Conclusiones

Los resultados permiten concluir que Laguna Blanca no implica riesgos de nematodiasis para las vicuñas que mantiene. Cabría entonces desalentar para ese ambiente la aplicación de nematocidas durante las capturas. Aun así, la aplicación de endectocidas se justificaría para controlar eventuales poblaciones de parásitos externos.

## Bibliografía

1. Cafrune, M.M., G.E. Rebuffi, A.B. Gaido and D.H. Aguirre. 1996. *Fasciola hepatica* in semi-captive vicuñas (*Vicugna vicugna*) in Northwest Argentina. The Veterinary Record 139: 97.
2. Cafrune, M.M., D.H. Aguirre e I. Freytes. 2004. Fasciolosis en vicuñas (*Vicugna vicugna*) en semi-cautiverio de Molinos, Salta, Argentina, con notas de otros helmintos en este hospedador. Veterinaria Argentina 21: 513-520.
3. Cafrune, M.M., D.H. Aguirre and L.G. Rickard. 1999. Recovery of *Trichuris tenuis* Chandler, 1930, from camelids (*Lama glama* and *Vicugna vicugna*) in Argentina. Journal of Parasitology 85: 961-962.
4. Cabrera, A.L. 1976. Enciclopedia argentina de agricultura y jardinería. Fasc. 1. Regiones fitogeográficas argentinas. 2ª Edición. Editorial ACME, Buenos Aires, 85 pp.
5. Renaudeau d'Arc, N.; M.H. Cassini and B.L. Vilá. 2000. Habitat use by vicuñas *Vicugna vicugna* in the Laguna Blanca Reserve (Catamarca, Argentina). Journal of Arid Environments 46: 107-115.
6. Roberts, F.H.S. and P.J. O'Sullivan. 1949. Methods for egg counts and larval cultures for strongyles infesting the gastrointestinal tract of cattle. Australian Journal of Agricultural Research 1: 99-102.
7. Leguía, G., E. Casas y J. Wheeler. 1995. Parasitismo en camélidos prehispánicos. Parasitología al Día (Chile) 19: 435
8. Beldomenico, P.M., M. Uhart, M.F. Bono, C. Marull, R. Baldi and J.L. Peralta. 2003. Internal parasites of free-ranging guanacos from Patagonia. Veterinary Parasitology 118: 71-77.
9. Rickard, L.G. and J.K. Bishop. 1991. Helminth parasites of llamas (*Lama glama*) in the Pacific Northwest. Journal of the Helminthological Society of Washington 58: 110-115.
10. Mirzayans, A. 1974. The incidence of trichurid nematodes in Iran. British Veterinary Journal 130: 27-28.
11. Bishop, J.K. and L.G. Rickard. 1987. Fecal survey of llamas (*Lama glama*) in Oregon: Incidental recovery of *Nematodirus battus*. Journal of the American Veterinary Medical Association 191: 1579-1581.
12. Valenzuela, G., M.P. Leiva e I. Quintana. 1998. Estudio epidemiológico de larvas de nemátodos gastrointesti-

- nales en praderas pastoreadas por alpacas (*Lama pacos*) en Valdivia, Chile. Archivos de Medicina Veterinaria 30: 79-90.
13. Tait, S.A., J.A. Kirwan, C.J. Fair, G.C. Coles and K.A. Stafford. 2002. Parasites and their control in South American camelids in the United Kingdom. The Veterinary Record 150: 637-638.
  14. Larrieu, E.J., R.O. Bigatti, R. Lukovich, C. Eddi, E. Bonazzi, E. Gómez, R. Niec y N.R. Oporto. 1982. Contribución al estudio del parasitismo gastrointestinal en guanacos (*Lama guanicoe*) y llamas (*Lama glama*). Gaceta Veterinaria 44: 958-960.
  15. Guerrero, C.A., J. Alva, G. Leguía y H. Bazalar. 1970. Prevalencia de coccidias (Protozoa: Eimeriidae) en alpacas, *Lama pacos*. Boletín Extraordinario IVITA 4: 84-90.
  16. Rickard, L.G. and J.K. Bishop. 1988. Prevalence of *Eimeria* spp. (Apicomplexa: Eimeriidae) in Oregon llamas. Journal of Protozoology 35: 335-336.
  17. Leguía, G. y E. Casas. 1999. Enfermedades parasitarias y Atlas parasitológico de Camélidos Sudamericanos. Editorial del Mar, Lima, Perú, 190 pp.

## ALGUNAS CARACTERÍSTICAS DE LA ESTRUCTURA MACRO Y MICROSCÓPICA DEL SARCOCYSTIS EN ALPACAS Y LLAMAS JÓVENES Y ADULTAS

Cárdenas Oscar<sup>1</sup>, Huichi Gerónimo<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Proyecto camélidos EE ILLPA. INIA . Rinconada Salcedo s/n. Puno, Perú.

<sup>2</sup> Práctica Privada.

### Resumen

La sarcosistiosis es una enfermedad parasitaria que afecta a los músculos esqueléticos y cardíacos de los camélidos repercutiendo en la calidad de carne y salud pública y por ende en la calidad de vida del productor alto andino. La presente investigación se realizó con la finalidad de determinar las características macro y microscópicas del *Sarcocystis*. Se tomaron muestras de musculatura esquelética y cardíaca con quistes en alpacas y llamas jóvenes y adultas respectivamente, beneficiados en el camal del Distrito de Nuñoa-Sur del Perú. Las muestras fueron fijadas en formol tamponado al 12% y evaluadas. Para determinar la morfología macroscópica de los quistes se evaluaron 70 carcasas de alpaca (35 jóvenes y 35 adultas) y 60 de llama (25 jóvenes y 25 adultas) encontrándose quistes de forma ovalada en la musculatura esquelética de 22 alpacas jóvenes (62,86%), 29 alpacas adultas (82,86%), 23 llamas jóvenes (92 %) y 32 llamas adultas (91,43%) y quistes de forma fusiforme en 13 alpacas jóvenes (37,11%), 6 alpacas adultas (17%), 2 llamas jóvenes (8%) y 3 llamas adultas (8,5%). Para la consistencia de los macroquistes se evaluaron 61 carcasas de alpaca (29 jóvenes y 32 adultas) y 56 de llama (20 jóvenes y 36 adultas) encontrándose macroquistes de consistencia blanda en el 89% de llamas adultas y en el 100% en alpacas (jóvenes y adultas) y llamas jóvenes, mientras que la presencia de quistes de consistencia dura sólo en 4 carcasas de llamas adultas (11,11%). El tamaño promedio de los macroquistes en musculatura esquelética de alpacas jóvenes fue de  $0,11 \pm 0,005$  cm de largo y  $0,08 \pm 0,003$  cm de ancho y en adultas  $0,16 \pm 0,005$  cm de largo y  $0,12 \pm 0,004$  cm de ancho; para llamas jóvenes fue de  $0,008 \pm 0,0001$  cm de largo y  $0,006 \pm 0,0004$  cm de ancho y en adultas  $0,20 \pm 0,006$  cm de largo y  $0,12 \pm 0,0005$  cm de ancho (ns), en el tejido cardíaco de alpacas jóvenes se observan quistes de  $0,012 \pm 0,005$  cm de largo y  $0,004 \pm 0,002$  cm de ancho y en adultas  $0,013 \pm 0,005$  cm de largo y  $0,005 \pm 0,001$  cm de ancho; en llamas jóvenes se observan quistes de  $0,015 \pm 0,0005$  cm largo y  $0,004 \pm 0,0009$  cm ancho y en adultas  $0,013 \pm 0,006$  cm largo y  $0,005 \pm 0,002$  (ns). A la observación microscópica óptica se determinó que el 100% de los quistes en animales jóvenes y el 89% de animales adultos presentan doble membrana, la más externa formada por el organismo hospedero y por dentro de ella se encuentra una membrana propia del quiste.

### Introducción

Para el Poblador Andino la crianza de los camélidos sudamericanos (alpacas y llamas) es una actividad socioeconómica importante ya que producen fibra y carne de alto valor. Sin embargo, la eficiencia de la producción y productividad se ve limitada por las enfermedades, una de las cuales es la Sarcocystiosis, que afecta en forma masiva a las fibras musculares esqueléticas y cardíacas, habiéndose reportado una prevalencia del 100% en alpacas, ocasionando pérdidas a los productores en la comercialización de la carne y vísceras. Cuando la infección con

Sarcocystis es masiva es causa de decomiso de la carcasa al momento de la inspección. Por este concepto en alpacas se pierde alrededor de \$ 300 mil dólares anuales [7,5].

La sarcocistiosis es una enfermedad producida por protozoarios del grupo de los Apicomplexos, cuyo ciclo heteroxénico distingue como hospederos definitivos a los animales carnívoros (perros, gatos, hombre) y como hospederos intermediarios a los animales herbívoros (vacunos, ovinos, camélidos sudamericanos, etc.), en este grupo de animales de consumo humano, existe especial interés por el estudio de esta parasitosis debido al valor comercial de su carne y su importancia en salud pública, [10].

Hasta la fecha no existe un conocimiento detallado de la estructura morfológica tanto macroscópica como microscópica del Sarcocystis sp, por lo que el presente estudio se plantea con la finalidad de mejorar el conocimiento de su estructura.

## Materiales y Métodos

Las muestras se tomaron de animales beneficiados en el camal Municipal del distrito de Nuñoa, provincia de Melgar – Puno, ubicado en la zona sur del Perú. El estudio macro y microscópico de las muestras se realizó en el Laboratorio de Histología de la UNA –PUNO. Se evaluaron carcasas de alpacas y llamas jóvenes y adultas.

Las variables que se tomaron en cuenta para el estudio macroscópico de los quistes fueron: tamaño (largo y ancho), forma (ovalado, fusiforme, etc.) y consistencia (blanda y dura).

Para la selección de alpacas y llamas se consideró la variable edad de los animales que fue determinada mediante evaluación dentaria. Se clasificaron en a) jóvenes 2 años y b) adultas de 6 a 7 años.

Una vez realizado el sacrificio de los animales, se tomaron muestras del tejido muscular del corazón y del tejido muscular esquelético (tercio superior del cuello).

Procedimiento de laboratorio: Las muestras de músculos se sometieron a la fijación en formol tamponado al 12%, durante 24 hrs. y deshidratación con alcohol absoluto en forma ascendente; inclusión en parafina y cortes con micrótopo a un grosor de 4 a 6 micrómetros. La coloración se realizó con Hematoxilina – Eosina, para visualizar la estructura celular, núcleo y citoplasma. Después se procedió al montaje con bálsamo de Canadá y a la observación con microscopio binocular, se procedió a tomar microfotografías y realizar las respectivas interpretaciones.

Para el análisis se utilizó medidas de tendencia central y la prueba de chi cuadrado.

## Resultados y Discusión

### Morfología macroscópica de quistes de Sarcocystis de alpaca y llama.

Cuadro 1.- Formas de los macroquistes en músculo esquelético de alpacas y llamas.

FORMAS	ALPACAS				LLAMAS			
	Joven		Adulto		Joven		Adulto	
	N	%	n	%	n	%	n	%
OV ALADA	22	62,8	29	82,86	23	92,00	32	91,43
FUSIFORME	13	37,1	6	17,14	2	8,00	3	8,57
TOTAL	35	100,00	35	100,00	25	100,00	35	100,00

En el cuadro 1 se presentan los resultados obtenidos tras la observación y evaluación de la forma de los macroquistes de Sarcocystis encontrados en la carcasa de los animales beneficiados, donde de las 35 observaciones en carcasas de alpacas jóvenes de dos años, el 62.8 % de los quistes de Sarcocystis tienen la forma ovalada y el 37.1 % son fusiformes. En alpacas adultas se encontró el 82.8 % de quistes con forma ovalada y el 17.1 % fusiforme.

En llamas los resultados siguen la misma tendencia, observándose en jóvenes y adultas quistes de forma ovalada en una proporción de 92,00 y 9,4 % respectivamente; la diferencia en los dos casos corresponde a la forma fusiforme.

Cuadro N° 2. Consistencia de los macroquistes de Sarcocystis en músculo esquelético en alpacas y llamas

Especie	ALPACAS				TOTAL		LLAMAS				TOTAL	
	Jóvenes		Adultos		N°	%	Jóvenes		Adultos		N°	%
Consistencia	N°	%	N°	%			N°	%	N°	%		
BLANDA	29	100	32	100	61		20	100	32	88,89	52	
DURO	0	0	0	0	--		0	0	4	11,11	4	
TOTAL	29	100	32	100	61		20	100	36	100,00	56	

La consistencia de los macroquistes de sarcocystis en alpacas es generalmente blanda [6], en el cuadro 2 se confirma dicha afirmación, ya que en el presente trabajo se encontró que el 100% de alpacas jóvenes presentan macroquistes con una consistencia blanda. Valderrama [10] indica que la consistencia de los macroquistes en Puna seca es de 3 tipos: Blanda (89,5 %), dura (877 %) y semiblanda (1,8%); al igual que en Puna húmeda (91,1 %, 7,1% y 1,8% respectivamente).

En alpacas adultas se observó que el 100% de macroquistes tienen una consistencia blanda, porcentajes mayores a los obtenidos por Valderrama [10] el mismo que reportó 89,5% y 94,4% de macroquistes con consistencia blanda en Puna seca y húmeda respectivamente.

En llamas jóvenes el 100% de los quistes evaluados tiene una consistencia blanda y en adultos el 88,89% es de consistencia blanda, observándose que el 11,11% de los quistes presentes en las carcasas de llamas son de consistencia dura presumiblemente debido a la edad avanzada de los animales y la viabilidad de estos macroquistes que son encapsulados y calcificados por el organismo hospedero. Según Borchert [1], los quistes contienen una sustancia tóxica, la sarcocistina que probablemente no ejerce su acción hasta que el quiste muere; la sustancia tóxica que evidentemente queda en libertad al morir el quiste, provoca degeneración de las células musculares al mismo tiempo que da lugar a inflamaciones reactivas del perimio; con ello por regla general el parásito se calcifica y se aprecia claramente en forma de máculas blancas y la musculatura aparece salpicada de puntos blancos debido a estas concreciones calcáreas, el encapsulamiento del cuerpo extraño afecta a las fibras musculares vecinas que están atroficas y se desarrolla el cuadro de miositis sarcosporidica con intensa eosinofilia.

Cuadro 3.-Tamaño de los quistes de Sarcocystis en músculo cardíaco y esquelético en alpacas y llamas (cm)

ESPECIE	CLASE	ALPACAS				LLAMAS			
		JÓVENES		ADULTOS		JOVENES		ADULTOS	
MEDIDAS		LARG O	ANCH O	LARG O	ANCH O	LARG O	ANCH O	LARG O	ANCH O
MUS. CARD.	n Prom.± DS	33 0,012 ± 0,005	33 0,004 ± 0,002	35 0,013 ± 0,005	35 0,005 ± 0,001	10 0,015 ± 0,0005	10 0,004 ± 0,0009	35 0,013 ± 0,006	35 0,005 ± 0,002
MUS. ESQUE.	n Prom. ± DS	18 0,1060 ± 0,005	18 0,075 ± 0,003	19 0,164 ± 0,005	19 0,119 ± 0,004	5 0,008 ± 0,001	5 0,006 ± 0,0004	17 0,199 ± 0,006	17 0,118 ± 0,0005

En alpacas jóvenes (cuadro 3), se observó macroquistes en la musculatura esquelética que en promedio tienen 0,11 cm de largo y 0,08 cm de ancho; en las carcasas de alpacas adultas de 6-7 años se encontró quistes ligeramente mayores con un largo de 0,16 cm y un ancho de 0,12 cm. Valderrama [10] encontró tamaños ligeramente mayores en los macroquistes en Puna seca con medidas de 0,33 cm. de largo y 0,19 cm. de ancho. En Puna húmeda 0,34 mm de largo y 0,19 mm de ancho en animales jóvenes.

En la musculatura de llamas jóvenes se encontró quistes muy pequeños con 0,008 cm de largo y 0,006 cm de ancho en cambio los quistes observados en animales adultos fueron de mayor tamaño con 0,20 cm de largo y 0,12 cm de ancho, Cárdenas [2] reportó que los macroquistes de Sarcocystis en Puna seca miden 0,33 cm de largo y 0,19 cm de ancho. Similares resultados reportó Guerrero [3] quien indica que en animales jóvenes el tamaño de los macroquistes es menor debido a que éstos se encuentran en pleno desarrollo.

En la musculatura estriada de los camélidos se forman quistes blanquecinos que pueden ser microscópicos al prin-

cipio al continuar su crecimiento llegan a medir hasta 1,5 cm de largo en animales adultos y de avanzada edad. [7]

Entre alpacas (0,16 cm de largo y 0,11 cm de ancho) y llamas (0,19 cm de largo y 0,11 cm de ancho), no se encontró mayores diferencias en cuanto al tamaño de los quistes que parasitan la musculatura estriada de los animales adultos

Se ha determinado la existencia de la especie de *Sarcocystis aucheniae*, que produce quistes microscópicos de maduración rápida e infectivos en corto tiempo y que se localizan principalmente en las fibras miocárdicas y que son transmitidas también por el perro que es el hospedero definitivo e indirectamente los carnívoros de vida silvestre [4]. En el presente trabajo se ha realizado las observaciones de tejido cardíaco (cuadro 3) de alpacas jóvenes encontrándose medidas de 0,012 cm de largo y 0,005 de ancho en los quistes microscópicos, en alpacas adultas el largo de los quistes es de 0,013 cm y el ancho 0,005 cm; en llamas jóvenes las dimensiones son similares (largo 0,015 cm y ancho 0,004 cm) en llamas adultas las medidas que se obtuvieron son 0,013 cm de largo y 0,005 cm de ancho. Smith y Jones [9] describieron a los quistes como formas tubulares diminutos llenos de cuerpos semilunares muy frecuentes en las fibras miocárdicas de muchos mamíferos, en particular de los herbívoros.

#### *Estructura microscópica de macroquistes de sarcocystis.*

En las observaciones realizadas en el presente estudio con microscopía óptica de los cortes de músculo esquelético y cardíaco de alpacas y llamas, se ha determinado la presencia de macroquistes maduros en el tejido muscular, siendo desplazadas las fibras (células) musculares, en otras laminas se aprecia al quiste dentro de la fibra muscular desplazando sus componentes.

#### *Membrana secundaria.*

El hospedero ha desarrollado una cápsula de tejido conectivo alrededor del macroquiste que se denomina pared secundaria, la misma que esta adosada a la membrana primaria del macroquiste, tiene una presentación lisa en algunas zonas y mamelonada en otras, con componentes sanguíneos; raramente se observa reacción inflamatoria.

#### *Membrana primaria (pared quística)*

Los macroquistes presentan una membrana propia, que le separa de la secundaria que forma el huésped, se observa que esta pared es de superficie homogénea y lisa en la mayor parte y en algunas zonas presenta mame-lones.

La estructura morfológica nos muestra una porción superficial fina, una porción intermedia de aspecto homogéneo y una porción interna menos definida de donde parten tabiques o travéculas al interior del quiste.

En la zona travecular se aprecian compartimentos o sáculos conteniendo los parásitos, estos saculos se presentan en disposición transversal a la pared quística; los parásitos se muestran en cortes longitudinales, en la forma clásica de plátanos y redondeados en los cortes transversales.

En la zona central del macroquiste se aprecian sáculos de parásitos en estado inmaduro. Esta zona se muestra de aspecto homogéneo y brillante.

## **Conclusiones**

En la musculatura esquelética de alpacas jóvenes, el 62.86% de los quistes de *Sarcocystis* tienen la forma ovalada y el 37.14 son fusiformes.

En alpacas adultas se observo el 82.86% de quistes de forma ovalada y el 17.14 % son fusiformes.

En llamas ancutas y adultas los quistes de forma ovalada se encontraron en una proporción de 92.00 y 91.43% respectivamente.

El 100% de alpacas jóvenes y adultas presentan macroquistes con una consistencia blanda.

En llamas jóvenes el 100% de los quistes tienen una consistencia blanda, en adultos el 88.89% es de consistencia blanda y el 11.11% son de consistencia dura.

En alpacas jóvenes, los macroquistes de la musculatura esquelética tienen 0.10 cm de largo y 0.07 cm de ancho y en alpacas adultas se encontró quistes ligeramente mayores con un largo de 0.16 cm y un ancho de 0.11 cm..

En la musculatura de llamas jóvenes se encontró quistes muy pequeños con 0.008 cm de largo y 0.006 cm de ancho en cambio los quistes observados en animales adultos fueron de mayor tamaño con 0.19 cm de largo y 0.11 cm de ancho.

El tejido cardíaco de alpacas jóvenes presentan medidas de 0,012 cm de largo y 0,005 de ancho en los quistes +microscópicos; en alpacas adultas el largo de los quistes es de 0,013 cm y el ancho 0,005 cm; en llamas jóvenes las dimensiones son largo 0,015 cm y ancho 0,004 cm, en adultas las medidas que se obtuvieron son 0,013 cm de largo y 0,005 cm de ancho.

El 100 % de los quistes encontrados en animales jóvenes y el 895 de animales adultos presentan doble membrana, la más externa formada por el organismo hospedero, por dentro de ella se encuentra una membrana propia del quiste.

## Bibliografía

1. Borchert. 1975. Parasitología veterinaria. Ed. Acribia. Tercera edición Zaragoza-España.
2. Cardenas, O. 2000. Descripción microscópica de la Sarcocistiosis en alpacas. Revista Camélidos. INIA Puno-Perú.
3. Guerrero, C. 1987. Enfermedades parasitarias de las alpacas y su control. Med. Vet. U.M.S.M. Lima-Perú
4. Leguía G, Clavo, N. 1989. Sarcocystiosis o triquina. Boletín Técnico N° 7 IVITA – UNMSM, Lima Perú.
5. Leguía G. Guerrero C. 1990. Estudio de la Sarcocistiosis en Alpacas. Boletín de divulgación N° 23 IVITA – UNMSM, Lima Perú.
6. Mamani, H. 1995. Prevalencia de la Sarcocistiosis en ovinos de la provincia de Chucuito – Puno. Tesis MVZ – UNA Puno. Pág. 28 – 44.
7. Rojas, M. 1989. Parasitología y Enfermedades Parasitarias en Animales Domésticos, Edit. Majosa, Lima Perú.
8. Solis, R. 1997. Producción de camélidos sudamericanos. Imprenta Ríos S.A., Huancayo – Perú. Pág.229 – 253.
9. Smith y Jones 1962. Patología veterinaria. Segunda edición Ed. Uteha. México
10. Valderrama, A. 2000. Relación de la Sarcocistiosis microscópica en carne de alpaca con la presencia de lesiones bucales

## CONTRIBUCIÓN AL ESTUDIO DEL PARASITISMO GASTROINTESTINAL EN GUANACOS SILVESTRES DEL PERÚ

Castillo H.<sup>1</sup>, Chávez A.<sup>2</sup>, Hoces D.<sup>1</sup>, Casas E.<sup>2</sup>, Rosadio R.<sup>1, 2</sup>, Wheeler J.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> CONOPA, Los Cerezos 106 Lima 03, Perú.

<sup>2</sup> Facultad Medicina Veterinaria, UNMSM, Circunvalación 2800 Lima 41, Perú.

[hugocasdol@terra.com.pe](mailto:hugocasdol@terra.com.pe)

## Resumen

El conocimiento en torno a los parásitos gastrointestinales que afectan al guanaco andino (*Lama guanicoe cacsilensis*) es escaso y a su vez de suma importancia al encontrarse esta especie en grave peligro de extinción en el país. Así, en el marco del Proyecto Guanaco 1 – Iniciativa Darwin, se plantearon los siguientes objetivos: Identificar las especies de parásitos gastrointestinales y señalar los niveles de parasitismo en las poblaciones evaluadas. Para esto se obtuvieron 132 muestras fecales de guanacos silvestres pertenecientes a nueve poblaciones: Huallhua, Calipuy, Chavín, Machaguay, Yarabamba, Reserva Nacional Salinas Aguada Blanca, Vila Vilani, Quilahuani y La Capilla. Las muestras fueron procesadas mediante técnicas coproparasitológicas de flotación, sedimentación, cultivo de larvas, Baerman y biometría de larvas y ooquistes. Se reconocieron ocho especies de nemátodos: *Graphinema aucheniae*, *Bunostomun* sp., *Ostertagia* sp., *Trichuris* sp, *Cooperia* sp., *Nematodirus* sp., *Mazamastrongylus peruvianus* y *Trichostrongylus* sp. y cuatro de *Eimeria*: *E. lamae*, *E. alpaca*, *E. punoensis* y *E. macusaniensis*. Todas las poblaciones estudiadas presentaban al menos un guanaco parasitado, siendo en general las cargas bajas y variando las frecuencias de parasitismo entre poblaciones dependiendo del hábitat y la proximidad a herbívoros domésticos. Las poblaciones de Machaguay y Calipuy presentaron mayor frecuencia parasitaria mientras que Yarabamba y La Capilla presentaron menor frecuencia parasitaria.

## Introducción

El guanaco andino (*L. g. cacsilensis*) es una especie silvestre que se encuentra en peligro de extinción en el Perú, debido a la caza irracional, falta de protección y la destrucción de su hábitat por actividades humanas como la minería, la agricultura y la ganadería [1] trayendo como consecuencia ésta última el estrecho contacto entre guanacos y her-

bívoros domésticos (Fig. 1B), lo cual conlleva a posibles transmisiones de parásitos interespecie.

La información existente en torno a las especies parásitas que afectan al guanaco es escasa, proviniendo principalmente de trabajos realizados en Argentina y Chile y referidas en general a la subespecie *Lama guanicoe guanicoe*, dejando en el vacío que especies parásitas afectan a la subespecie *Lama guanicoe cacsilensis*, que habita en poblaciones relictas en el Perú, Bolivia y norte de Chile. El propósito del presente trabajo fue identificar las especies de parásitos gastrointestinales que afectan al guanaco, así como señalar los niveles de parasitismo en las poblaciones evaluadas.



Figura 1. A, Tropilla de guanacos (*L. g. cacsilensis*), nóteseles defecando a la izquierda. Comunidad Campesina de Huallhua (Ayacucho – Perú). B, Guanaco (*L. g. cacsilensis*) compartiendo hábitat con ganado equino y bovino en la Reserva Nacional de Calipuy (La Libertad – Perú).

## Materiales y Métodos

### Lugares de muestreo

La toma de muestras se llevó a cabo en nueve poblaciones de guanacos, ubicadas en seis departamentos del Perú: Comunidad Campesina de Huallhua (Ayacucho), Reserva Nacional de Calipuy (La Libertad), Comunidad Campesina de Chavín (Ica), Distrito de Machaguay, Distrito de Yarabamba y Reserva Nacional Salinas y Aguada Blanca (Arequipa), Comunidad Campesina de Vila Vilani y Distrito de Quilahuani (Tacna) y Distrito La Capilla (Moquegua). Estos lugares se ubican en altitudes y latitudes que fluctúan desde los 1900 hasta los 5200 msnm y entre los 8° y 17° LS respectivamente y pertenecen a las ecorregiones andinas de puna y serranía esteparia. El muestreo se llevó a cabo durante la época de seca o ausencia de lluvias entre los meses de abril a diciembre de 2004.

### Técnica de muestreo

Dado que el guanaco andino es una especie silvestre en peligro de extinción en el Perú su manejo se encuentra limitado, razón por lo cual las muestras fueron colectadas de letrinas. La técnica de muestreo consistió en realizar búsquedas de guanacos en zonas con antecedentes de presencia de éstos y una vez hallados se procedió a observarlos (con ayuda de un monocular y binoculares) hasta que defecaran, durante este lapso variable de tiempo se determinó sexo mediante observación de órganos genitales y/o patrones etológicos, estrato etéreo (cría, juvenil o adulto), organización social y composición grupal. Una vez detectada la defecación de uno o más guanacos (Fig. 1A) se procedió a colectar las muestras de heces con ayuda de una cucharita plástica. El tiempo transcurrido entre defecación y toma de muestra osciló entre los 5 a 60 minutos, dependiendo de la distancia y las características del terreno. Se tomó aproximadamente 10 pelets de heces en formol bufferado al 12% para las pruebas de flotación y sedimentación y 30 a 40 pelets de heces (refrigeración) para contramuestra de flotación y sedimentación, cultivo de larvas y para esporulación de Eimerias. Los puntos donde se tomaron las muestras fueron marcados con un GPS para registrar las coordenadas (latitud sur y longitud oeste) y la altitud. En total se obtuvieron 132 muestras de heces frescas de guanacos, correspondiendo cada una a un animal diferente, siendo el número de muestras variable en cada población dependiendo del número de guanacos existente, el tiempo de permanencia en el lugar, el acceso al hábitat y la reacción de los guanacos ante la presencia humana.

### Métodos de diagnóstico parasitológico

Para el diagnóstico coproparasitológico se realizaron las técnicas cualitativas de flotación en solución sobresaturada (detección de formas parasitarias ligeras) y de sedimentación espontánea (detección de formas parasitarias pesadas) [2]. De todas las muestras positivas a huevos tipo *Strongylus*, se realizó el cultivo de larvas, en pool por población, mediante el método de Corticelli y Lai [2] y la obtención de éstas por el método de Baerman [3]. Los géneros de las larvas infectivas fueron determinados por características morfológicas y biométricas previa inmovilización de éstas con lugol parasitológico [3]. Así mismo se llegó a la identificación de las especies de *Eimeria*, por las características morfológicas y biométricas de los ooquistes [2], previa esporulación de éstos en una solución de dicromato de potasio al 2%. La frecuencia de parasitismo gastrointestinal en guanacos fue determinada tomando como referencia el número de animales parasitados sobre el total de animales en cada población.

### Resultados

De los 132 guanacos evaluados en el estudio el  $53,8 \pm 8,5$  % (71/132) resultó positivo a alguna forma parasitaria gastrointestinal (nemátodos y/o *Eimeria* spp.) Así, del total de muestras analizadas el  $37,9 \pm 8,3$  % resultaron positivas a huevos de nemátodos y el  $33,3 \pm 8,0$  % presentaba parasitismo por *Eimeria* spp. (Tabla 1). En lo que respecta a parasitismo por nemátodos se observó la frecuencia de huevos de nemátodos gastrointestinales, donde se encontró que el  $31,8 \pm 7,9$  %,  $1,5 \pm 2,0$  % y  $8,3 \pm 4,7$  % de los guanacos resultaron positivos a huevos tipo *Strongylus*, *Nematodirus* y *Trichuris* respectivamente (Tabla 2). Se determinó la presencia de huevos tipo *Strongylus* en todos los lugares muestreados con excepción del distrito de La Capilla (Moquegua). En relación a la presencia de huevos de *Nematodirus* sp. sólo se hallaron 2 guanacos positivos, pertenecientes a la Comunidad Campesina de Chavín (Ica) y al distrito de Machaguay (Arequipa). Huevos de *Trichuris* sp. fueron observados en algunos guanacos de la Reserva Nacional de Calipuy (La Libertad), distrito de Machaguay (Arequipa) y la Comunidad Campesina de Vila Vilani (Tacna), las que a su vez fueron las poblaciones que presentaron mayor frecuencia parasitaria (Tabla 2)

En total se determinó la presencia de ocho especies de nemátodos: *Nematodirus* sp., *Trichuris* sp., *Trichostrongylus* sp., *Cooperia* sp., *Ostertagia* sp., *Bunostomum* sp., *Mazamastrongylus peruvianus* y *Graphinema aucheniæ*; los cuales fueron identificados a través de características morfológicas de sus huevos en los 2 primeros géneros y mediante medidas biométricas y características morfológicas de las larvas infectivas post cultivo coprológico de las muestras positivas a huevos tipo *Strongylus* en los siguientes.

Tabla 1. Frecuencia de nemátodos y coccidias gastrointestinales en nueve poblaciones de guanacos silvestres en seis departamentos del Perú, 2004.

PROCEDENCIA	NEMATODOS			COCCIDIAS		TOTAL	
	Nº	+	(%) ± I.C.	+	(%) ± I.C.	+	(%) ± I.C.
C. C. de Hualhúa	20	02	10,0 ± 13,1	06	30,0 ± 20,0	07	35,0 ± 20,9
R. N. de Calipuy	34	19	55,9 ± 16,7	25	73,5 ± 14,8	27	79,4 ± 13,6
C. C. de Chavín	24	13	54,2 ± 19,9	00	00,0	13	54,2 ± 19,9
Distrito de Machaguay	15	08	53,3 ± 25,2	11	73,3 ± 22,4	14	93,3 ± 12,6
Distrito de Yarábamba	12	01	08,3 ± 15,6	00	00,0	01	08,3 ± 15,6
R. N. Salinas Aguada Blanca	10	01	10,0 ± 18,6	01	10,0 ± 18,6	02	20,0 ± 24,8
C. C. de Vila Vilani	09	05	55,6 ± 32,5	00	00,0	05	55,6 ± 32,5
Distrito de Quilahuani	01	01	100,0	00	00,0	01	100,0
Distrito de La Capilla	07	00	00,0	01	14,3 ± 25,9	01	14,3 ± 25,9
<b>TOTAL</b>	<b>132</b>	<b>50</b>	<b>37,9 ± 8,3</b>	<b>44</b>	<b>33,3 ± 8,0</b>	<b>71</b>	<b>53,8 ± 8,5</b>

C.C: Comunidad campesina; R.N: Reserva Nacional; I.C: Intervalo de confianza; +: Positivo

**Tabla 2.** Frecuencia de huevos de nemátodos gastrointestinales en nueve poblaciones de guanacos silvestres en seis departamentos del Perú, 2004.

PROCEDENCIA	Nº	HTS		<i>Nematodirus</i> sp.		<i>Trichuris</i> sp.	
		(+)	(%)	(+)	(%)	(+)	(%)
C. C. de Huallhua	20	2	10	00	00	00	00
R. N. de Calipuy	34	17	50	00	00	05	15
C. C. de Chavín	24	13	54	01	04	00	00
Distrito de Machaguay	15	04	27	01	07	04	27
Distrito de Yarabamba	12	01	8	00	00	00	00
R. N. Salinas Aguada Blanca	10	01	10	00	00	00	00
C. C. de Vila Vilani	09	03	33	00	00	02	22
Distrito de Quilahuani	01	01	100	00	00	00	00
Distrito de La Capilla	07	00	00	00	00	00	00
<b>TOTAL</b>	<b>132</b>	<b>42</b>	<b>31,8</b>	<b>02</b>	<b>01,5</b>	<b>11</b>	<b>08,3</b>

C.C: Comunidad campesina; R.N: Reserva Nacional; HTS: Huevo tipo strongylus; I.C: Intervalo de confianza

En cuanto a las coccidias halladas en el estudio (Tabla 3) se determinó la presencia de cuatro especies de *Eimeria* donde se encontró una mayor frecuencia de *E. punoensis*  $21,1 \pm 7,0$  % (28/132); seguida de *E. macusaniensis*  $15,9 \pm 6,2$  % (21/132), *E. alpaca*  $13,6 \pm 5,8$  % (18/132) y *Eimeria lamae*  $4,6 \pm 3,6$  % (6/132). Siendo la de mayor distribución *Eimeria macusaniensis* al encontrarse en cuatro poblaciones diferentes. Además en cuatro poblaciones no se halló la presencia de *Eimeria* spp. (Chavín, Yarabamba, Vila Vilani y Quilahuani) y sólo en el distrito de Machaguay se encontraron las cuatro especies de *Eimeria* halladas en el estudio. Cabe señalar además que en las poblaciones del distrito de Machaguay y de la Reserva Nacional de Calipuy, donde se hallaron la mayor heterogeneidad de especies parásitas, fueron a su vez las poblaciones con frecuencias más elevadas en cuanto a parasitismo por *Eimeria* spp.

Tabla 3. Frecuencia de ooquistes de *Eimeria* spp. en nueve poblaciones de guanacos silvestres en seis departamentos del Perú, 2004.

PROCEDENCIA	Nº	<i>Eimeria punoensis</i>		<i>Eimeria alpaca</i>		<i>Eimeria lamae</i>		<i>Eimeria macusaniensis</i>	
		(+)	(%)	(+)	(%)	(+)	(%)	(+)	(%)
C. C. de Huallhua	20	00	00	00	00	00	00	06	30
R. N. de calipuy	34	21	62	12	35	00	00	07	21
C. C. de Chavín	24	00	00	00	00	00	00	00	00
Distrito de Machaguay	15	07	47	05	33	05	33	07	47
Distrito de Yarabamba	12	00	00	00	00	00	00	00	00
R. N. Salinas Aguada Blanca	10	00	00	01	10	01	10	00	00
C. C. de Vila Vilani	09	00	00	00	00	00	00	00	00
Distrito de Quilahuani	01	00	00	00	00	00	00	00	00
Distrito de La Capilla	07	00	00	00	00	00	00	01	14
<b>TOTAL</b>	<b>132</b>	<b>28</b>	<b>21,1</b>	<b>18</b>	<b>13,6</b>	<b>06</b>	<b>04,6</b>	<b>21</b>	<b>15,9</b>

C.C: Comunidad campesina; R.N: Reserva Nacional; I.C: Intervalo de confianza; +: Positivo

## Discusión

La frecuencia de parasitismo gastrointestinal hallada en el presente estudio fue de  $53,8 \pm 8,5$  %. Se observó que a pesar de la baja especificidad de hospedero que presentan los diversos géneros de nemátodos (*Trichostrongylus*, *Cooperia*, *Ostertagia*), los cuales pueden afectar a una gran variedad de herbívoros, éstos presentaron una frecuencia de  $37,9 \pm 8,3$  % la cual fue similar a la observada en coccidias  $33,3 \pm 8,0$  % de la que se presumía una frecuencia menor debido a su alta especificidad de hospedero (*E. macusaniensis*, *E. punoensis*, *E. lamae* y *E. alpaca* sólo parasitan a camélidos sudamericanos) [2]. Dentro de la frecuencia de los huevos de nemátodos hallados en el estudio, se observó que los huevos tipo *Strongylus* constituyeron el principal grupo parasita-

rio con una frecuencia de  $31,8 \pm 7,9\%$ , seguido de los huevos de *Trichuris* sp. ( $8,3 \pm 4,7\%$ ) y finalmente los huevos de *Nematodirus* sp. con una frecuencia de  $1,5 \pm 2,0\%$ . Esta alta frecuencia de huevos tipo *Strongylus* era de esperar ya que existen varios géneros de nemátodos involucrados con este tipo de huevo que afectan a camélidos sudamericanos siendo estos la mayoría de géneros de nemátodos con excepción de *Trichuris*, *Capillaria*, *Nematodirus* y *Lamanema* [2, 4, 5, 6, 7].

De los seis géneros de nemátodos identificados a partir de larvas infectivas, *Mazamastrongylus peruvianus* y *Graphinema aucheniae* son específicas de camélidos sudamericanos, siendo éstas halladas en guanacos de la Reserva Nacional de Calipuy y la Comunidad Campesina de Huallhua respectivamente. Siendo el guanaco la única especie de la familia *Camelidae* en la Reserva Nacional de Calipuy, nos indicaría que *Mazamastrongylus peruvianus* tiene como fuente de transmisión al guanaco, mientras que en la Comunidad Campesina de Huallhua la presencia de *Graphinema aucheniae* podría tener su fuente de transmisión en vicuñas o guanacos que comparten el mismo hábitat. Los otros géneros de nemátodos identificados a partir de larvas infectivas fueron: *Trichostrongylus* sp., *Cooperia* sp., *Ostertagia* sp. y *Bunostomun* sp. que podrían tener su fuente de transmisión tanto en especies de camélidos sudamericanos como en otras especies de herbívoros domésticas, silvestres y/o cerriles que comparten eventualmente el hábitat con los guanacos como en las comunidades campesinas de Huallhua, Chavín, Vila Vilani y la Reserva Nacional de Calipuy (Fig. 1B)

Otros estudios sobre el parasitismo gastrointestinal realizados en guanacos de Argentina, Chile y Perú, indicaron la presencia de los siguientes géneros de nemátodos: *Trichostrongylus* sp., *Ostertagia* sp., *Marshallagia* sp., *Cooperia* sp., *Haemonchus* sp., *Nematodirus* sp., *Lamanema chavezii*, *Chabertia* sp., *Ostertagia* sp., *Oesophagostomun* sp., *Trichuris* sp., *Capillaria* sp., *Skrajabinema ovis* y *Strongyloides* sp. [8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16]. Siendo *Lamanema chavezii* el único nemátodo específico a camélidos sudamericanos reportado el cual fue hallado en estudios realizados en el departamento de Puno, Perú [10, 11]. Por otro lado se tiene que el nemátodo hallado en todos los estudios mencionados fue *Nematodirus* sp., el cual también fue hallado en el presente estudio pero con muy baja frecuencia. Cabe indicar que los pocos estudios realizados sobre el parasitismo gastrointestinal de guanacos, giran en torno a la identificación de los parásitos no pudiéndose realizar comparaciones de frecuencias.

En lo que respecta a coccidias, *Eimeria macusaniensis* fue hallada en el presente trabajo, habiendo sido también reportada en guanacos de Argentina, así como en guanacos del departamento de Puno, Perú. Trabajos anteriores reportan otras *Eimerias* diferentes a la *E. macusaniensis*, las cuales son reportadas como *Eimeria* spp. [10, 11, 12, 14, 15, 17, 18]. Dentro de las coccidias halladas, *E. punoensis* presentó la mayor frecuencia de infestación ( $21,1 \pm 7,0\%$ ), sin embargo *E. macusaniensis* se halló en el 44 % (4/9) de los lugares evaluados, por lo que sería la de mayor distribución. Cabe señalar además que de las especies de *Eimerias* halladas en el estudio, *E. punoensis*, *E. alpaca* y *E. lamae* son reportadas por primera vez en guanacos indicando tanto género como especie.

En cuanto a las diferencias de frecuencias de parasitismo gastrointestinal estas se pueden deber al hecho de que las poblaciones de guanacos habitan en ecorregiones andinas diferentes (serranía esteparia y puna) y por lo tanto la flora así como los factores climáticos son distintos [19]; otro factor que puede influir es el de la densidad de las poblaciones, ya que en lugares como la Reserva Nacional de Calipuy la densidad de guanacos es mayor comparada con el distrito de Quilahuani donde prácticamente ya no existen guanacos, por último y siendo uno de los factores más determinantes, en la mayoría de los lugares donde se realizó el estudio el guanaco se haya compartiendo hábitat con distintas especies de herbívoros silvestres como la taruca y la vicuña, y/o domésticos como bovinos, equinos, caprinos, alpacas y llamas, siendo esta convivencia clave en la transmisión de parásitos gastrointestinales a través de la contaminación de pasturas por diversas formas parasitarias. Todo esto se ve sustentado en los resultados del estudio ya que en lugares donde el guanaco comparte hábitat con diferentes especies de herbívoros, éste presenta mayor diversidad de especies parásitas y mayores cargas a diferencia de los lugares donde el guanaco no comparte hábitat o son pocas especies con las que cohabita y donde presenta menor diversidad de especies parásitas y cargas menores. Además, la convivencia del guanaco con otras especies de camélidos sudamericanos domésticos constituye un factor de importancia en la transmisión de parásitos gastrointestinales específicos entre camélidos sudamericanos, como lo son todas las especies del género *Eimeria* y algunas especies de nemátodos como: *Mazamastrongylus peruvianus*, *Lamanema chavezii*, *Nematodirus lamae* y *Graphinema aucheniae*

## Conclusiones

Fueron reconocidas ocho especies de nemátodos que parasitan al guanaco peruano: *Bunostomun* sp., *Mazamastrongylus peruvianus*, *Graphinema aucheniae*, *Ostertagia* sp., *Cooperia* sp., *Trichostrongylus* spp., *Nematodirus* sp. y *Trichuris* sp. Siendo las tres primeras reportadas por primera vez en ambas subespecies de guanacos (*L. g. guanicoe* y *L. g. cacsilensis*) y prácticamente todas, con excepción de *Nematodirus* sp. y *Trichuris* sp. reportados por primera vez en guanacos peruanos (*L. g. cacsilensis*). *Lamanema chavezii*, reportada anteriormente

en guanacos del departamento de Puno – Perú [10, 11] no fue hallada en el presente estudio el cual no abarco dicho departamento. Así mismo fueron reconocidas cuatro especies de *Eimeria*: *E. punoensis*, *E. lamae*, *E. alpaca* y *E. macusaniensis*. Reportándose por primera vez, *E. lamae*, *E. alpaca* y *E. punoensis*.

## Bibliografía

- Zúñiga, M. 1999. Depredación del guanaco en su hábitat natural. Resúmenes del II Congreso mundial sobre camélidos. p: 46. Cusco – Perú.
- Leguía, G.; E. Casas. 1999. Enfermedades parasitarias y Atlas parasitológico de camélidos sudamericanos. Ed. de Mar. Lima – Perú.
- Ueno, H.; P. C. Gonçalves. 1998. Manual para diagnóstico das helmintoses de ruminantes. cuarta edição Brotas: Press Color. Brasil.
- Guerrero C. 1960. Helmintos en Vicuñas (*Vicugna vicugna*). *Rev. Fac. Med. Vet.* Lima 15: 103 – 105.
- Guerrero, C. y G. Leguía. 1987. Enfermedades infecciosas y parasitarias de las alpacas. *Rev. Cam. Sud.* UNMSM – IVITA CICCS. 4: 32 – 82.
- Fowler, M. 1998. Medicine and surgery of south american camelids (llama, alpaca, vicuña, guanaco). Second edition. Iowa State University Press. U.S.A.
- Gorman, T. 1989. Parásitos de importancia en camélidos sudamericanos. En: Tópicos sobre biología y manejo de camélidos sudamericanos. Universidad De Chile. Facultad de Ciencias Veterinarias y pecuarias.
- Cunazza, C. 1978. Enfermedades y parásitos del guanaco (informe preliminar). En: El guanaco de Magallanes, Chile su distribución y biología. Raedecke, K. (Ed). 4: 151 – 165.
- Larrieu, E., R. Bigatti, R. Lukovich, C. Eddi, E. Banazzi, E. Gómez, R. Niec, N. Oporto. 1982. Contribución al estudio del parasitismo gastrointestinal en guanacos (*Lama guanicoe*) y llamas (*Lama glama*). *Gaceta veterinaria*. 44: 958 – 960.
- Hilari, E. 1983. Prevalencia de parásitos gastrointestinales por examen de heces de guanacos (*Lama guanicoe*) en la CAP. Huayco Ltda. N° 44. Tesis. Bach. Med. Vet. y Zoot. UNA. Puno – Perú.
- Hurtado, E.; J. Bustinza; C. Sánchez. 1985. Parasitismo gastrointestinal por examen de heces en guanacos (*Lama guanicoe*). Res. V Conv. Int. Camélidos Sudamericanos. 112 p. Cusco – Perú.
- Navone, G., M. Merino. 1989. Contribución al conocimiento de la fauna endoparasitaria de *Lama guanicoe* Müller, 1776, de Península Mitre, Tierra del Fuego, Argentina. *Bol. Chil. Parasitol.* 44: 46 – 51.
- Karesh, W.B., M.M. Uhart, E.S. Dierenfeld, W. E. Braselton, A. Torres, C. House, H. Puche; R.A. Cook. 1998. Health evaluation of free-ranging guanaco (*Lama guanicoe*). *J. Zoo. Wildl Med.* 29 (2): 134 – 141.
- Arias, D.; A. Quispe; J. Yujra. 2002. El guanaco en el departamento de Puno. CONACS Macusani. Puno – Perú.
- Beldomenico, P.M; M. Uhart; M.F. Bono; C. Marull; R. Baldi; J.L. Peralta. 2003. Internal parasites of free-ranging guanacos from Patagonia. *Veterinary Parasitology*. 118: 71 – 77.
- Cafrune, M.; D. Aguirre; L. Rickard. 2001. First report of *Lamanema chavez* (Nematoda:Trichostrongyloidea) in llamas (*Lama glama*) from Argentina. *Veterinary Parasitology* 97: 165 – 168.
- Jarvinen JA. 1999. Prevalence of *Eimeria macusaniensis* (Apicomplexa:Eimeriidae) in midwestern *Lama spp.* *J. Parasitology*. 85 (2): 373 – 376.
- Robles, C. 2004. Aspectos sanitarios del guanaco en Patagonia, necesidades de investigación. Taller: Aprovechamiento sustentable de guanacos en Argentina. INTA – Bariloche. Argentina .
- Brack, A. 2004. Ecología. En: Enciclopedia temática del Perú. Tomo VI. Editorial El Comercio. Lima – Perú

## SEROPREVALENCE OF BOVINE VIRAL DIARRHEA VIRUS (BVDV) IN US ALPACAS

Jarvinen Julie Ann

Department of Veterinary Pathology, College of Veterinary Medicine  
Iowa State University, Ames, IA 50011-1250 USA  
[jarvinen@iastate.edu](mailto:jarvinen@iastate.edu)

## Abstract

BVDV has emerged as a significant pathogen in alpacas in North America where persistently infected crias have been documented. To assess the extent of BVDV infection/exposure in the US national herd, a serolog-

ic survey was initiated in April 2006. A request to participate in the study was mailed to 550 randomly selected herd owners representing approximately 10% of herds per state. Participants were asked to submit blood samples from up to five alpacas in their herd between April 1 and July 31, 2006 for testing in a virus neutralization assay. Preliminary results available as of 7-15-06 indicate samples were received from 27 herds in 17 states; five herds (18.5%) in three states (MI, NM and NY) had seropositive alpacas. Of 132 samples from individual alpacas, 12 (9.1%) had titers against BVDV Type 1 and/or Type 2. In positive herds, from 20 to 80% of alpacas tested were seropositive; BVDV Type 1 titers ranged from 2 to 1024 while Type 2 titers ranged from <2 to 128. Although all positive alpacas were huacayas, only 16.7% of all alpacas sampled were suri. Seropositive animals ranged from 8 months to 9 years of age. Cattle were present on 1/5 farms (20%) with seropositive herds and 2/22 farms (9.1%) with seronegative herds.

Key words: alpacas, pestivirus, antibodies

## Introduction

Susceptibility to BVDV infection in New World Camelids (NWC) has been documented by assay of serum virus neutralizing antibodies [1-9, 15], by detection of the virus in naturally infected animals [4, 11-14] and by experimentally induced infection in llamas [15]. In comparison to cattle populations where an estimated 60-85% of unvaccinated adults are seropositive [16], the seroprevalence rates reported worldwide in NWC are low ranging from 0.9-13% [1-9, 15]. Although occasional natural cases of clinical infection had been reported by 2000 [10, 12, 17], BVDV was considered a relatively minor health risk for NWC [17]. This view was supported by a study of experimentally induced BVDV infection in four pregnant llamas [15]. The llamas became viremic and seroconverted, but they did not develop clinical disease or transmit BVDV transplacentally to their crias [15]. Although one llama aborted, there was no evidence to indicate the event resulted from infection with BVDV [15].

Recently, evidence has accumulated suggesting that BVDV infection might be of greater significance in alpacas than previously recognized. Between 2000 and 2006, infection with BVDV has been reported in a stillborn alpaca [13], a seven month old alpaca that died following a history of ill-thrift and recurrent diarrhea [4], multiple females experiencing reproductive loss in an alpaca herd [11] and an unthrifty, febrile, 2.5 month old, prematurely born alpaca cria with chronic upper respiratory tract disease [14]. In North America, there are additional anecdotal cases of pneumonia, death of "poor doers" and reproductive losses in alpacas infected with BVDV that are not reported in the scientific literature [18]. Of greatest significance is the documented occurrence of persistent BVDV infection in crias [11, 14]. In 2006 a study was initiated at the College of Veterinary Medicine of Iowa State University in Ames, IA, US to determine the current prevalence and incidence of BVDV infection in the US national alpaca herd and to identify risk factors associated with transmission of infection. This report provides preliminary data on the seroprevalence of BVDV in US alpacas sampled between April 15 and July 15, 2006.

## Materials and methods

A cross sectional observational study of randomly selected alpaca herds is in progress to determine the seroprevalence of BVDV in the US national alpaca herd. A list of 4,258 alpaca herd owners from each state in the US was compiled using multiple printed and internet sources. A random numbers table was then used to select 550 alpaca owners for participation in the study. The selected owners were contacted by letter inviting them to collect blood samples between April 1 and July 31, 2006 from a maximum of five alpacas greater than six months of age in their herd and submit the samples for BVDV testing. Upon receipt, sera were separated from clotted blood samples and submitted to the Veterinary Diagnostic Laboratory at the College of Veterinary Medicine, Iowa State University in Ames, IA for testing in a BVD serum virus neutralization (VN) assay.

The VN assay used to detect antibodies against BVDV Types 1 and 2 was performed according to a modification of the standard VN procedure for bovines [19]. Sera were treated at 56°C for 30 minutes. Serial dilutions of alpaca sera in cell culture media were mixed with type 1 (cytopathic Singer strain) or type 2 (cytopathic strain 125) BVDV in equal volumes to yield final dilutions from 1:2 to 1:4096. Following incubation for 60 min at 37°C, this mixture was added to microtiter plates pre-planted with bovine turbinate cells and incubated at 37°C with 5% CO<sub>2</sub>. During a subsequent 3-4 day incubation period, the cytopathic effect (CPE) was monitored and recorded. The VN titer of each alpaca was reported as the highest serum dilution that prevented the CPE. Titers  $\geq 2$  were considered positive.

## Preliminary results and discussion

Between April 15 and July 15, 2006, blood samples obtained from 132 alpacas (110 huacaya and 22 suri) representing 27 herds in 17 states were submitted for testing. Alpacas with titers of  $\geq 2$  were present in 5/27 or 18.5% of herds. The positive herds were located in three states in the northeast (NY, n = 2), Midwest (MI, n = 2) and southwestern (NM, n = 1) US. Within positive herds, antibodies to BVDV occurred in 20 to 80% of individual alpacas sampled with a mean of 50%. Cattle were present on 1/5 or 20% of farms with seropositive herds and 2/22 farms or 9.1% of those with seronegative herds.

Titers  $\geq 2$  occurred in 12/132 or 9.1% of all alpacas sampled. Positive animals ranged in age from 8 months old to ~9 years old. The geometric mean titer against BVDV Type 1 for positive alpacas was 40 (n = 12) with a range of 2 to 1024; titers of 1024 occurred in two juveniles, 8 and 10 months of age, from the same herd. The geometric mean titer against BVDV type 2 was 17 (n = 10) with a range of 2 to 128. Type 1 titers were greater than Type 2 titers in all individual alpacas except two who had titers of 2 against both BVDV types 1 and 2. Two alpacas with titers of 2 against Type 1 BVDV were negative for antibodies against type 2.

Our preliminary results are consistent with previous BVDV seroprevalence surveys conducted in Peru and Chile [1, 2, 7, 8] that reported prevalence rates from 9 to 11.5% in individual alpacas. When seroprevalence data from these four studies are combined, 9.9% of individual alpacas and 19.4% of herds tested were seropositive. These rates are remarkably similar to the seroprevalence rates of 9.1% for individual alpacas and 18.5% for alpaca herds recorded thus far in the present study.

The anti-BVDV antibodies detected in this study are considered to be the result of natural infection because vaccination of alpacas against BVDV is not commonly practiced in the US and owners of the herds surveyed reported they did not use any BVDV vaccine in their alpacas. To date, we have found the antibody titers against Type 1 BVDV to be consistently higher than titers against Type 2. This finding suggests BVDV Type 1 as the cause of infection and is consistent with the isolation of Type 1 BVDV from naturally infected alpacas in Great Britain [4], Canada [11] and the US [13, 14].

To complete this study, the same alpacas from the same herds will be re-sampled between August 1 and November 30, 2006 and their sera tested for VN antibodies against BVDV Types 1 and 2. Seroconversion of previously negative herds and/or individual animals will allow us to estimate rates of active transmission of BVDV infection within and among herds. In addition, questionnaires completed at each sampling time will help determine risk factors for BVDV transmission.

## Bibliografía

1. Alvarez S., G.H. Rivera, D. Pezo, and W. Garcia. 2002. Detección de anti cuerpos contra pestivirus en ruminantes de una comunidad campesina de la provincia de Canchis, Cusco. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Peru*, 13: 46-51
2. Celedon M., A. Sandoval, J. Droguett, R. Calfio, L. Ascencio, K. Pizarro and C. Navarro. 2001. Survey for antibodies to pestivirus and herpesvirus in sheep, goats, alpacas (*Lama pacos*), llamas (*Lama glama*), guanacos (*Lama guanicoe*) and vicuna (*Vicugna vicugna*) from Chile. *Archivos de Medicina Veterinaria*, 33 (2):165-172
3. Doyle L.G. and W.P. Heuschele. 1983. Bovine virus diarrhea infection in captive exotic ruminants. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 183 (11): 1257-1259
4. Foster A.P., M. Houlihan, R.J. Higgins, J. Errington, G. Ibata and P.R. Wakeley. 2005. BVD virus in a British alpaca. *Veterinary Record*, 156 (22): 718-719
5. Picton R., D.E. Mattson, B.B. Smith and N. Hollingshead. 1992. Viral infections in the llama: a serologic survey. *Proceedings, 73<sup>rd</sup> Annual Meeting, Conference of Research Workers in Animal Diseases*: 21.
6. Puntel M. 1997. Seroprevalence of viral infections in llamas (*Lama glama*) in the Republic of Argentina. *Revista Argentina de Microbiología*, 29 (1): 38-46
7. Rivera H., B. Madewell and E. Ameghino. 1987. Serologic survey of viral antibodies in the Peruvian alpaca (*Lama pacos*). *American Journal of Veterinary Research*, 48 (2): 189-191
8. Rosadio R., H. Rivera, A. Chavez, E. Serrano, R. Quispe, J. Rodriguez and C. Yaya. 2003. Seroprevalencia de agentes abortigenicos en alpacas de la provincia de Canchis, (Cuzco, Peru). *Memorias Tomo II, III Congreso Mundial sobre Camelidos*: 863-868.
9. Schwantje H. and C. Stephen. 2003. Communicable disease risks to wildlife from camelids in British Columbia. <http://www.env.gov.bc.ca>. Accessed 7-8-05.
10. Belknap E.B., J.K. Collins, R.S. Larsen and K.P. Conrad. 2000. Bovine viral diarrhea virus in New World camelids. *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation*, 12 (6): 568-570
11. Carman S., N. Carr, J. DeLay, M. Baxi, D. Deregt and M. Hazlett. 2005. Bovine viral diarrhea virus in alpaca:

- abortion and persistent infection. *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation*, 17 (6): 589-593
12. Evermann J.F., E.S. Berry, T.V. Baszler, T.L. Lewis, et al. 1993. Diagnostic approaches for the detection of bovine viral diarrhoea (BVD) virus and related pestiviruses. *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation*, 5 (2): 256-269
13. Goyal S.M., M. Bouljihad, S. Haugerud and J. F. Ridpath. 2002. Isolation of bovine viral diarrhoea virus from an alpaca. *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation*, 14 (6): 523-525
14. Mattson D.E., R. Baker, J. Catania, S. Imbur, K. Wellejus and R. Bell. 2006. Persistent infection with bovine viral diarrhoea virus in an alpaca. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 229 (11): 1752-1765
15. Wentz P.A., E.B. Belknap, K.V. Brock, J.K. Collins and D.G. Pugh. 2003. Evaluation of bovine virus diarrhoea virus in New World Camelids. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 223 (2): 223-228
16. Houe H. 1999. Epidemiological features and economical importance of bovine virus diarrhoea virus. *Veterinary Microbiology*, 64 (2-3): 89-107
17. Mattson D.E. 1994. Viral diseases. In: *Veterinary Clinics of North America Food Animal Practice Update on Llama Medicine*. L.W. Johnson, (ed). W.B. Saunders. Philadelphia, PA. 10 (2): 345-351.
18. Anonymous. 2006. Bovine Viral Diarrhoea Virus (BVDV) in Camelids. *Alpacas Magazine*, Herd Si re Edi ti on: 236-238.
19. Fulton R., A. Confer, L. Burge, L. Perino, J. d'Offay et al. 1995. Antibody responses by cattle after vaccination with commercial viral vaccines containing bovine herpesvirus-1, bovine viral diarrhoea virus, parainfluenza-3 virus and bovine respiratory syncytial virus immunogens and subsequent revaccination at day 140. *Vaccine*, 13 (8): 725-733

## FARMACOCINÉTICA DE LA AMOXICILINA LARGA DURACIÓN EN LLAMAS (*Lama glama*)

Kreil Verónica E.<sup>1</sup>, Prados A. P.<sup>1</sup>, Monfrinotti A.<sup>1</sup>, Waxman S.<sup>1</sup>, Reuelto M.<sup>1</sup>, Bramuglia G.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Farmacología, Facultad de Ciencias Veterinarias; Universidad de Buenos Aires;  
Chorroarín 280, CP 1427, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.

<sup>2</sup>Farmacología, Facultad de Farmacia y Bioquímica; Universidad de Buenos Aires;  
Junín 956, CP 1113, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.

[kreil@fvet.uba.ar](mailto:kreil@fvet.uba.ar)

### Abstract

Amoxicillin is a betalactam antibiotic widely used in veterinary medicine. Nowadays most of the antibacterial treatments in llamas are empirical. The purpose of this study was to characterize and compare the pharmacokinetics of a long action amoxicillin formulation after intramuscular and subcutaneous administration in adult llamas. Six female llamas (weight mean = 146.16 Kg) received 15 mg/kg of amoxicillin trihydrate by each route with a two-weeks washout period. Serial venous blood samples were taken at predetermined times after drug administration. Amoxicillin plasma concentrations were determined by microbiological assay, using *Bacillus subtilis* ATCC 6633 as test microorganism. Plasma disposition curves were analyzed by non compartmental methods. Wilcoxon test was performed in order to analyze differences between routes of administration. The pharmacokinetic parameters (mean  $\pm$  SD) obtained were: peak concentration  $3.04 \pm 1.01$  and  $2.51 \pm 1.29$  mcg/ml, time to peak concentration  $0.70 \pm 0.3$  and  $1.66 \pm 0.4$  h, elimination half life  $11.39 \pm 3.0$  and  $15.18 \pm 1.3$  h, area under the curve  $30.26 \pm 9.2$  and  $41.26 \pm 11.9$  mcg/h/ml for the intramuscular and subcutaneous administration, respectively. Significant differences between routes were found for the time to peak concentration and area under the curve. In our study this amoxicillin formulation was absorbed faster when given by the intramuscular route than when administered by the subcutaneous route, however its availability was higher after the latter. Because amoxicillin is a time-dependent antimicrobial its clinical efficacy will be related to the time that its plasma concentrations remain above the minimal inhibitory concentration of the infective microorganism.

Key words: amoxicillin, pharmacokinetics, antimicrobial agent, llama (*Lama glama*)

## Introducción

La amoxicilina es un antibiótico betalactámico semisintético del grupo de las penicilinas de espectro ampliado frecuentemente utilizada en medicina veterinaria. Es activa sobre microorganismos Gram positivos y negativos: *Staphylococcus aureus* no productores de penicilinas, *Streptococcus equi*, *S. zooepidermicus*, *S. beta-hemolíticos*, *Fusobacterium necrophorus* y enterobacterias, siendo *Pseudomonas aeruginosa* y algunas cepas de *Klebsiella* spp. resistentes [1]. Al ser un antibiótico betalactámico su eficacia clínica guarda relación con el tiempo durante el cual sus niveles plasmáticos se mantienen por sobre la concentración inhibitoria mínima (CIM) del microorganismo patógeno [2, 3]. Actualmente la mayoría de los tratamientos antibacterianos utilizados en llamas se aplican empíricamente, ya que los estudios farmacocinéticos de antibióticos en esta especie y camélidos en general son escasos [4].

El objetivo del presente trabajo fue describir y comparar la farmacocinética de la amoxicilina trihidrato formulada como preparado de larga duración administrada por vía intramuscular y subcutánea a llamas.

## Materiales y Métodos

### Animales

Para este estudio se utilizaron como animales de experimentación seis llamas hembras, adultas y clínicamente sanas con un peso promedio de  $146,16 \pm 22,98$  kg. Las llamas se mantuvieron juntas en un galpón con libre acceso al agua y comida durante toda la experiencia. Este estudio fue aprobado por el Comité Institucional de Cuidado y Uso de Animales de Laboratorio de la Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad de Buenos Aires.

### Diseño experimental y procesado de muestras

Los mismos animales fueron utilizados para las dos partes de este estudio y fueron pesados antes de cada experiencia. Cada animal recibió una única administración de 15 mg/kg de una formulación de larga acción de amoxicilina trihidrato (153 mg/ml) por vía intramuscular en el glúteo izquierdo y por vía subcutánea en la axila derecha. El período de lavado entre tratamientos fue de 2 semanas. Se tomaron muestras de sangre con jeringa heparinizada (2,5 ml) por punción de ambas venas yugulares a tiempos predeterminados luego de la administración del tratamiento. Las muestras fueron centrifugadas a 3000 g por 10 minutos. El plasma obtenido fue refrigerado a 4 °C hasta su procesamiento, que en ningún caso superó los cuatro días postextracción.

### Análisis microbiológico

La cuantificación del antimicrobiano en plasma se realizó mediante el método microbiológico [5] empleando *Bacillus subtilis* ATCC 6633 como microorganismo patrón. Las muestras se procesaron por triplicado y las concentraciones plasmáticas de amoxicilina se determinaron confrontando los diámetros de los halos de inhibición con los de los estándares obtenidos de plasma con concentraciones conocidas de amoxicilina. Se determinó la linealidad entre las concentraciones 50 µg/ml y 0,1 µg/ml ( $r=0.989$ ), el límite de cuantificación fue de 0,1 µg/ml. Los coeficientes de variación intra- e interdía y la exactitud del ensayo fueron menores a 10 % en el rango de las concentraciones utilizadas.

### Análisis de los datos

Los datos de las concentraciones plasmáticas en función del tiempo para cada animal y cada vía fueron procesados por métodos no compartimentales utilizando un programa farmacocinético (TOPFIT 2.0; Gustav Fisher, Jena, Alemania) para la obtención de los distintos parámetros. Las diferencias de los distintos parámetros farmacocinéticos para la administración intramuscular y subcutánea fueron analizadas por el test de Wilcoxon para muestras pareadas, considerándose éstas significativas para un  $p < 0.05$ .

## Resultados

No se observó dolor a la inyección intramuscular o subcutánea ni otros efectos colaterales que se puedan relacionar con la formulación administrada. El promedio  $\pm$  DS de las concentraciones plasmáticas de amoxicilina en función del tiempo para las vías subcutánea e intramuscular se grafican en la figura 1.

Luego de la administración de una monodosis de 15 mg/kg de amoxicilina de larga duración por vía intramuscular la droga presentó una absorción más rápida que administrada por vía subcutánea. El pico plasmático de la vía intramuscular se produjo a las  $0.708 \pm 0.29$  h con una concentración máxima de  $3.04 \pm 1.02$  mcg/ml, mientras que para la vía subcutánea el pico plasmático ocurrió más tarde ( $1.67 \pm 0.41$  h) y la concentración en el mismo

fue menor ( $2.51 \pm 1.29$  mcg/ml), siendo estas diferencias significativas para el tiempo máximo pero no para la concentración máxima. La pendiente de la fase de eliminación para ambas vías fue similar, con una constante de eliminación de  $0.046 \pm 0.004$  h<sup>-1</sup> y  $0.064 \pm 0.01$  h<sup>-1</sup> y una vida media de eliminación de  $15.18 \pm 1.37$  h y  $11.39 \pm 3.07$  h para las vías subcutáneas e intramuscular, respectivamente. Las áreas bajo la curva para las vías subcutánea e intramuscular difirieron significativamente, siendo  $41.14 \pm 11.91$  y  $29.96 \pm 9.26$  mcg·h /ml respectivamente. El tiempo medio de residencia luego de la administración por distintas vías no presentó diferencias significativas, si bien fue mayor para la vía subcutánea ( $15.18 \pm 3.19$  h versus  $11.80 \pm 3.05$  h).

Para la vía subcutánea las concentraciones plasmáticas fueron detectadas hasta la última toma de muestra (51 h luego de la administración) en cinco de las seis llamas. Para la vía intramuscular las concentraciones plasmáticas se mantuvieron por encima del límite de cuantificación hasta las 38 horas en tres de las seis llamas.

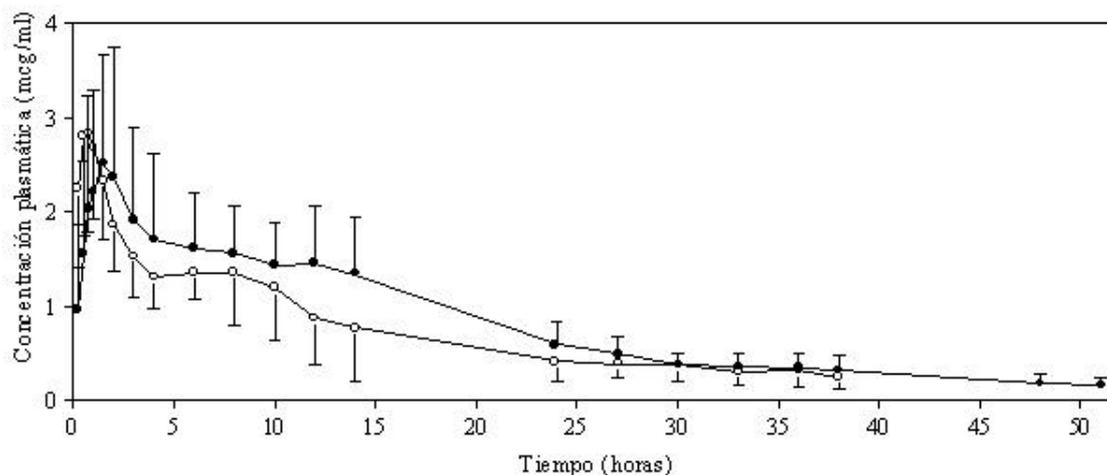


Figura 1. Curva de disposición plasmática de la amoxicilina larga duración (promedio  $\pm$  DS) luego de su administración por las vías subcutánea y intramuscular a seis llamas en dosis única de 15 mg/kg.

## Discusión

Los estudios farmacocinéticos en llamas son escasos, pese al gran interés que ha cobrado esta especie como animal de producción. En este estudio caracterizamos la farmacocinética de un preparado de amoxicilina trihidrato formulado como suspensión, administrado por dos diferentes vías. La dosis y las vías de administración utilizadas son las recomendadas por el fabricante para rumiantes. Los preparados de larga duración facilitan el tratamiento en explotaciones extensivas, como es el sistema utilizado para la cría de llamas en nuestro país. La disposición de las formulaciones de depósito varía según su absorción que, a su vez, depende de las características anatómicas y fisiológicas del sitio de inyección. Por ello, la farmacocinética de un mismo preparado puede modificarse según la vía utilizada para su administración. Al ser la amoxicilina un antibiótico tiempo dependiente, la forma de la curva de disposición es importante, ya que la eficacia clínica está relacionada con el mantenimiento de los niveles plasmáticos del antimicrobiano por encima de la CIM del microorganismo patógeno por al menos el 40-50 % del intervalo entre dosis [3], y cambios en la forma de la curva pueden afectar el resultado del tratamiento. Nuestro estudio muestra que el perfil farmacocinético de la amoxicilina de larga acción cambia cuando es administrada por diferentes vías. La inyección intramuscular mostró un pico de absorción más marcado que la subcutánea, al presentar mayor concentración máxima y menor tiempo máximo, mientras que la vía subcutánea presentó una mayor área bajo la curva. Nuestros resultados muestran que esta preparación presenta un perfil favorable en relación a otros antibióticos estudiados en esta especie [6, 7, 8, 9], ya que la prolongada duración de las concentraciones plasmáticas permitiría espaciar el intervalo de dosificación, facilitando el cumplimiento, y con ello el éxito, del tratamiento. La vía de administración subcutánea sería más indicada que la intramuscular, ya que la diferencia en velocidad de absorción, superior en la administración intramuscular, no tendría importancia clínica en tratamientos antiinfecciosos con antibióticos de acción tiempo-dependiente.

## Bibliografía

Prescott, J.F., 2002. Antibióticos betalactámicos: penicilinas penam. En *Terapéutica Antimicrobiana en Medicina Veterinaria*. Prescott J.F., Baggot J.D., Walker R.D. (Editores). Editorial Inter-Médica. Buenos Aires. Argentina  
Drusano, G.L. 1988. Role of pharmacokinetics in the outcome of infections. *Antimicrobial Agents and*

Chemotherapy, 32 (3): 788-791

Jacobs, M.R. 2001. Optimisation of antimicrobial therapy using pharmacokinetic and pharmacodynamic parameters. *Clinical Microbiology and Infection*, 7:589-596

Webb, A.I., R.E. Baynes, A.L. Craigmill, J.E. Riviere, S.R.R. Haskell. 2004. Drugs approved for small ruminants. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 224 (4): 520-523

Bennet, J.V., J.L. Brodie, E.J. Benner, W.M.M. Kirby. 1966. Simplified, accurate method for antibiotic assay of clinical specimens. *Applied Microbiology*, 14: 170-177

Drew, M.L., L. Johnson, D. Pugh, C.B. Navarre, I.T. Taylor, A.L. Craigmill. 2004. Pharmacokinetics of ceftiofur in llamas and alpacas. *Journal of Veterinary Pharmacology and Therapeutics*, 27: 13-20

Kreil, V.; C. Lüders; R. Hallu; M. Rebuelto; L. Betancourt. 2001. Farmacocinética de la ampicilina en alpacas (*Lama pacos*). *Archivos de Medicina Veterinaria*, 33: 241-246

Christensen, J.M., B.B. Smith, S.B. Murdena, N. Hollingshead. 1996. The disposition of five therapeutically important antimicrobial agents in llamas. *Journal of Veterinary Pharmacology*, 19:431-8

Gandolf, R.A., M.G. Papich, A.B. Bringardner, M.W. Atkinson. 2005. Pharmacokinetics after intravenous, subcutaneous, and oral administration of enrofloxacin to alpacas. *American Journal of Veterinary Research*, 66 (5): 767-771

## EVIDENCIA DE COINFECCION DE *Eimeria macusaniensis* Y *Clostridium perfringens* EN ENTEROTOXEMIA EN ALPACAS

Londoño P., Pérez D., Castillo H., Véliz A., Llanco L., Yaya K., Maturrano L., Rosadio R.

Email: [rrosadio@terra.com.pe](mailto:rrosadio@terra.com.pe)

### Resumen

El *Clostridium perfringens*, tipo A es la causa principal de la enterotoxemia de las alpacas. Sin embargo, existen estudios histopatológicos en muestras fatales de enterotoxemia en las que frecuentemente se observan estructuras parasitarias correspondientes a *E. macusaniensis* y *E. evitansensis*. Ambas eimeriosis infectan y lisan las células crípticas intestinales que potencialmente comprometen a la regeneración intestinal de todo proceso entérico. En el presente estudio, se describe el análisis histológico de 29 muestras intestinales de alpacas neonatas muertas por enterotoxemia en diversos establecimientos alpaqueros del sur peruano. De todas estas muestras se aislaron (se realizó caracterización morfológica y pruebas bioquímicas) y genotipificaron *Clostridium perfringens*, tipo A y todas mostraron diversas enteropatías. En 11/29 de estos casos, sin embargo, las lesiones histopatológicas en yeyuno (n=4) e ileon (n=7) fueron más severas (enteritis necrotizante severa y difusa) con presencia de numerosas estructuras sexuales de *E. macusaniensis* en las glándulas crípticas degeneradas severamente. Estas observaciones evidencian una posible interacción patológica entre eimeriosis e infección clostridial en algunos casos enterotoxemia de las alpacas. Similares coinfecciones se describen en pollos broilers en donde la eimeriosis potencia y/o facilita la proliferación clostridial para desencadenar la “enteritis necrótica” causante de elevadas pérdidas económicas en la industria avícola. Nuestras observaciones sugieren una posible acción sinérgica entre eimeriosis y *Clostridium perfringens* que incrementaría la mortandad en algunos casos de enterotoxemia. De comprobarse este sinergismo se deberá utilizar productos específicos contra eimeriosis.

Palabras claves: Enterotoxemia, alpaca, coinfección, *Eimeria*, *Clostridium*

### Introducción

La enterotoxemia es la enfermedad infecciosa responsable de las mayores pérdidas económicas que afectan a los productores alpaqueros (Ameghino y De Martini, 1991; Moro, 1987; Ramírez, 1989; Ramírez 1990). La enterotoxemia, denominada diarrea bacilar, es una infección aguda ocasionada por *Clostridium perfringens* que afecta principalmente a las crías entre la 2ª y 3ª semana después del nacimiento (Ramírez et al., 1985). El cuadro patológico es consecuencia de un cuadro tóxico primario a nivel intestinal (yeyuno e ileon) que se deriva posteriormente en un cuadro de toxemia generalizada a consecuencia de acción de las toxinas del *Clostridium perfringens* tipo A que ocasionan daños irreversibles en el endotelio vascular y sistema nervioso. Generalmente estas manifes-

taciones clínicas transcurren rápidamente y finalizan con la muerte súbita del animal (Novoa y Florez, 1991). La enfermedad se observa como brotes o epizootias, con mortandad que puede alcanzar el 50% del total de las crías nacidas (Ramírez et al., 1985). En el Perú, aún no existen estudios sobre este tipo de investigación. Sin embargo, existen publicaciones sobre muertes neonatales en alpacas que “sugieren” posible sinergismo de la coccidiosis e infecciones clostridiales (Rosadio y Ameghino, 1994). Esta misma posible asociación es evidente en recientes publicaciones de patologías similares en alpacas neonatas (Palacios *et al.*, 2004; Palacios *et al.*, 2006). La acción sinérgica entre eimeriosis intestinal e infecciones por *Clostridium* en la presentación de enteritis necrótica en pollos broilers (Truscott y Al-Sheikhly, 1977; Al-Sheikhly y Al-Saieg, 1980). Por tanto, es necesario iniciar estudios de campo que demuestren la posibilidad de un sinergismo entre el *Clostridium perfringens* y *Eimeria sp* en alpacas y la consecuente coinfección. Su análisis y difusión ayudara a entender mejor la biología de la enfermedad y así tener mejores armas de control contra la enterotoxemia.

## Materiales y Métodos

### *Observación de lesiones microscópicas de órganos lesionados compatibles a enterotoxemia*

El tejido fue conservado en formol bufferado al 10%, posteriormente se envió a fijar el tejido en parafina. Se procedió a hacer la lectura de las láminas histopatológicas y registrar las diferentes lesiones histopatológicas.

### *Obtención de cepas de Clostridium perfringens a partir de muestras de intestino conservadas en Bórax*

El muestreo se realizo de 29 animales muertos con signos compatibles con enterotoxemia, las muestras tomadas corresponden a intestino afectado ligado en su extremos (yeyuno e ileon) y conservadas en Bórax; la muestra se incuba en caldo tioglicolato estéril dentro de la campana Gaspak; junto a un sachet de anaerobiosis, a 45° C por 48 horas; pasado el tiempo de incubación se determina la positividad, se siembra en Agar Sangre y se coloca la placa dentro de la campana Gaspak; a 45° C e incubar durante 48 horas; pasado el tiempo de incubación observar las características morfológicas de las colonias como: tamaño, color, superficie, bordes y actividad hemolítica (tipo alfa, beta o gamma). Se selecciona una colonia y se incuba con caldo Tioglycolato selectivo. Luego se identifica bioquímicamente a la cepa de *Clostridium perfringens* en medio Agar SFP y se registra la presencia de colonias de color negrozco.

## Resultados y Discusión

Como se puede observar en el cuadro 1, de las 29 muestras observadas, todas positivas a enterotoxemia, sólo 11 fueron positivas a eimeriosis (37,93%), en diferentes grados de parasitismo por las formas sexuales del parásito (imagen 2- 4) (*Eimeria macusaniensis*), esto nos daría a pensar que la eimeriosis se relaciona con la enterotoxemia en alpacas y de alguna manera estaría contribuyendo a que la enfermedad se potenciaría con la asociación de ambas enfermedades demostrándose esto por la presencia de lesiones macro y microscópicas más severas en animales que presentan dicha asociación, entonces esta asociación estaría siguiendo los mismos patrones que la enteritis necrótica en los pollos broilers, si esto fuera así entonces sería muy interesante estudiar nuevamente la enfermedad para dilucidar estas dudas y dar mayor entendimiento a la biología de la enterotoxemia en alpacas.

Cuadro 1: Muestras de intestinos positivos a Enterotoxemia y *Eimeria macusaniensis*

N°	Edad	Raza	Sexo	Órgano	Procedencia	<i>Clostridium perfringens</i>	<i>Eimeria macusaniensis</i>
1	1 1/2 sem	Huacaya	M	yeyuno	Puno	Positivo	Positivo
2	4sem	Suri	H	ileon	Cusco	Positivo	Positivo
3	4sem	Huacaya	H	ileon	Cusco	Positivo	Positivo
4	3sem	Suri	?	yeyuno	Huancayo	Positivo	Positivo
5	4sem	Huacaya	M	ileon	Cusco	Positivo	Positivo
6	2sem	Huacaya	M	ileon	Puno	Positivo	Positivo
7	8sem	Huacaya	H	ileon	Puno	Positivo	Positivo
8	2sem	Huacaya	?	yeyuno	Cusco	Positivo	Positivo
9	2sem	Huacaya	M	ileon	Puno	Positivo	Positivo
10	1sem	Huacaya	?	ileon	Puno	Positivo	Positivo
11	1sem	Huacaya	?	yeyuno	Puno	Positivo	Positivo

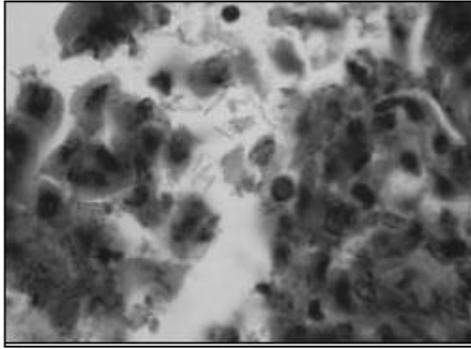


Imagen 1 (100 X)

En esta imagen se puede apreciar formas bacterianas bacilares que son compatibles con *Clostridium perfringens* que se confunden con descamación celular en el lumen intestinal.

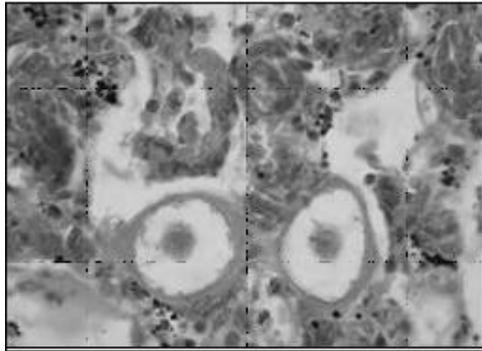


Imagen 2 (40X)

Se aprecia formas sexuales de *Eimeria macusaniensis*, destrucción de las vellosidades y hemorragia.

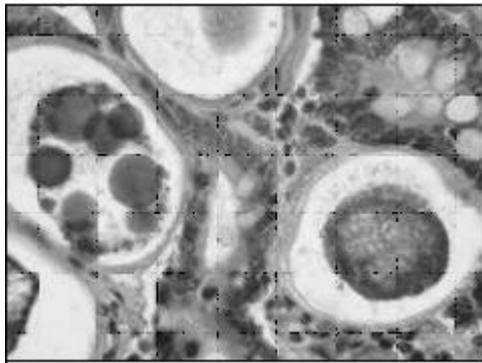


Imagen 3 (100X)

Formas inmaduras de *Eimeria macusaniensis* en las criptas de Lieberkhün

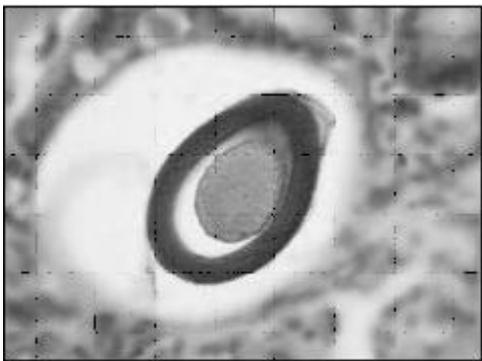


Imagen 4 (100X)

*Eimeria macusaniensis* en su ultimo desarrollo, próximo a ser expulsado con las heces

## Conclusiones

Se concluye que la eimeriosis contribuye a que las lesiones por enterotoxemia sean más severas, entonces podríamos decir que la enterotoxemia se potencia con la presencia de la eimeriosis, sucediendo lo mismo que en los pollos broilers; por lo tanto se recomienda continuar los estudios sobre la posible potenciación de ambas enfermedades.

## Referencias Bibliograficas

- Al-Sheikhly, F. y A. Al-Saieg. 1980. Role of coccidia in the occurrence of necrotic enteritis of chickens. Avian Dis. 24, 324-333.
- Ameghino, E.; De Martín, J. 1991. Mortalidad en crías de alpacas. Boletín de Divulgación del Instituto Veterinario de Investigaciones Tropicales y de Altura (IVITA) UNMSM. Lima-Perú. pp. 71-80
- Moro, M. 1987. Enfermedades infecciosas de las alpacas. Revista de Camélidos Sudamericanos. N° 4 –Octubre 1987. pp 7-31
- Novoa, C.; Florez, A. 1991. Producción de rumiantes menores: alpacas. Lima. Editora RERUMEN. 311 pp.
- Palacios, C. A.; L. Tabacchi; A. E. Chavera; M. T. Lopez; G. Santillan; N. Sandoval; D. Pezo; R. Perales. 2004. Eimeriosis en crías de alpacas: estudio anátomo histopatológico. RIVEP. 15:2, 174-178.
- Palacios, C.A.; R. A. Perales; A. E. Chavera; M. T. Lopez; W. U. Braga; M. Moro. 2006. *Eimeria macusaniensis* and *Eimeria ivitaensis* co-infection in fatal cases of diarrhea in young alpacas (*Lama pacos*) in Perú. Veterinary record. 158, 344-345.
- Ramírez, A.; Huamán, D.; Ellis, R. 1985. Enterotoxemia de la alpaca. Reporte Técnico N° 63. lima: INIPA y SR-CRSP. 56 pp.
- Ramírez, A. 1989. Enfermedades infecciosas en camélidos sudamericanos. XII Reunión Científica Anual de la Asociación Peruana de Producción Animal. pp 85-105.
- Ramírez, A. 1990. Avances sobre investigación en salud animal – Camélidos Sudamericanos. Boletín de Divulgación del Instituto Veterinario de Investigación Tropicales y de Altura (IVITA) UNMSM. lima-Perú N° 23- Enero. pp 11-19.
- Rosadio, R. H.; E. F. Ameghino. 1994. Coccidian infections in neonatal Peruvian alpacas. Veterinary record. 135, 459-460
- Truscott, R. B. y F. Al-Sheikhly. 1977. Reproduction and treatment of necrotic enteritis in broilers. Am. J. Vet. Res. 38, 857-861

## RELEVAMIENTO SEROLÓGICO EN VICUÑAS (*Vicugna vicugna*) SILVESTRES DE LA PUNA ARGENTINA

Marcoppido G<sup>1,4</sup>, Romero S<sup>2,4</sup>, D'Amico N<sup>1</sup>, Duro S<sup>1</sup>, Rodríguez D<sup>1</sup>, Snaiderman L<sup>1</sup>, Lager I<sup>1</sup>, Barrandeguy M<sup>1</sup>, Visani A<sup>1</sup>, Fernandez F<sup>1</sup>, Vila B<sup>3,4</sup> y Parreño V<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Virología, CICV y A, INTA Castelar

<sup>2</sup>EEA INTA Miraflores, Abra Pampa, Jujuy

<sup>3</sup>Universidad Nacional de Luján

<sup>4</sup>MACS Argentina

## Abstract

The sustainable use of wildlife species has become a very important issue from both economic and social points of view since its constitutes an alternative for the development of marginal zones.

The shear of wild vicunas, is a sustainable management which essentially promotes vicuña conservation generating economic rates to the communities. In addition, the sampling of wild vicunas gives the possibility to obtain naive scientific information with epidemiological relevance . Because of the sympatric relationship between wild vicunas and livestock (llamas, sheeps, goats, mules) and the lack of information regarding the viral pathogens

affecting vicunas, the objective of this study was to investigate the circulation of viral agents with high economical and health impact in wild vicunas from Cieneguillas, province of Jujuy.

The agents studied were: Rotavirus (RV), Parainfluenza 3 (PI-3), Rinotraqueítis Infecciosa Bovina (IBR), Diarrea Viral Bovina (BVDV), Lengua Azul (BT), Influenza Equina (VIE) y Herpesvirus Equino I (HVE-1). The vicunas were captured in a chakku, beneath strict animal welfare conditions and were immediately released after sheared. The seroprevalence in the wild vicunas sampled were 100% (126/126) for RV, 37,81% (45/119) for PI-3, 0,81% (1/122) for IBR y 0,787% (1/127) for BVDV. For the rest of the pathogens, the animals sampled were negatives. This investigation contributes with new data about the epidemiology of the viral agents affecting wild vicunas. The prevalence detected in wild vicunas highlight the importance of conducting surveys in wild and domestic animals to evaluate the existence of interspecies transmission of viral diseases.

## Introducción

Los camélidos sudamericanos (CSA) abarcan cuatro especies, dos domésticas, llama (*Lama glama*) y alpaca (*Lama paco*) y dos silvestres, el guanaco (*Lama guanicoe*) y la vicuña (*Vicugna vicugna*). En los últimos años la utilización de los CSA silvestres ha cobrado una gran importancia desde el punto de vista económico y social, ya que poseen una fibra de alta calidad y constituyen una alternativa productiva para ser desarrollada en ambientes poco favorables a otras especies.

La vicuña es el camélido más pequeño que habita en las zonas puneñas y altoandinas (a más de 3200 m.s.n.m.). En la Argentina se encuentra la subespecie *Vicugna vicugna vicugna*, siendo el color de su fibra más clara que la subespecie que habita en Perú, *Vicugna vicugna mensalis* [1].

A partir de la conquista de América, la caza continua llevó a la vicuña al borde de la extinción, situación de mayor gravedad entre los años 1950-1960. En 1973, la Convención CITES clasificó a la vicuña argentina en el Apéndice I. En 1997 Argentina logró la transferencia de la población de vicuñas de la provincia de Jujuy del Apéndice I al II, con el propósito de permitir el comercio internacional de fibra esquilada de vicuñas vivas, de telas y productos manufacturados [2].

En la actualidad, los cuatro países andinos (Perú, Bolivia, Chile y Argentina) donde las poblaciones de vicuñas se han recuperado, comenzaron planes de utilización basados en la obtención de fibra a partir de la esquila de vicuñas vivas.

La larga historia de manejo agrícola y ganadero de la Puna lleva a que los animales silvestres, como la vicuña se encuentren expuestos al contacto con animales domésticos (llamas) propios de la región; o exóticos (ovinos, caprinos y bovinos), introducidos en la región con fines productivos. Estos animales pueden haber transmitido a los animales autóctonos, enfermedades virales, parasitarias y bacterianas con profundo impacto en sus poblaciones y a la vez pueden haber convertido a dichas especies en reservorios silvestres de estas enfermedades. Las mermas productivas ocasionadas por los problemas sanitarios asociados a las enfermedades de CSA silvestres generan un perjuicio importante a nivel socio-económico.

Existe escasa información respecto de las enfermedades virales que afectan a los camélidos sudamericanos de nuestro país. Se cuenta principalmente con estudios serológicos y en especies domésticas.

En Argentina, relevamientos serológicos realizados en rodeos de llamas de Buenos Aires, Córdoba y Jujuy arrojaron seroprevalencias de anticuerpos (Ac) contra RV: 87.7%; Adenovirus bovino (BAdv III): 5,13%, Enterovirus (BEV): 4,10%, BVDV: 2,05%, IBR: 0,77%, [3]. En otro estudio sobre poblaciones de llamas, guanacos y vicuñas criados en cautividad, de las provincias de Buenos Aires, Río Negro, Salta y Catamarca revelaron la presencia de Ac contra RV y BDV en las tres especies, IBR en llamas y vicuñas y HVE-1 sólo en una llama [4]. En ambos relevamientos no se detectaron Ac para BT, Leucosis bovina enzoótica (VLB) y Fiebre Aftosa (FA).

La presencia de brotes de diarrea severa registrados en establecimientos de cría de guanacos localizados en las provincias de Chubut y Río Negro demostraron la presencia de Rotavirus en chulengos neonatos con diarrea aguda, asociado a complicaciones de septicemia por *Salmonella sp.* y *E. coli* [5]. También se registró una seroconversión frente a PI-3 en guanacos criados en cautiverio [6].

En cuanto a poblaciones silvestres de CSA, sólo se cuenta con un estudio realizado sobre 20 ejemplares de guanacos de la Reserva Cabo dos Bahías, Chubut, donde se investigó la presencia de Ac contra BT, virus Respiratorio Sincitial bovino (VRSB), BDV, HVE-1, IBR, PI-3, FA y estomatitis vesicular. Llamativamente, no se detectaron Ac para ninguna de las valencias virales estudiadas [7].

Estudios realizados en Sudamérica incluyen la seroprevalencia de Ac contra BVDV e IBR en llamas y alpacas de Perú [8; 9; 10] y Chile [11]. En estas investigaciones no se registraron vicuñas silvestres seropositivas a estas valencias.

Se registró una seroprevalencia contra PI-3 en alpacas de Perú [8; 12]. Celedón y col. [13] detectaron la presencia de Ac neutralizantes frente a HVE-1 en el 19,4%, 22,7%, 24,3% y 56% de alpacas, llamas, guanacos y

vicuñas silvestres, respectivamente. No existen reportes de serologías frente a VIE realizados en CSA. El objetivo de este trabajo fue investigar la circulación de agentes virales de alto impacto sanitario y productivo en vicuñas silvestres de la localidad de Cieneguillas, Pcia de Jujuy.

## **Materiales y Métodos**

### *Ubicación*

Las muestras se obtuvieron de vicuñas silvestres, durante los chakus de capturas de Mayo y Noviembre del 2003 y Noviembre del 2004, realizadas por el Grupo MACS.

Los campos de muestreo correspondieron a la Asociación Los Pioneros, de la localidad de Cieneguillas, 36 km al oeste de La Quiaca, Pcia de Jujuy.

### *Animales y Muestreo*

Para la captura de las vicuñas silvestres se utilizaron técnicas de arreo con motos y gente en el 2003 y en el 2004 se arrearon los animales solamente con gente. Durante la misma, los animales fueron conducidos a través de un embudo, con mallas transversales enterradas, construido con redes de polietileno, que desembocaban en un corral, con varias subdivisiones internas que permitían la circulación de los animales sin pasar dos veces por el mismo lugar.

Una vez muestreadas y esquiladas, pasaban a un corral de pre-liberación donde se reunían con el resto de los miembros del grupo capturado, para su posterior liberación.

Se tomaron muestras de suero de 127 vicuñas silvestres, correspondientes al 26,57% (124/478) de los animales capturados.

Las edades de los animales muestreados oscilaron entre los 9 meses y los 9 años de edad. Para disminuir los estímulos auditivos y visuales durante la manipulación de los animales capturados, se les colocó una capucha de tela, cubriendo los ojos y las orejas, que se mantuvo hasta la finalización de las maniobras realizadas sobre cada animal. Las crías fueron las primeras en ser liberadas del corral, para evitar accidentes. Los animales fueron manejados bajo estrictos protocolos de bienestar animal [14].

Las muestras de sangre fueron obtenidas con el animal en decúbito esternal (posición fisiológica de los camélidos), con el cuello extendido, por punción yugular en la región inferior del cuello, donde la piel es más delgada y la vena puede palparse más fácilmente [15]. La zona de punción fue previamente rasurada y desinfectada con una solución de yodo-povidona. Se utilizaron tubos Vacutainer<sup>®</sup>, sin anticoagulantes para obtención de suero. Las muestras de sangre fueron centrifugadas en un laboratorio de campaña. El suero fue fraccionado en crioviales y almacenado a -20°C. Estas muestras fueron apropiadamente embaladas y enviadas por avión a Buenos Aires y trasladadas al Laboratorio de Virus Diarréicos, del Instituto de Virología del INTA Castelar.

### *Técnicas de laboratorio empleadas*

Para la detección de Ac contra Rotavirus grupo A, se utilizó un ELISA doble sándwich, utilizando como Ac revelador un suero policlonal anti-IgG de llama, marcado con Peroxidasa (Bethyl Laboratorios, Montgomery, TX, USA). Como controles, se utilizaron sueros de llamas positivos por la técnica de seroneutralización (SN). La cepa viral de referencia utilizada fue RVB I801 P[1]G8. Los títulos de Ac se expresaron como la inversa de la máxima dilución con señal positiva. La dilución mínima testeada fue 1/16.

Para detectar Ac contra PI-3 y VIE, se utilizó la técnica de Inhibición de la Hemoaglutinación (IHA), con glóbulos rojos de cobayo y la cepa de PI-3 de referencia ST20, para el primer agente y glóbulos rojos de ave y la cepa Arg 93 para VIE. Los títulos de Ac se expresaron como la inversa de la máxima dilución con capacidad inhibitoria de la hemoaglutinación de una suspensión viral conteniendo 8 unidades hemoaglutinantes. Para el PI-3, se consideraron positivos solamente los títulos > 80. La mínima dilución testeada fue 1/4.

Para las valencias de IBR, BDV y HVE-1 se utilizó la técnica de seroneutralización (SN). Las cepas virales utilizadas fueron cepa LA de BHV-1, cepa BVD-1 Singer y cepa HVE-1 Kentucky, respectivamente. El título de Ac en las muestras analizadas se expresó como índice SN (log 10), calculado por Reed y Muench. La mínima dilución testeada fue de 1/8.

Para analizar BT, se utilizó un Kit comercial de c-ELISA (Veterinary Diagnostic Technology, Inc.), con una única dilución testeada (1/5).

## **Resultados y Discusión**

Todos los animales se encontraban en perfecto estado de salud al momento de la toma de muestra.

Los resultados serológicos en los muestreos contra los distintos agentes virales testeados, se presentan en la tabla 1.

Tabla 1. Resultados serológicos en las vicuñas muestreadas

Año	n	Detección de Ac						
		RV	PI-3	IBR	BVDV	BT	HVE-1	VIE
Mayo 2003	28	100% (27/27)	2,70% (10/27)	0% (0/25)	0% (0/28)	0% (0/26)	0% (0/27)	0% (0/27)
Noviembre 2003	49	100% (49/49)	52,17% (24/46)	0% (0/47)	0% (0/49)	0% (0/46)	0% (0/41)	0% (0/41)
Noviembre 2004	50	100% (50/50)	23,91% (11/46)	2% (1/50)	2% (1/50)	0% (0/48)	0% (0/50)	0% (0/49)

Tabla 2. Seroprevalencia y títulos de Ac detectados en las vicuñas silvestres muestreadas

AGENTE VIRAL	Seroprevalencia	Título promedio de Ac (log10)	Rango de Ac
RV	100% (126/126)	3,2655	16-65536
PI-3	37,81% (45/119)	2,3646	160-1280
IBR	0,81% (1/122)	1,8	na
BVDV	0,787% (1/127)	1,2	na

(..) significa animales seropositivos/total de animales  
na: no se aplica

El 100% de los animales muestreados presentaron Ac contra RV, con título de Ac que oscilaron en un rango entre 1/16 y 1/65536, indicando la amplia circulación de este agente en vicuñas silvestres de la Puna.

Se detectaron Ac contra PI-3 en el 37,81% (45/119) de los animales muestreados. Los títulos oscilaron entre 160 y 1280. Este agente viral es ubicuo en el ganado bovino, asociado a infecciones respiratorias subclínicas. El resultado aquí obtenido constituye la primera detección de Ac contra PI-3 en vicuñas silvestres de la Puna Argentina y abre una línea de investigación respecto del rol epidemiológico de este virus en camélidos de nuestro país.

Al analizar los resultados de la serología frente a IBR y BVDV, se detectó, en el muestreo del 2004, 1 vicuña seropositiva a IBR y otra a BVDV. Sin embargo la baja prevalencia de Ac estaría de acuerdo con lo propuesto por otros estudios respecto de la baja susceptibilidad de los CSA a la infección por estos agentes virales.

En ninguno de los muestreos realizados, se registraron animales positivos a BT. Sin embargo, la búsqueda de Ac frente a BT en camélidos silvestres de la puna se debió, a que si bien el mismo es un agente exótico para nuestro país, en el 2002 se comunicó su circulación en bovinos del Noroeste argentino (16). La ausencia de reactivos positivos en las vicuñas silvestres podría asociarse a la falta del vector transmisor de la enfermedad (jejen del género *Culicoides*). Otros estudios realizados por este grupo de trabajo, sobre llamas y bovinos de la misma región, resultaron negativos para este agente [17; 18], lo que permitiría contar con regiones libres de la infección por BT en la Puna argentina.

Con respecto a los agentes virales que afectan a los equinos, no se detectaron vicuñas seropositivas frente HVE-1 ni VIE. Sin embargo la detección Ac frente a HVE-1 en alpacas, llamas, guanacos y vicuñas de Chile y llamas de Argentina, indican que los CSA serían susceptibles a la infección con el HVE-1 o un virus antigénicamente similar, pudiendo ser un virus propio de la especie, o una transmisión interespecie al estar en contacto con équidos (burros, caballos). Por lo tanto se necesitan estudios complementarios en éstos que habitan en simpatria con los CSA silvestres, para confirmar la circulación de los agentes virales propios en las poblaciones de origen.

Es importante destacar que en ninguno de los muestreos realizados, se presentaron animales con signos clínicos característicos de las enfermedades analizadas.

## Conclusiones

Los resultados obtenidos sugieren la circulación de RV, PI-3, IBR y BVDV, agentes virales de importancia económica y de amplia circulación en el ganado productivo de Argentina, en vicuñas silvestres de la Puna argentina. El estrecho contacto al que están sujetas las vicuñas silvestres con los CSA domésticos y con el ganado no tradicional para la zona (bovinos, ovinos y mulares), generan la necesidad de un monitoreo continuo tanto en las poblaciones silvestres como en las domésticas, para identificar posibles reservorios de enfermedades infecciosas y la circulación de agentes patógenos entre animales domésticos y fauna silvestre.

## Agradecimientos

Dirección de Fauna de la Provincia de Jujuy.

Asociación Los Pioneros y comunidad de Cieneguillas, Pcia de Jujuy

Investigadores del Proyecto MACS Argentina: Ing. Agr. Hugo Lamas, Lic. Yanina Arzamendia, Lic. Jorge Baldo, Dr. Hugo Yacobaccio, Lic. Mariela Borgnia, Lic. Ana Wawrzyk, Lic. Marcelo Morales.

## Bibliografía

Vilá, B. 2006. Suborden Tylopoda, Familia Camelidae, pp. 116-118. R. M. Barquez, M. M. Díaz y R. A. Ojeda, (eds.). En: Mamíferos de Argentina, Sistemática y Distribución. SAREM (Sociedad Argentina para el Estudio de los Mamíferos).

Grupo MACS: "Utilización económica sustentable de Camélidos Sudamericanos Silvestres: Estrategias para el mejoramiento de la productividad rural en las comunidades pastoriles de América Latina (MACS) del 5to Programa Marco INCO-DEV de la Unión Europea (ICA4-CT-2001-1004)

Puntel, M., N. A. Fondevila, J. Blanco Viera, V. K. O'Donnell, J. F. Marcovecchio, B. J. Carrillo, and A. A. Schudel. 1999. Serological survey of viral antibodies in llamas (*Lama glama*) in Argentina. *Zentralbl Veterinarmed B* 46:157-61.

Leoni, L. Cheetham, S. Lager, I. Parreño, V. Fondevila, N. Rutter, B. Martinez, V. Fernández F. and Schudel A. 2000. Prevalencia serológica de anticuerpos contra enfermedades virales del ganado en llama (*Lama glama*), guanaco (*Lama guanicoe*) y vicuña (*Vicugna vicugna*). 2nd Latinamerican Congress of specialist in small ruminant and south american camelids. Merida, México.

Parreño, V., V. Constantini, S. Cheetham, J. Blanco Viera, L. J. Saif, F. Fernandez, L. Leoni, and A. Schudel. 2001. First isolation of rotavirus associated with neonatal diarrhoea in guanacos (*Lama guanicoe*) in the Argentinean Patagonia region. *J Vet Med B Infect Dis Vet Public Health* 48:713-20.

Marcoppido G.; D'Amico N.; Olivera V.; Bok K. y Parreño V. 2004a. Investigación de la circulación de Rotavirus, Virus de la Diarrea viral bovina y Rinotraqueitis infecciosa bovina en chulengos criados bajo condiciones intensivas. Taller Aprovechamiento sustentable del Guanacos en Argentina. Bariloche, Rio Negro.

Karesh, W. B., M. M. Uhart, E. S. Dierenfeld, W. E. Braselton, A. Torres, C. House, H. Puche, and R. A. Cook. 1998. Health evaluation of free-ranging guanaco (*Lama guanicoe*). *J Zoo Wildl Med* 29:134-41.

Rivera H, Madewell BR, Ameghino E. 1987. Serologic survey of viral antibodies in the Peruvian alpaca (*Lama pacos*). *Am J Vet Res.* Feb;48(2):189-91.

Manchego, A., Rivera, H., Rosadio, R. 1998. Seroprevalencia de agentes virales en rebaño mixto de una comunidad andina peruana. *Revista de Investigación Pecuaria IVITA* 9;(2) Lima, Perú. pp. 1-10

Rosadio RH, Rivera H, Manchego A. 1993. Prevalence of neutralising antibodies to bovine herpesvirus-1 in Peruvian livestock. *Vet Rec.* Jun 12;132(24):611-2.

Celedón M., Sandoval, A., Droguett, J., Calfio, R., Ascencio, L., Pizarro, J., Navarro, B. 2001. Pestisa de anticuerpos seroneutralizantes para pestivirus y herpesvirus en ovinos, caprinos y camelidos sudamericanos de Chile. *Arch. Med. Vet.* (33), 2:165-172.

Victorio W., Rivera H., Manchego A., Benito A., Quispe R., Yaya C., Olazábal J., Rosadio R. 2004. Evidencias serológicas de virus neumotrópicos en alpacas de la provincia de Canchis, Cuzco, Perú. en libro de memorias III congreso mundial de camélidos. Potosí, Bolivia, p:869-877.

Celedón M., Vergara, F., Navarro, B., Bonacic, C. Serologic Survey of antibodies to equine herpesvirus-1 in South American Camelids in Chile. (en prensa)

Marcoppido, G., Romero, S., Bonacic, C. 2005a. Manejo de Vicuñas bajo estándares de Bienestar Animal. 5° Simposio Internacional de Desarrollo Sustentable de Los Andes, S. S de Jujuy.

Fowler, M. 1994. Medicine and Surgery of South American Camelids, 4th edition ed. Iowa State University press.

Gorch, C., A. Vagnozzi, S. Duffy, J. Miquet, J. Pacheco, A. Bolondi, G. Draghi, B. Cetra, C. Soni, M. Ronderos, S. Russo, V. Ramirez, and I. Lager. 2002. [Bluetongue: isolation and characterization of the virus and identification of vectors in northeastern Argentina]. Rev Argent Microbiol 34:150-6.

Marcoppido, G., Parreño, V., celedón, O., Romero, S., Bonacic, C. y Vilá, B. 2004b. Seroprevalencia de Anticuerpos en camélidos Sudamericanos y otras especies productivas en Chile y Argentina. XIX Congreso Panamericano de Ciencias Veterinarias, PANVET, Buenos Aires, Argentina.

Marcoppido, G., Romero, S., D'Amico, N., Duro S., Rodríguez, D., Snaiderman, L., Lager, I., Robles, C., Fittipaldi, C., Fernandez, F., Vilá, B. y Parreño, V. 2005b. Seroprevalencia de anticuerpos frente a distintos agentes virales en Camélidos Sudamericanos. Congreso Argentino de Virología. Buenos Aires, Argentina.

## ESTADOS SEXUALES Y LESIONES CAUSADAS POR *Eimeria macusaniensis* Y *Eimeria ivitaensis* EN CRÍAS DE ALPACA

Palacios Cesar, Perales Rosa, Chavera Alfonso

Departamento de Salud Animal y Salud Pública. Facultad de Medicina Veterinaria. Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

Email: [cpalacios82@hotmail.com](mailto:cpalacios82@hotmail.com)

### Resumen

Siete crías de alpaca murieron de severa diarrea sub aguda. A la necropsia las lesiones mostraban severa yeyuno - ileítis necrótica con múltiples focos blanquecinos de 0.5 cm de diámetro. Al examen parasitológico se evidenciaron ooquistes de *E. lamae* en dos casos y *E. ivitaensis* junto con *E. macusaniensis* en todos los casos. Las lesiones microscópicas consistían en severa enteritis necrótica. Múltiples formas endógenas de *E. macusaniensis* y *E. ivitaensis* fueron evidenciadas en las criptas. Los macrogamontes inmaduros de 30.9 x 28.6 micras de diámetro eran similares para ambas especies de Eimeria con cápsulas de 4 a 5 micras de grosor y múltiples núcleos basófilos. La morfología del macrogamonte de *E. macusaniensis* y *E. ivitaensis* variaba de acuerdo al grado de madurez observándose muchos cuerpos de inclusión de diferente tamaño y número. Los macrogamontes maduros de *E. ivitaensis* tenían 12 a 22 cuerpos de inclusión basófilos con diámetro de 2 a 3.5 micras. Los macrogamontes maduros de *E. macusaniensis* tenían 6 a 7 cuerpos de inclusión eosinófilos con 13 a 18 micras de diámetro. Los microgamontes de ambas eimerias eran morfológicamente similares midiendo 78 x 66 micras. En vista de la amplia prevalencia de lesiones por eimeria, esta enfermedad parece constituir un serio problema, particularmente en animales jóvenes.

### Introducción

La eimeriosis es una de las enfermedades parasitarias mas prevalentes en crías de alpacas. [10] Se han reportado 5 especies: *Eimeria lamae*, *E. alpaca*, *E. punoensis*, [2] *E. macusaniensis* [3] y *E. ivitaensis* [7]. Aun cuando se han notificado altas tasas de prevalencia en alpacas (30 a 100%) con cierta frecuencia en forma de brotes clínicos, se desconoce la real importancia de la eimeriosis en complejo diarreico y en la mortalidad de crías. [1]. La asociación entre la *E. macusaniensis* y *E. lamae* es considerada una de las mas patógenas [4]. Sin embargo, recientemente se ha reportado una asociación entre *E. ivitaensis* y *E. macusaniensis* que cursa con severos cuadros de necrosis intestinal [9]. De la *E. ivitaensis* se sabe que parasita las criptas de Lieberkhun pero no se sabe nada acerca de periodo prepatente y patente. El presente estudio reporta siete casos de diarrea sanguinolenta causantes de mortalidad en alpacas y se describen las formas endógenas sexuales y asexuales de la *E. macusaniensis* y *E. ivitaensis*.

## Materiales y Métodos

### Animales

De un total de 20 crias de alpaca de 4 a 6 meses murieron de diarrea, solamente 7 estuvieron asociados a eimeriosis.

### Técnica de necropsia

Se empleó la técnica recomendada para rumiantes de Aluja (2001). Las muestras de intestino fueron divididas de la siguiente manera: duodeno, yeyuno, ileon, ciego, colon ascendente, colon transversal y recto. Se tomaron muestras para estudio histológico de cada segmento.

### Estudio histológico

Las muestras fueron conservadas en formol al 10% durante 48 horas, después fueron reducidas para su procesamiento histológico mediante técnicas de rutina. Las muestras fueron coloreadas con Hematoxilina & Eosina.

## Resultados y Discusión

Tabla 01: Alteraciones macroscópicas en el tracto intestinal de alpacas con eimeria

	Hiperplasia Placas Peyer	Hiperemia mucosa	Exfoliación mucosa	Engrosamiento mucosa	Nodulaciones blancas	Líquido amarillento
Duodeno	-	-	-	-	-	-
Yeyuno	+++	+++	+++	+++	++	+
Ileon	+++	+++	+++	+++	+++	-
Ciego	-	-	-	-	-	-
Colon	-	-	-	-	-	-
Recto	-	-	-	-	-	-

Leve: +

Moderado: ++

Severo: +++

Sin alteración evidente: -

En casos reportados de eimeriosis en camélidos las alteraciones consisten en severa dilatación con engrosamiento de la mucosa del ileon [8, 10]. Sin embargo, en el presente caso se observan alteraciones tanto en yeyuno como en íleon. Otra característica descrita es la presencia de diarrea sanguinolenta [1] lo que también fue observada en el presente estudio.

Tabla 02: Formas endógenas de *Eimeria macusaniensis* y *E. ivitaensis*

	<i>Eimeria macusaniensis</i> (n=20) micras	<i>Eimeria ivitaensis</i> (n=20) micras
Ezquizontes maduros	161,40 (100-240) x 145 (100-210)	
Macrogamonte inmaduro	30,9 (16,5-38) x 28,6 (15-40)	
Microgamonte inmaduro	139,8 (120-190) x 121,3 (90-160)	
Microgamonte maduro	204,4 (174-230) x 174,6 (133-210)	
Ooquiste inmaduro	58 (45-63) x 45 (26-50)	48 (45-53) x 42 (30-47)

Las formas asexuales de ambas eimerias se localizaban principalmente en yeyuno. Similares hallazgos han sido reportados por Palacios (2003 y 2006)[8,9]. En lo referente a las formas sexuales están han sido encontradas en el yeyuno final, ileon y ciego. Esto concuerda con lo reportado por Palacios (2003)[8] aunque otros autores mencionan que solo son evidenciadas en el yeyuno e íleon. [6,10].

Las lesiones acusaban una severa enteritis necrotizante difusa aguda con múltiples formas endógenas de *E. macusaniensis* y *E. ivitaensis* tanto en las criptas como en las vellosidades. Había compromiso de lámina propia en el íleon. Se evidenciaron formas endógenas de *E. macusaniensis* en colon y ciego. Similares lesiones han sido reportadas por Rosadio y Ameghino (1994)[10].

## Bibliografía

- Ameghino E y DeMartini J. 1991. Coccidiosis. En: Mortalidad de crias alpaca. Centro de Investigación. IVITA-UNMSM. pp 71-112.
- Guerrero C. 1967. Coccidia (Protozoo:eimeridae) of the alpaca (Lama pacos). Journal of Parasitology. 14: 613-616.
- Guerrero C.; Alva J.; Leguía G y Bazalar H. 1970. Prevalencia de coccidiosis en alpacas. Instituto Veterinario de Investigaciones y de Altura. Perú. Bol Ext 4:84-90.
- Guerrero C.; Alva J.; Bazalar H. y Tabacchi L. 1970. Infección experimental de alpacas con *Eimeria lamae*. Rev fac Med Vet. UNMSM. Perú 21:59-68.
- Guerrero C.; Hernandez J.; Bazalar H y Alva J. 1971. Eimeria macusaniensis sp (Protozoo: Eimeriidae) of the alpaca (Lama pacos). Journal of Parasitology 18:162-163.
- Hodgin C.; Schillhon V. y Fayer R. 1984. Leptospira and coccidial infection in a guanaco. JAVMA. 11:1442-1444.
- Leguía G y Casas E. 1998. Eimeria ivitaensis (Protozoo: Eimeriidae) en alpacas (Lama pacos). Rev Per Parasitol. 13: 59-61.
- Palacios C; Perales R; Chavera A. y Lopez T. 2003. Complejo enterico parasitario. III Congreso Mundial de Camelidos Sudamericanos. Potosí – Bolivia.
- Palacios C; Perales R; Chavera A, Lopez T; Braga W and Moro M. 2006. Eimeria macusaniensis and Eimeria ivitaensis co-infection in fatal cases of diarrhoea in young alpacas (Lama pacos) in Peru. Vet Rec. 158(10):344-5
- Rosadio R and Ameghino E. 1994. Coccidial infections in neonatal Peruvian alpacas. Vet Rec. 135(19):459-60

## ESTUDIO COMPARATIVO ENTRE UN REMEDIO NATURAL Y UN COMPUESTO QUÍMICO CONTRA PARASITOS GASTROINTESTINALES DE LLAMAS EN EL DEPARTAMENTO DE LA PAZ, BOLIVIA

Palacios Zambrana Araceli D. <sup>1)</sup>, Stemmer Angelika <sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> CIDESA (Centro Integral de Desarrollo Social Alternativo), La Paz, Bolivia

<sup>2)</sup> Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias, Universidad Mayor de San Simón, Cochabamba, Bolivia, correo electrónico: caprino@albatros.cnb.net

## Resumen

Se compararon un remedio natural (infusión de cuatro plantas) y un compuesto químico (Doramectina) contra parásitos gastrointestinales en llamas, mediante la toma de muestra de heces a 150 animales provenientes de tres comunidades de las provincias Los Andes y Murillo del departamento de La Paz. Las muestras se procesaron mediante las pruebas de flotación y McMaster, el análisis estadístico se realizó mediante el paquete estadístico SAS. La diferencia entre los dos desparasitantes resultó significativo, el desparasitante natural mostró una efectividad de 70% desde los 15 hasta los 45 días, el producto químico de 90% desde los 15 hasta los 60 días después de la desparasitación. Los parásitos de mayor incidencia fueron *Marshallagia marshalli*, *Nematodirus sp.* y *Bonostomum trigonocephalum*. Como la resistencia parasitaria es una de las consecuencias más evidentes del uso inadecuado de productos químicos, se concluye que el uso de plantas medicinales es una alternativa válida, menos riesgosa y más barata.

Palabras claves: Plantas medicinales, desparasitantes, llamas.

## Introducción

La producción de camélidos sudamericanos ha sido significativa en la historia de Bolivia; desde su establecimiento en el territorio nacional, las llamas han desempeñado funciones importantes en las actividades de la población boliviana. En la actualidad no se tiene mucha información sobre el modo de aplicación de los remedios naturales, su eficiencia y costo. En el presente estudio se hizo una comparación entre un remedio natural y un producto farmacológico.

## Revisión Bibliográfica

La etnobotánica es una nueva disciplina que se ocupa de la relación del reino vegetal con la cultura humana que descubre que las plantas medicinales siguen siendo un tesoro de las sociedades indígenas y de la tradición popular y campesina en el mundo entero ?1?.

### *Plantas medicinales*

#### Paico (*Chenopodium ambrosioides*)

Según ?1?.esta planta se suministra en infusión acuosa para combatir los males del estómago, como la indigestión y flatulencias, asimismo como sudorífica y carminativa. También se emplea como emenagogo contra parásitos internos.

#### Muña muña (*Satureja parvifolia*)

Se la considera un buen digestivo, algo laxante suave y muy efectivo en dosis pequeñas. Los habitantes de las sierras usan la infusión teiforme de estas yerbas como estimulante, digestivo y estomacal, en la enfermedad de la puna, también en indigestiones y dolores de estómago ?2?.

#### Ajenjo (*Artemisia absinthium*)

Medicinalmente se utilizan las hojas y las sumidades florales; el ajenjo era tradicionalmente usado como agente amargo para mejorar la digestión y para tratar infestaciones de lombrices ?2?.

#### Suico (*Tagetes minuta*)

Se utilizan hojas y flores frescas ó secas, en decocción contra catarro y afecciones pulmonares, hojas y tallos en decocción como purgante; ramas con ó sin flor en mate contra ventosidad, dolor estomacal digestivo, cólicos, empachos, además para cuidados posparto ?3?.

#### Antiparasitario Químico Doramectina

Acción terapéutica: Parasitocida inyectable de amplio espectro para bovinos, ovinos, camélidos y cerdos, de larga persistencia que actúa sobre los parásitos internos y externos de importancia ?4?.

## Materiales y Métodos

El trabajo de campo estuvo coordinado en reuniones con el Centro Integral de Desarrollo Social Alternativo CIDESA y ganaderos de las provincias Los Andes y Murillo. Se utilizaron 150 llamas machos y hembras de 1 a 6 años de edad, procedentes de 3 rebaños. Los animales contaban con aretes de identificación, los cuales estaban inscritos en planillas individuales. Se tomaron las muestras de heces directamente del recto del animal; fueron transportadas en un conservador portátil, para su posterior análisis en el laboratorio al día siguiente.

Para la administración de los antiparasitarios se dividió al azar el número total de los animales en dos grupos, el primer día denominado día cero, se realizó el tratamiento de desparasitación, usando doramectina en dosis de 1 ml por cada 50 kg de peso vivo; se inyectó vía subcutánea en el pliegue de la babilla del tren posterior, usando una jeringa desechable. El segundo grupo fue desparasitado el mismo día con el remedio natural, el cual se elaboró en un recipiente metálico con medio litro de agua, 50 g de Paico, 30 g de Suico, 30 g de Ajenjo y 40 g de Muña muña. Se hirvió por 30 minutos y se dejó enfriar. Se llenó en una botella plástica desechable y se dio de beber a cada una de las llamas en dosis de medio litro por animal adulto. En laboratorio se realizó el análisis coproparasitológico de las heces; identificación de parásitos y determinación de la carga parasitaria. Se usaron la técnica de McMaster y la técnica de Gordon y Whitloch modificada que fue usada para cuantificar los parásitos gastrointestinales. Se analizó la carga parasitaria antes y en cuatro evaluaciones después de la desparasitación, es decir pasados 15, 30, 45 y 60 días.

La información obtenida de la carga parasitaria, fue analizada mediante el paquete estadístico SAS con el procedimiento GLM.

## Resultados y Discusión

### *Carga parasitaria y especies de parásitos encontrados en la comunidad de Alto Milluni (Provincia Murillo)*

Las llamas de Alto Milluni, viven a 4600 msnm aproximadamente, con un clima frío y heladas regulares. Se alimentan de plantas nativas como el sillu sillu, thola, quishuñña, muña muña y bofedales, no reciben alimentación suplementaria, tienen mucho espacio de pastoreo y beben agua de deshielo. Sus dueños nunca las trataron con ningún tipo de fármaco.

Se observó que la carga parasitaria era cero en 48 de los 50 animales. En los dos animales con carga parasitaria se halló una sola especie de nemátodos, esta fue *Marshallagia marshalli*, y protozoarios de la especie *Eimeria*

spp., con 4 y 6 huevos por g de heces respectivamente. Probablemente las condiciones ambientales y climáticas sean las responsables de la baja carga parasitaria en este lugar o pudo ser el alimento que consumían en el pastoreo libre, plantas medicinales que previenen o por lo menos controlan la proliferación de los parásitos. En consecuencia, estos 50 animales no fueron desparasitados.

#### *Carga parasitaria en las comunidades de Pachachami y Churiaque (Provincia Los Andes)*

En el cuadro 1 se muestran las medias mínimas cuadradas y sus errores estándar de la carga parasitaria expresada en número de huevos por gramo de heces (hpg).

Cuadro 1: Medias de la carga parasitaria (número de huevos por gramo de heces)

Efecto	Evaluación									
	1		2		3		4		5	
	LSM*	SE	LSM	SE	LSM	SE	LSM	SE	LSM	SE
<b>Desparasitante</b>										
Natural	1134 a	112	485 a	44	345 a	33	329 a	39	422 a	29
Químico	1035 a	112	307 b	44	196 b	33	187 b	39	109 b	29
<b>Rebaño</b>										
1	1303 a	86	391 a	34	314 a	26	309 a	30	337 a	22
2	867 b	132	400 a	52	227 a	39	207 a	46	193 b	34
<b>Tratamiento x Rebaño</b>										
Natural 1	1348 a	122	503 a	48	423 a	36	417 a	42	537 a	32
Químico 1	1257 a	122	280 b c	48	206 b	36	200 b	42	137 b	32
Natural 2	920 a c	187	467 a	73	267 b	55	240 b	65	307 c	48
Químico 2	813 b c	187	333 a c	73	187 b	55	173 b	65	80 b	48

\* LSM: Least Squares Means (Medias mínimas cuadradas)

SE: Error Estándar

ab: Letras distintas dentro de la evaluación difieren significativamente al nivel  $p \leq 0,05$

Las medias en la primera evaluación antes del uso de los antiparasitarios natural y químico no mostraron diferencias significativas entre ambos tratamientos. En la segunda evaluación, es decir a los 15 días de administrar los desparasitantes, se observó una diferencia significativa entre ambos. La carga parasitaria se redujo en un 57% con el desparasitante natural en relación a la primera evaluación. En el tratamiento con desparasitante químico la reducción de la carga parasitaria fue un 70%, mostrando una efectividad mayor que el desparasitante natural. Las diferencias seguían siendo significativas desde la segunda hasta la quinta evaluación.

En ambos antiparasitarios se elevó la efectividad en la tercera y cuarta evaluación; en la quinta evaluación el desparasitante natural tuvo un aumento en la carga parasitaria, en comparación con la cuarta evaluación, mientras que el desparasitante químico seguía reduciendo la carga parasitaria mostrando un 90% de efectividad hasta los 60 días después de la desparasitación. La eficiencia más alta del desparasitante natural fue de 71%.

En el día cero el grado de parasitosis fue alto a grave; después de la desparasitación a los 15 y 30 días, el antiparasitario natural mostró una baja en la carga parasitaria a un rango leve, demostrando así la efectividad del remedio natural; la población de parásitos incrementó desde los 45 días; en cambio el desparasitante químico siguió teniendo efecto sobre los parásitos a los 60 días.

Los rebaños 1 y 2 mostraron una diferencia significativa antes del uso de los desparasitantes; el grado de infestación en el rebaño 1 fue mayor (1303 hpg). En la segunda, tercera y cuarta evaluación después del uso de los desparasitantes, la carga parasitaria se redujo de igual medida en ambos rebaños.

Hubieron interacciones significativas entre el desparasitante y el rebaño durante todas las evaluaciones. El rebaño 1 tratado con desparasitante natural tuvo la carga parasitaria más alta, significativa a partir de la tercera evaluación. En el rebaño 2, la diferencia entre tratamientos antes del uso de los antiparasitarios no fue significativa, tampoco en la segunda, tercera y cuarta evaluación, mientras que en la quinta evaluación la carga parasitaria se vio disminuida considerablemente con el uso del desparasitante químico.

#### *Especies de parásitos*

En las 5 evaluaciones antes y después de la desparasitación se encontraron huevos de distintas especies de parásitos.

Cuadro 2: Porcentaje de parásitos según especie

Parásitos	Evaluación				
	1	2	3	4	5
B. trigonocephalum (%)	13	11	7	8	4
Capillaria spp. (%)	1	0	0	0	0
Chabertia ovina (%)	6	8	8	7	3
Haemonchus spp. (%)	2	0,5	0	0	0
Marshallagia marshalli (%)	47	53	57	68	74
Nematodirus spp. (%)	16	13	12	10	13
Oesophagostomum spp. (%)	6	9	10	5	2
Trichostrongylus spp. (%)	3	4	5	2	2
Trichuris spp. (%)	2	1,5	1	0	2
Otros (%)	4	0	0	0	0
Total (%)	100	100	100	100	100

En las cinco evaluaciones se expresó el total de hpg en forma proporcional para que refleje la incidencia y prevalencia de cada especie parasitaria.

Se encontraron 9 especies distintas de nemátodos y una especie de protozoo en la primera evaluación, antes del uso de los desparasitantes. Se observó que Marshallagia marshalli, Nematodirus spp. y Bonostomum trigonocephalum fueron las tres especies más infestantes. La especie con el mayor número de huevos, fue Marshallagia marschalli con 47 % y con menor número de huevos, Capillaria spp. con 1 %.

En la segunda evaluación Capillaria spp. desapareció, lo mismo ocurrió con otros tipos de parásitos no identificados; Haemonchus ya no fue encontrado a partir de la tercera evaluación.

Las especies que demostraron mayor prevalencia en las cinco evaluaciones fueron, Marshallagia marshalli, Nematodirus spp., Bonostomum trigonocephalum, los cuales contaban con el 74, 13 y 4 % respectivamente del total en la quinta evaluación. Chabertia ovina, Oesophagostomum spp., Trichostrongylus spp. y Trichuris spp. mantenían entre el 2 y 3 % de los parásitos encontrados.

#### *Análisis económico*

Para calcular el costo del desparasitante natural se usó el precio al que se venden las plantas en sectores populares del mercado de la ciudad de La Paz. Cabe mencionar que la mayoría de los criadores de llamas no necesitan comprar estas plantas porque crecen en la misma zona y se colectan ahí. Además la elaboración resulta bastante económica, ya que se usa estiércol de llamas como combustible para la cocción del remedio natural. El precio fue 0,32 Bs. por dosis; la doramectina costó 1,36 Bs. por dosis.

#### **Conclusiones**

La alta efectividad del desparasitante natural, muestra un recurso renovable muy importante, con ventajas socioculturales, ambientales, altamente rentables y eficientes; el conocimiento sobre los desparasitantes naturales tiene que ser resguardado para que no se pierda como ha ocurrido en otras zonas de Bolivia.

De las 9 especies de parásitos encontradas en las comunidades de Pachachani, Churiaque y Alto Milluni, solo una especie (Nematodirus lamae) es un parásito específico de los camélidos sudamericanos, las demás también parasitan a los bovinos y ovinos mostrando que el poliparasitismo de las llamas puede deberse a una crianza mixta que perjudica a los camélidos.

El antiparasitario químico es un recurso no renovable, en la medida que la resistencia va avanzando progresivamente sobre los más modernos grupos químicos disponibles. Se requiere promover un cambio en la manera de pensar y de abordar la problemática del control de parásitos por parte de los ganaderos, asesores, laboratorios, entidades de investigación y demás grupos involucrados. El cambio conceptual se refiere a dejar de creer que los parasiticidas y productos químicos son una fuente inagotable y la única alternativa para el control de los parásitos del ganado.

#### **Bibliografía**

1. ISERN I SABRIA, A., 2004: Etnoveterinaria en Guatemala y sus orígenes. 1º edición. Magna Terra editores S.A. Guatemala
2. VOLAK, J y STODOLA, J., 1989: Plantas Medicinales. 2º ed. Versión castellana SUSAEETA S.A. República Checa

3. SEMTA, 1986: Plantas medicinales y aromáticas del departamento de San Javier Córdoba – Argentina. Gobierno de Córdoba – Argentina.
4. PFIZER, 2004: Animal Health Division. Corporación Farmacéutica, Pfizer Cía. Ltda., Lima Perú

## **DETERMINACIÓN MACRO Y MICROSCOPICA DE LESIONES PULMONARES COMO CAUSA DE MORTALIDAD EN CRÍAS DE ALPACAS**

Perales Rosa, Tabacchi Luis, Chavera Alfonso, López Teresa, Sandoval Nieves, Santillán Gilberto, Pezo Danilo  
Palacios Cesar.

Departamento de Salud Animal y Salud Pública. Facultad de Medicina Veterinaria. Universidad Nacional Mayor  
de San Marcos.

Email: [cpalacios82@hotmail.com](mailto:cpalacios82@hotmail.com)

### **Resumen**

Se estudiaron 27 muestras de pulmones de crías de alpacas muertas por procesos respiratorios, durante la época de lluvia (enero a marzo, 2004) en las comunidades alpaqueras aledañas a la Estación de Marangani – IVITA a 4 200 msnm. La necropsia se realizó bajo la técnica convencional. Se tomaron muestras de tejido pulmonar y fueron fijadas en formol al 15% para su posterior procesamiento histopatológico y coloreado en H-E. Las lesiones macroscópicas fueron: Neumonía hemorrágica difusa en ambos pulmones (11/27), Neumonía hemorrágica difusa en un solo pulmón (3/27), Neumonía hemorrágica focal (10/27); Neumonía hemorrágica multifocal (3/27). Las lesiones microscópicas fueron: Neumonía intersticial hemorrágica (5/27), Neumonía hemorrágica (4/27), Neumonía serohemorrágica (7/27), Bronconeumonía fibrinohemorrágica (6/27), Neumonía fibrino serosa hemorrágica (1/27), Neumonía fibrino hemorrágica (3/27), y Enfisema pulmonar. En 7 casos histológicamente se identificaron estructuras compatibles con bacterianas, en uno estructuras compatibles con hifas a nivel del bronquiolo terminal y en un caso agrupaciones de macrófagos a manera de sincitios.

### **Introducción**

La mortalidad en crías de alpacas viene siendo una limitante en el desarrollo de la crianza de esta especie, en donde las neumonías tienen una frecuencia de presentación del 2 al 27% en las evaluaciones post-mortem (Ramírez, 1980). Estudios realizados en la década de los ochenta reportan el aislamiento de *Pasteurella multocida* en cuadros neumónicos de crías [2] el cual se asocia a problemas de manejos que las predisponen. El presente trabajo propone evaluar las lesiones anatomo-histopatológicas pulmonares con la finalidad de conocer sobre el mecanismo de patogénesis de los probables agentes que afectan al sistema respiratorio en crías de alpacas.

### **Materiales y Métodos**

#### *Lugar*

La toma de muestra se realizó en comunidades aledañas a la Estación Experimental IVITA-Maranganí, en la época de parición de Enero a Marzo 2004. El procesamiento histopatológico y la evaluación histopatológica se llevó a cabo en el Laboratorio de Histología, Embriología y Patología Veterinaria de la FMV-UNMSM durante los meses de Abril a Noviembre.

#### *Animales*

Se realizará la evaluación postmortem de crías de animales muertos dentro de los tres primeros meses de iniciada la parición. Se espera contar con al menos 30 crías muertas por procesos respiratorios.

#### *Evaluación del daño pulmonar*

##### *Estudio Macroscópico*

Se realizó la necropsia según la técnica recomendada para rumiantes menores de Aluja (1991), poniendo especial énfasis al pulmón evaluándose:

Parénquima: Extensión de lesión, consistencia del parénquima, coloración, trastorno de la circulación, presencia de exudado.

### Estudio Microscópico

Se tomaron muestras de parénquima pulmonar de 1 cm<sup>3</sup>, sin cambios post-mortem macroscópicamente, las que fueron fijadas en formol al 15% para la elaboración de láminas histopatológicas en la Facultad de Medicina Veterinaria - Laboratorio de Histopatología bajo técnicas convencionales de H-E, cuando se estimó conveniente se realizó histoquímica, Gram para bacterias.

Las alteraciones microscópicas del pulmón fueron protocolizadas evaluándose: Bronquio, bronquiolo, alveolos, ordenado de la siguientes manera:

Bronquio y/o bronquiolo: mucosa: alteraciones degenerativas - necrótica, adaptación, presencia de exudado, presencia de noxa (bacterias), estado de BALT.

Alveolo: cambios degenerativos o necróticos de neumocitos, presencia de exudado en intersticio o en el espacio intersticial, presencia de noxa, alteración en vasos sanguíneos (pequeños y medianos).

### Resultados

De los 27 animales necropsiados 14 eran machos y 13 hembras, entre los 4 a 35 días de nacidos. Los estratos etereos se muestran en la tabla 01. Clínicamente 9 presentaron secreción nasal y 2 disnea.

Tabla 01: Estrato etereo referente a las 27 crias de alpacas necropsiadas

SEXO	Estrato etereo (días)	Número de crias
Macho	0 - 10	6
	11 - 20	4
	21 - 30	2
	31 - 35	2
	Sub total	14
Hembra	0 - 10	5
	11 - 20	6
	21 - 30	2
	Sub total	13
TOTAL		27

La tabla 02 muestra la frecuencia de las lesiones macroscópicas observadas en la examinación post-mortem, todas las alteraciones correspondían a procesos agudos, los cuales comprometían uno o ambos pulmones.

Tabla 02: Frecuencia de lesiones macroscópicas de pulmón de acuerdo al diagnóstico lesional

Dx Lesional	n	(f)
Neumonía hemorrágica difusa en ambos pulmones	11	40,74
Neumonía hemorrágica difusa en un solo pulmón	03	11.11
Neumonía hemorrágica focal	10	37
Neumonía hemorrágica multifocal	03	11.11
Total	27	(100)

n: número de crias, (f): frecuencia expresada en porcentaje

Tabla 03: Frecuencia de lesiones microscópicas de pulmón de acuerdo al diagnóstico lesional

Dx Lesional	N	(f)
Neumonía intersticial hemorrágica	05	(18.51)
Neumonía hemorrágica	04	(14.81)
Neumonía sero hemorrágica	07	(25.92)
Neumonía fibrino hemorrágica	01	(3.70)
Neumonía sero fibrino hemorrágica	01	(3.70)
Bronconeumonía fibrino hemorrágica	06	(22.22)
Enfisema pulmonar	01	(3.70)
Total	27	(100)

n: número de crias, (f): frecuencia expresada en porcentaje

En cuanto a las lesiones microscópicas, los cambios observados en el parénquima pulmonar reflejan un severo daño vascular con extravasación sanguínea y coagulación intravascular diseminada. Sólo en un caso se apreció dilatación de alveolos y ruptura de los mismos.

En un caso se observó la presencia de estructuras compatibles con hifas a nivel de los bronquiolos terminales rodeadas de macrófagos y eritrocitos. En 5 de los 6 casos diagnosticados como bronconeumonía fibrino-hemorrágica (Tabla 03) se observaron estructuras cocobacilares compatibles con nidos bacterianos, cuya morfología y presencia de exudado sugieren cuadros de manheimiosis. En uno de los casos se apreció macrófagos agrupados a manera de sincitios en el parénquima pulmonar de distribución multifocal.

## Discusión

En el presente estudio se observó que la mortalidad debida a procesos pulmonares se presentó en mayor número durante los primeros 20 días, lo cual se podría asociar causas de manejo como el enfriamiento ambiental producto de las pariciones en la mañana y deficiencia en la administración de calostro, que predispone a diferentes procesos infecciosos. Las lesiones observadas macroscópicamente y microscópicamente sugieren como principal causa de mortalidad los procesos bacterianos, lamentablemente no se realizaron estudios microbiológicos complementarios para corroborar e identificar a los probables agentes bacterianos. Sin embargo, las lesiones microscópicamente observadas sugieren la presencia de la *Mannheimia haemolytica*. Cabe señalar la presencia de estructuras micóticas a nivel del bronquiolo terminal en un caso, lo que nos podría sugerir un nivel de inmunosupresión en la cría afectada.

## Bibliografía

- Ameghino, E. 1990. Neumonías en alpacas. Avances sobre investigaciones de salud animal en Camélidos Sudamericanos. Centro de Divulgación. IVITA. Boletín Divulgación N° 23. Pág. 25.
- Ameghino, E. y Calle, S. 1989. Aislamiento de *Pasteurella multocida* de procesos neumónicos en crías de alpacas. XII Reunión Científica Anual. Asociación Peruana de Producción Animal. Lima, Perú. Memo 1989 p. 99 (Abst.)
- Ameghino, E.; Rivera, S.; Zaferson, J.; Velarde, N.; Chávez, E.; Arroyo, J. y DeMartini, J. 1985. Anales de la V Convención Internacional sobre Camélidos Sudamericanos. Cusco. Perú. Pág. 42.
- Barsallo, J.; Villena, C. y Chavera, A. 1984. Abscesos en alpacas. VI Congreso Peruano Microbiología Parasitología. Cusco, Perú. Resumen 113. p. 53 (Abst.)
- Fernández-Baca Baca S. 1971. La alpaca. Reproducción y crianza. Centro de Investigaciones IVITA - UNMSM. Lima-Perú. Boletín Divulgación N° 7. Pág. 42-43.
- Hung, A.; López, T.; Perales, R. y Noé, N. 1988. Micoplasmosis en Camélidos Sudamericanos. XI Congreso Panamericano de Ciencias Veterinarias, Lima, Perú.
- Ramírez, A. 1991. Enfermedades Infecciosas en alpacas y Llamas. Producción de rumiantes menores: Alpacas, 201-247
- Rivera, H. Madewel, B. y Ameghino, E. 1987. Serological survey of viral antibodies in the Peruvian alpaca (*Lama pacos*). Am. J. Vet. Res. 48 (2). p, 189-191.
- Slauson, D. and B. Cooper. 1990. Mechanism of disease. 2a edición, William and Wilkins. USA.

## GENOTOXITIPIFICACION DE *Clostridium perfringens* AISLADOS DE CASOS DE ENTEROTOXEMIA EN ALPACAS EN EL SUR DEL PERU

Pérez D., Maturrano L., Rosadio R., Llanco L.

CONOPA, Av. Los Cerezos 106-Lima, Perú

## Resumen

La enterotoxemia de las alpacas, causada por *Clostridium perfringens*, es la enfermedad infecciosa más importante que afecta a los camélidos sudamericanos, debido a que causa elevadas tasas de mortalidad neonatal de hasta 70 % en centros de crianza alpaquera en el Perú. Sin embargo, existe poca información sobre los factores de

virulencia del *C. perfringens* en la participación de la etiopatogénesis de la enfermedad. El presente estudio tuvo como objetivo determinar la presencia de los genes codificantes (*cpa*, *cpb*, *etx* y *iap*) de las principales toxinas mayores ( $\epsilon$ ,  $\beta$ ,  $\delta$  y  $\gamma$ ), así como los genes (*cpb2* y *cpe*) codificantes de las toxinas  $\beta$ 2 y CPE, involucrados en procesos entéricos en varias especies. Pudieron obtenerse 73 (49) aislados de *C. perfringens* de alpacas neonatas muertas que cursaron con signos clínicos y poseyeron lesiones anatomopatológicas compatible a enterotoxemia del sur de Perú, cuyo material genético fue analizado mediante la técnica de PCR Multiplex, con iniciadores específicos para genes codificantes de toxinas mencionadas arriba. Se encontró en 58/73 (79,5%) sólo al gen *cpa* (genotipo A), en 14/73 (19,2%) a los genes *cpa* y *cpb2* (genotipo A  $\beta$ 2-toxigénico) y en 1/73 a los genes *cpa*, *cpb* y *cpe* (genotipo C enterotoxigénico). Estos resultados apuntan a la toxina  $\epsilon$  como principal factor de virulencia implicado en la enterotoxemia de alpacas en la enterotoxemia de alpacas.

## Introducción

La enterotoxemia de las alpacas es la enfermedad infecciosa más importante que afecta a los camélidos sudamericanos, debido a que provoca elevadas tasas de mortalidad neonatal de hasta 70 % en centros de crianza alpaquera del Perú [1]; provocando la merma de su población e interferencia con los programas de mejoramiento genético. El agente causante de la enfermedad es *Clostridium perfringens*, siendo el Tipo A el mayormente involucrado [1, 2, 3, 4]; aunque también han sido reportados los tipos B [5], C [2, 3] y D [6].

El *C. perfringens* es una bacilo Gram positivo, anaerobio facultativo, móvil, formador de esporas, causante de gran variedad de enfermedades en humanos y animales [7, 8, 9]. El *C. perfringens* se encuentra ampliamente distribuido en los suelos y en la flora microbiana intestinal de animales y humanos [9, 10, 11]. La virulencia de esta especie esta determinada por la presencia de sus potentes exotoxinas, las cuales son usadas para su tipificación. Así, el tipo A posee sólo la toxina  $\epsilon$ , el tipo B posee las toxinas  $\beta$ ,  $\delta$  y  $\gamma$ , el tipo C posee las toxinas  $\delta$  y  $\epsilon$ , el tipo D posee las toxinas  $\beta$  y  $\gamma$ , y el tipo E posee las toxinas  $\beta$  y  $\gamma$  [7, 8, 9, 11, 12].

Además, otros factores de virulencia del *C. perfringens* han sido encontrados y asociados a problemas entéricos. La enterotoxina del *C. perfringens* (CPE) es una de estas, producida principalmente por el Tipo A, aunque también ha sido demostrado ser producida por los otros tipos [9, 12, 13]. La CPE es una endotoxina sintetizada sólo durante la fase de esporulación [12, 13, 14, 15], la cual provoca pérdida de fluidos y electrolitos en mucosa intestinal [14, 15]. La CPE ha mostrado tener un rol central en casos de intoxicación de origen alimentario en humanos [16, 17].

Una nueva toxina, la toxina  $\beta$ 2, ha sido recientemente identificado y su gen *cpb2* caracterizado [18, 19]. La secuencia de aminoácidos de esta toxina no tiene significativa homología pero si similar actividad biológica con la toxina  $\beta$  [18, 19]. Asimismo, ha sido demostrado la asociación del gen *cpb2* con casos de enteritis necrótica en cerdos [20] y tiflocolitis en caballos [21].

La técnica de PCR Multiplex ha demostrado ser una confiable herramienta para el diagnóstico y determinación de los principales factores de virulencia del *C. perfringens*, siendo empleado por muchos investigadores en trabajos realizados en cerdos [20], corderos [22], pollos [23], venados [24], caballos [21] y humanos [16,17].

## Materiales y Métodos

### Animales

Para el estudio se emplearon 73 alpacas neonatas muertas obtenidos de cinco epizootias ocurridas centros de crianza alpaquera ubicados en los departamentos de Puno y Cusco a una altitud mayor de 3500 msnm durante los años 2004-2005, los cuales cursaron con un cuadro clínico (básicamente muerte súbita) y poseyeron lesiones anatomopatológicas (básicamente enteritis necrótica o enteritis hemorrágica, o ambas) compatibles a enterotoxemia. Las muestras consistieron de segmentos de intestino delgado afectado de aproximadamente 10 cm. de longitud ligado en sus extremos. Estas muestras fueron conservadas y transportadas en tetraborato de sodio. El periodo de tiempo transcurrido entre la muerte del animal y la toma de muestra fue de 8 horas como máximo.

### Aislamiento e Identificación de *Clostridium perfringens*

Para el aislamiento bacteriano, pequeños segmentos (4 cm<sup>2</sup>) de muestra con su contenido se cultivaron en medio caldo tioglicolato (Merck) e incubaron bajo condiciones de anaerobiosis (Sistema Gaspac, Anaerocult A<sup>®</sup> Merck) a 45°C durante 48 horas. Luego, alícuotas del medio incubado se sembraron en medio agar tripticasa soya (Merck) suplementadas con 5% de sangre de ovino desfibrinada estéril e incubaron bajo condiciones de anaerobiosis (Sistema Gaspac, Anaerocult A<sup>®</sup> Merck) a 45°C durante 48 horas.

Para la identificación, se utilizaron criterios de: i) crecimiento bajo condiciones de anaerobiosis; ii) morfología de la colonia; iii) formación de característica zona de doble hemólisis (alfa y beta) en medio agar tripticasa soya (Merck) suplementadas con 5% de sangre de ovino desfibrinada estéril; iv) morfología microscópica de la bacteria y su afinidad por la coloración Gram; y, además, v) algunas características bioquímicas como: capacidad de reducción de sulfito, evidenciada por formación de colonias negras en medio agar triptosa sulfato ciclicoserina (TSC) (Merck) incubadas bajo condiciones de anaerobiosis (Sistema Gaspack, Anaerocult A<sup>®</sup> Merck) a 45°C durante 18 a 24 horas; actividad lecitinasas, evidenciada por formación de zonas opacas (Reacción de Nagler) alrededor de las colonias crecidas en medio agar tripticasa soya (Merck) suplementadas con 10% de yema de huevo estéril incubadas bajo condiciones de anaerobiosis (Sistema Gaspack, Anaerocult A<sup>®</sup> Merck) a 45°C durante 18 a 24 horas.; y negatividad de reacción a la prueba de catalasa, evidenciada en la ausencia de formación de gas en presencia de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>.

Posteriormente, aislados de *C. perfringens* se establecieron a partir de la selección de una sola colonia de cada muestra positiva, las cuales se cultivaron en medio caldo carne e incubaron bajo condiciones de anaerobiosis (Sistema Gaspack, Anaerocult A<sup>®</sup> Merck) a 45°C durante 24 a 48 horas. Luego estos aislados fueron almacenados y conservados a -20°C.

#### *Extracción del ADN Genómico Bacteriano*

Los *C. perfringens* aislados, una vez descongelados, se cultivaron en tubos conteniendo 5 ml de medio caldo tioglicolato (Merck) e incubaron bajo condiciones de anaerobiosis (Sistema Gaspack, Anaerocult A<sup>®</sup> Merck) a 45°C durante 18 a 24 horas. Luego se centrifugó a 13 000 rpm por 10 minutos para pelletizar las células bacterianas.

El pellet se transfirió a un tubo microcentrifuga de 2 ml y se resuspendió en 800 µl de EDTA 50 mM. Se adicionó 200 µl de lisozima (10 mg/ml) y pipeteó suavemente para mezclar. La mezcla se incubó a 37°C por 60 a 120 minutos y, después, se centrifugó a 13 000 rpm por 3 minutos. Este pre-tratamiento se realizó para debilitar la pared celular de la bacteria.

La extracción de ADN se realizó a partir del pellet resultante del pre-tratamiento utilizando el DNA Purification Kit (Wizard<sup>®</sup> Genomic) siguiendo las indicaciones del fabricante. El ADN extraído se colocó en tubos microcentrifuga de 1.5 ml de capacidad y se almacenó a -20°C.

Se determinó la cantidad (tamaño de fragmento) y la calidad (concentración) del ADN por comparación con diluciones seriadas de un marcador de peso molecular ? DNA Hind III<sup>®</sup> (AMRESCO) a una concentración de 50 ng/µl en un gel de agarosa al 0.8%.

#### *PCR Multiplex*

La técnica de la reacción de cadena polimerasa múltiple (PCR multiplex) se realizó usando iniciadores para la amplificación de los genes *cpa*, *cpb*, *etx*, *iap*, *cpe* y *cpb2* diseñados y descritos por Baums *et al.* Esta técnica fue ligeramente modificada y estandarizada tomando como referencia las condiciones descritas por Baums *et al.*

La mezcla PCR multiplex consistió de 15 µM de cada iniciador *cpa*, 9 µM de cada iniciador *cpb*, 5,3 µM de cada iniciador *cpe*, 7,5 µM de cada iniciador *etx*, 7,5 µM de cada iniciador *iap*, 9 µM de cada iniciador *cpb2*, 50 mM de KCl, 10 mM de Tris·Cl (pH 8,3), 1,5 mM de MgCl<sub>2</sub>, 250 µM de dGTP, 250 µM de dATP, 250 µM de dTTP, 250 µM de dCTP, 3,8 U de *Taq Polimerasa*, y 2 µl de ADN genómico bacteriano en un volumen final de 30 µl.

La amplificación de PCR multiplex se realizó en un termociclador 2720 *Thermal Cycler* (Applied Biosystems); consistiendo de una etapa inicial de desnaturalización (95°C, 4 min), seguido de 35 ciclos de desnaturalización (95°C, 1 min), hibridización (55°C, 1 min), extensión (72°C, 1 min 30 seg), y una etapa final de extensión (72°C, 7 min) siguiendo lo descrito por Baums.

Diez µl de productos PCR fueron separados por electroforesis en un gel de agarosa (SeaKem<sup>®</sup>) al 2% en buffer TBE 0,5X a 100 V durante una hora y a 120 V durante otra hora. El gel se tiñó en bromuro de etidio y las bandas amplificadas se visualizaron en un transiluminador de luz Ultravioleta. Para la diferenciar las distintas bandas se empleó marcadores moleculares de 100 bp DNA ladder (Gene Ruler<sup>TR</sup>, Fermentas) y de 1 kb DNA ladder (Gene Ruler<sup>TR</sup>, Fermentas).

Se utilizaron como controles negativos a una cepa de *Clostridium septicum* y a una cepa de *Clostridium chauvoei*, y como controles positivos a una cepa de *Clostridium perfringens* Tipo A (cepa 563) y una cepa de *Clostridium perfringens* Tipo C (cepa 820).

## Lectura de Datos

Las cepas de *C. perfringens* se agruparon en cinco genotipos en base a la combinación de la presencia de los genes codificantes de sus cuatro toxinas mayores. Además, la subtipificación se realizó en base a la presencia de, uno o ambos, genes *cpe* y *cpb2*.

## Resultados

En el presente estudio, en todas las 73 muestras obtenidas de casos de enterotoxemia, recolectados de diversos centros de crianza alpaquera en los departamentos de Cusco y Puno durante los años 2004 y 2005, pudieron ser aislados *C. perfringens*. Todos los 73 aislados fueron identificados como *C. perfringens* en base a su característica de crecimiento bajo condiciones de anaerobiosis; a la morfología de sus colonias y, primordialmente, a su patrón de zona de doble hemólisis (hemólisis alfa y beta), característico del *C. perfringens*, en agar tripticasa soya suplementada con 5% de sangre de ovino desfibrinada; a la ausencia de actividad catalasa evidenciada por la no producción de gas en presencia de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>; a su morfología bacilar y positividad a la coloración Gram evidenciada a la observación microscópica. Sólo 45 aislados fueron sembrados en agar tripticasa soya suplementadas con 10% de yema de huevo, todas las cuales mostraron la Reacción de Nagler evidenciada por la formación de zonas nublosas alrededor de las colonias crecidas debido a la actividad lecitinasa. También, 44 aislados fueron sembrados en agar TSC, de los cuales sólo 28 mostraron capacidad de reducción de sulfito evidenciada por la formación de colonias de color negrusco. Esta característica de no reducción de sulfito por algunos *C. perfringens* ha sido reportado por Emswiler *et al.*[25].

El material genético fue extraído de los 73 aislados de *C. perfringens*, el cual mostró tener buena concentración de ADN (? 1ng/?l) y ser de buena calidad. El material genético de los aislados que presentaron degradación e impurezas se volvió a extraer. El material genético de cada uno de los 73 aislados fue estudiado mediante la técnica PCR Multiplex. Además, también se incluyó el material genético de las cepas de referencia de *C. perfringens* Tipo A (563) y Tipo C (820) como controles positivos, y cepas de *C. chauvoei* y *C. septicum* como controles negativos. Todos los 73 aislados y cepas de referencia de *C. perfringens* amplificaron un fragmento de ADN de 900 bp correspondiendo al tamaño esperado para el gen *cpa*; algunos amplificaron fragmentos de ADN de aproximadamente 610, 500 y 200 bp correspondiendo a los tamaños esperados para los genes *cpb*, *cpe*, *cpb2*, respectivamente. Pero, en ningún aislado se amplificó fragmentos de ADN de 293 y 396 bp esperados para los genes *etx* e *iap*. Ningún fragmento de ADN fue amplificado para las cepas de *C. chauvoei* y *C. septicum*.

Los resultados de la genotipificación y subtipificación se encuentran descritos en el cuadro 1. Encontrando, que de los 73 aislados de *C. perfringens* de casos de enterotoxemia casi todos (98,6%) poseyeron el genotipo A, excepto un aislado (1,4%), el cual poseyó el genotipo C. Con respecto a sus subtipos, 58 (79,4%) poseyeron el subtipo *cpe*<sup>-</sup> *cpb2*<sup>-</sup>, 14 (19,2%) poseyeron el subtipo *cpe*<sup>-</sup> *cpb2*<sup>+</sup> (?2-toxigénico), y sólo uno (1,4%) poseyó el subtipo *cpe*<sup>+</sup> *cpb2*<sup>-</sup> (enterotoxigénico), perteneciendo este último al único genotipo C encontrado.

Cuadro 1: Frecuencia y porcentajes de genotipos y subtipos de *C. perfringens* aislados de crías muertas por enterotoxemia en los departamentos de Cusco y Puno durante los años 2004 - 2005

GENOTIPO	A			B			C			D			E		
Número de aislados	72			0			1			0			0		
(%)	(98,6)			(0)			(1,4)			(0)			(0)		
UBTIPO	<i>cpe</i> <sup>-</sup> <i>cpb2</i> <sup>-</sup>	<i>cpe</i> <sup>+</sup> <i>cpb2</i> <sup>-</sup>	<i>cpe</i> <sup>-</sup> <i>cpb2</i> <sup>+</sup>	<i>cpe</i> <sup>-</sup> <i>cpb2</i> <sup>-</sup>	<i>cpe</i> <sup>+</sup> <i>cpb2</i> <sup>-</sup>	<i>cpe</i> <sup>-</sup> <i>cpb2</i> <sup>+</sup>	<i>cpe</i> <sup>-</sup> <i>cpb2</i> <sup>-</sup>	<i>cpe</i> <sup>+</sup> <i>cpb2</i> <sup>-</sup>	<i>cpe</i> <sup>-</sup> <i>cpb2</i> <sup>+</sup>	<i>cpe</i> <sup>-</sup> <i>cpb2</i> <sup>-</sup>	<i>cpe</i> <sup>+</sup> <i>cpb2</i> <sup>-</sup>	<i>cpe</i> <sup>-</sup> <i>cpb2</i> <sup>+</sup>	<i>cpe</i> <sup>-</sup> <i>cpb2</i> <sup>-</sup>	<i>cpe</i> <sup>+</sup> <i>cpb2</i> <sup>-</sup>	<i>cpe</i> <sup>-</sup> <i>cpb2</i> <sup>+</sup>
Número de aislados	58	0	14	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
(%)	(79,4)	(0)	(19,2)	(0)	(0)	(0)	(0)	(1,4)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)

La distribución de los genotipos y subtipos de *C. perfringens* aislados en casos enterotoxémicos durante epizootias distribuidos según centros de crianza alpaquera (Cuadro 2), mostró que todos los aislados (100%) de los centros de crianza alpaquera I, IV y V y en casi todos los aislados (88,9%) del centro de crianza alpaquera II, poseyeron el genotipo A subtipo *cpe*<sup>-</sup> *cpb2*<sup>-</sup>. También, en este último centro de crianza alpaquera pudo ser encontrado

un aislado perteneciente al genotipo C subtipo *cpe*<sup>+</sup> *cpb2*<sup>-</sup> (5,9%). En contraste, en el centro de crianza alpaquera centro de crianza alpaquera V todos los aislados pertenecieron al genotipo A subagrupados en dos distintos subtipos: subtipos *cpe*<sup>-</sup> *cpb2* (59,4%) y subtipo *cpe*<sup>-</sup> *cpb2*<sup>-</sup> (40,6%).

Cuadro 2: Frecuencia y porcentajes de genotipos y subtipos de *C. perfringens* aislados de crías muertas por enterotoxemia distribuidos según centros de crianza alpaquera

Centro de crianza alpaquero	I		II		III	IV	V	
GENOTIPO	A		A	C	A	A	A	
Número de aislados	24/24		8/9	1/9	8/8	10/10	22/22	
(%)	(100)		(88,9)	(11,1)	(100)	(100)	(100)	
SUBTIPO	<i>cpe</i> <sup>-</sup> <i>cpb2</i>	<i>cpe</i> <sup>-</sup> <i>cpb2</i> <sup>+</sup>	<i>Cpe</i> <sup>-</sup> <i>cpb2</i>	<i>cpe</i> <sup>+</sup> <i>cpb2</i>	<i>cpe</i> <sup>-</sup> <i>cpb2</i>	<i>cpe</i> <sup>-</sup> <i>cpb2</i>	<i>cpe</i> <sup>-</sup> <i>cpb2</i>	<i>cpe</i> <sup>-</sup> <i>cpb2</i> <sup>+</sup>
Número de aislados	23/24	1/24	8/9	1/9	8/8	10/10	9/22	13/22
(%)	(95,8)	(4,2)	(88,9)	(11,1)	(100)	(100)	(40,9)	(59,4)

## Discusión

La enterotoxemia de las alpacas, caracterizada por su presentación a manera de epizootias, afecta principalmente a alpacas neonatas de buena condición muscular, teniendo como principal signo clínico a la muerte súbita [1, 2, 3]. La principal lesión anatomopatológica encontrada es una severa enteritis hemorrágica o necrótica, o ambas, acompañada algunas veces también de petequias en timo, hidropericardio e hidroperitoneo [26]. El principal agente encontrado, el cual ha demostrado desarrollar la enfermedad experimentalmente es el *C. perfringens* principalmente el Tipo A [1, 2, 3, 4]. Por otra parte, ha sido demostrada también la presencia de la CPE en algunas cepas aisladas de casos de enterotoxemia de alpaca, indicando una posible participación en el desarrollo de la enfermedad [4]. El *C. perfringens* es un importante patógeno para humanos y animales causando enfermedades que son en muchos casos mortales [11]. La virulencia de esta especie no es totalmente conocida. Así, la virulencia del tipo B es atribuida a las toxinas  $\alpha$  y  $\beta$ , la del tipo C a la toxina  $\gamma$ , la del tipo D a la toxina  $\delta$  y la del tipo E a la toxina  $\epsilon$  [12]. Sin embargo, el Tipo A, el cual solamente posee a la toxina alfa como principal factor de virulencia que se encuentra presente en todos los tipos, se encuentra tanto como parte de la flora normal del tracto intestinal [9, 10] así como agente causante de gangrena gaseosa en humanos [27] y enteritis necrótica en pollos [23].

En el presente estudio se evaluó la presencia de los genes codificantes (*cpa*, *cpb*, *etx* e *iap*) de las principales toxinas mayores ( $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\epsilon$  y  $\gamma$ ), así como de los genes *cpe* y *cpb2* codificantes de la toxina CPE y la toxina  $\gamma$  en *C. perfringens* aislados de casos de enterotoxemia, detectándose la presencia del gen *cpa* en todos los aislados (100%), así como la presencia del gen *cpb2* en 14/72 (19,1%) y detectándose los genes *cpb* y *cpe* en solo un aislado. Estos resultados apuntan a la toxina  $\alpha$  como principal factor de virulencia del *C. perfringens* en la enterotoxemia de la alpaca, además de su poco probable o ninguna participación de la CPE como factor de virulencia en la enfermedad. Interesantemente, la presencia del gen *cpb2* ha sido también encontrada en estos aislados, planteando su participación como factor de virulencia, si es que llegase a expresarse.

## Bibliografía

- Ramírez A., D. Huamán, R. P. Ellis. 1985. Enterotoxemia de la alpaca. Programa colaborativo de apoyo a la investigación en rumiantes menores. Serie reporte técnico, Lima N° 63: 1-17.
- Moro M. 1971. Enfermedades infecciosas de las alpacas. Boletín de Divulgación del Instituto Veterinario de Investigaciones Tropicales y de altura (IVITA) UNMSM. Lima, Perú. p 9-14.
- Moro M. 1987. Enfermedades infecciosas de las alpacas. Rev. Camélidos Sudamericanos, Lima N° 4: 7-13.
- Ramírez A. 1988. Avances de la Investigación sobre enteritis e inmunidad neonatal en la alpaca. Curso taller "Resultados de investigación del programa de rumiantes menores (1980-1989). Programa colaborativo de apoyo a la investigación en rumiantes menores. Arequipa. p 153-163.
- Prehn N., S. Saez, M. Arraigada. 1999. Estudios microbiológicos y clínicos de enterotoxemia por *Clostridium perfringens* en camélidos sudamericanos. Res. II Cong. Mun. sobre Camélidos. Cusco, Perú. p 140.

- Fowler M. E. 1998. Medicine and surgery of south american camelids. 2<sup>nd</sup> ed. p 166-169. Iowa State University Press. Iowa.
- Gillespie J., J. Timoney. 1981. Hagan and bruner's infectious diseases of domestic animals. 7<sup>th</sup> ed. p 207-211. International Standart. U.S.A.
- Nicolet J. 1986. Compendio de bacteriología médica veterinaria. 1<sup>ra</sup> ed. p 146-160. Editorial Acribia S.A. España
- Hatheway C. 1990. Toxigenic clostridia. Clin. Microbiol. Rev. 3: 66-98.
- Merchant I. A., R. A. Packer. 1961. Veterinary bacteriology and virology. 6<sup>th</sup> ed. p 492-493, 505-509. Library of congress catalog card. Iowa
- Songer, J. 1996. Clostridial enteric diseases of domestic animals. Clin. Microbiol. Rev. 9: 216-234.
- Petit L., M. Gibert, M. Popoff. 1999. *Clostridium perfringens*: toxinotype and genotype. Trends Microbiol. 7: 104-110.
- Rood J. 1998. Virulence genes of *Clostridium perfringens*. Annu. Rev. Microbiol. 52: 333-360.
- McClane B. A. 2000. *Clostridium perfringens* enterotoxin and intestinal tight junctions. Trends Microbiol. 8: 145-146.
- Smedley J. G., D. J. Fisher, S. Sayeed, G. Chakrabarti, B. A. McClane. 2004. The enteric toxins of *Clostridium perfringens*. Rev Physiol Biochem Pharmacol 152: 183-204.
- Sparks S. G., R. J. Carman, M. R. Sarker, B. A. McClane. 2001. Genotyping of enterotoxigenic *Clostridium perfringens* fecal asociated with antibiotic-associated diarrhea and food poisoningin North America. J. Clin. Microbiol. 39: 883-888.
- Tanaka D., J. Isobe, S. Hosorogi, K. Kimata, M. Shimizu, K. Katori, Y. Gyobu, Y. Nagai, T. Yamagishi, T. Karasawa, S. Nakamura. 2003. An outbreak of food-borne gastroenteritis caused by *Clostridium perfringens* carrying the *cpe* gene on a plasmid. Jpn. J. Infect. Dis. 56: 137-139.
- Gibert M., C. Jolivet-Reynaud, M. R. Popoff. 1997. Beta2 toxin, a novel toxin produced by *Clostridium perfringens*. Gene 203: 65-73.
- Schotte U., U. Truyen, H. Neubauer. 2004. Significance of  $\beta$ -2-toxigenic *Clostridium perfringens* infections in animals and their predisposing factors. J. Vet. Med. 51: 423-426.
- Waters M., A. Savoie, H. S. Garmory, D. Bueschel, M. R. Popoff, J. G. Songer, R. W. Titball, B. A. McClane, M. R. Sarker. 2003. Genotyping and phenotyping of beta2-toxigenic *Clostridium perfringens* fecal isolates associated with gastrointestinal disease in piglets. J. Clin. Microbiol. 41: 3584-3591.
- Herholz C., R. Miserez, J. Nicolet, J. Frey, M. Popoff, M. Gubert, H. Gerber, R. Straub. 1998. Prevalence of  $\beta$ -2-toxigenic *Clostridium perfringens* in horses with intestinal disorders. J. Clin. Microbiol. 37: 358-361.
- Gkiourtzidis K., J. Frey, E. Bourtzi-Hatzopoulou, N. Iliadis, K. Sarris. 2000. PCR detection and prevalence of  $\beta$ -,  $\beta$ -,  $\beta$ -,  $\beta$ - and enterotoxin genes in *Clostridium perfringens* isolated from lambs with clostridial dysentery. 2001. Vet. Microbiol. 82: 39-43.
- Engström B. E., C. Fermér, A. Lindberg, E. Saarinen, V. Baverud, A. Gunnarsson. 2003. Molecular typing of isolates of *Clostridium perfringens* from healthy and diseased poultry. Vet. Microbiol. 94: 225-235
- Embury-Hyatt C. K., G. Wobeser, E. Simko, M. R. Woodbury. 2005. Investigation of a syndrome of sudden death, splenomegaly, and small intestinal hemorrhage in farmed deer. Can. Vet. J. 46: 702-708
- Emswiler B. S., C. J. Pierson, A. W. Kotula. 1976. Comparative study of two methods for detection of *Clostridium perfringens* in ground beef. Appl. Environ. Microbiol. 33: 735-737.
- Palacios C., R. Perales, A. Chavera, T. López. 2005. Caracterización anatomopatológica de enteropatías causantes de mortalidad en crías de alpaca. Rev. Inv. Vet. Perú 16: 34-40.
- Stevens, D. L.; A. E. Bryant. 2002. The role of clostridial toxins in the pathogenesis of gas gangrene. Clostridial Myonecrosis. CID 35: 93-100.

**PRIMER REPORTE DE INFECCIÓN TRANSPLACENTARIA NATURAL EN UN EMBRIÓN DE ALPACA (*Vicugna pacos*) CON UN MICROQUISTE COMPATIBLE A *Sarcocystidae* (PROTOZOA: API-COMPLEXA: SARCOCYSTIDAE).**

Vélez Víctor<sup>1</sup>, Torres Jacinta<sup>1</sup>, Díaz Gladys<sup>1</sup>, Leyva Víctor<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Proyecto de Investigación y Asistencia Técnica en Camélidos Sudamericanos – Laboratorio de Investigación I-302. Campus Universitario Universidad Católica de Santa María. Urb San José s/n. Cercado, Arequipa - Perú.

<sup>2</sup>Facultad de Medicina Veterinaria – Universidad Nacional Mayor de San Marcos -Lima -Perú  
[vvezma@ucsm.edu.pe](mailto:vvezma@ucsm.edu.pe)

## Abstract

In this report, is documented the presence of a cystic structure compatible with microcyst of *Sarcocystidae* in an alpaca embryo of 17 mm long and approximately 8.5 weeks old. This structure was located in the extra embryonic celom at the bottom of umbilical cord. This atypical structure was a 0.2 mm diameter spherical shape, containing homogeneous in size and stained granules and did not match with the structure of the embryo. According to these characteristics it might correspond to a parasite stage which may be entered to the embryo through the placenta. After have been described the structure, it was assumed that it may correspond to a member of the *Sarcocystidae*. The present report is the first which document a possible infection of the alpaca embryo by a parasite related to Sarcocystidae, opening a new space into the biology and epidemiology of this parasite and a possible participation on the etiology of reproductive deficiencies.

Keywords: *Sarcocystidae*., embryo, alpaca.

## Introducción

De acuerdo a la literatura especializada, se ha reportado la presencia de varios miembros de la familia *Sarcocystidae* en camélidos sudamericanos, estos incluyen a *Neospora caninum*, *Toxoplasma gondii* y *Sarcocystis spp*; el primero ha sido relacionado con abortos en alpacas y llamas [18], *T. gondii* ha sido hallado en alpacas [8], llamas [4] y vicuñas [13], asimismo, ha sido mencionada su probable participación en la etiología de deficiencias reproductivas como abortos y pérdidas embrionarias en camélidos [2]. De otro lado, *Sarcocystis* presenta una alta prevalencia y su principal efecto es alterar la calidad y condición de la carne en camélidos [14, 19].

Estas tres especies comparten similitudes en su ciclo biológico, debido a que requieren de un hospedero definitivo (predador) y uno intermediario (presa), *N. caninum* y *Sarcocystis spp.* utilizan cánidos como hospederos definitivos [11], en diferencia a *T. gondii* que utilizan a félidos [5].

*Neospora caninum* es morfológicamente similar a *T. gondii*, y a la fecha se desconoce si ocasionan pérdidas tempranas de preñez [18]. Por otro lado, aún existen interrogantes acerca de la presencia definitiva de *Sarcocystis* en tejidos fetales [6]; en tal sentido, se han hallado protozoarios compatibles a *Sarcocystis* en tejido cerebral de fetos bovinos [9, 10, 3]; de otro lado, Savini *et al.* (1996), reportaron el hallazgo de un meronte de *Sarcocystis* en el líquido cerebro espinal en el ternero de una vaca la cual se infectó artificialmente. Asimismo, se ha confirmado la presencia de esquizontes de *Sarcocystidae* en tejido cerebral de una cabra nacida muerta [12]. A continuación se documenta la presencia de un tejido quístico compatible a hallado en un embrión de alpaca.

## Material y Métodos

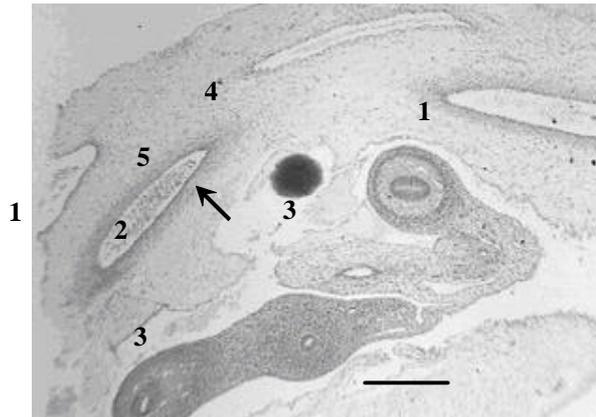
Se colectaron embriones de alpaca procedentes de una empresa asociativa agropecuaria del departamento de Puno – Perú, con fines didácticos [20]; dichos embriones presentaron una longitud entre 8 y 20 mm. El tejido quístico se halló en un embrión de 17 mm de longitud ápico-caudal, el cual se procesó mediante la técnica de inclusión en parafina y se obtuvieron cortes seriados de 7 micras de grosor, coloreándose con Hematoxilina y Eosina [15].

## Resultados

### *Descripción Histológica.*

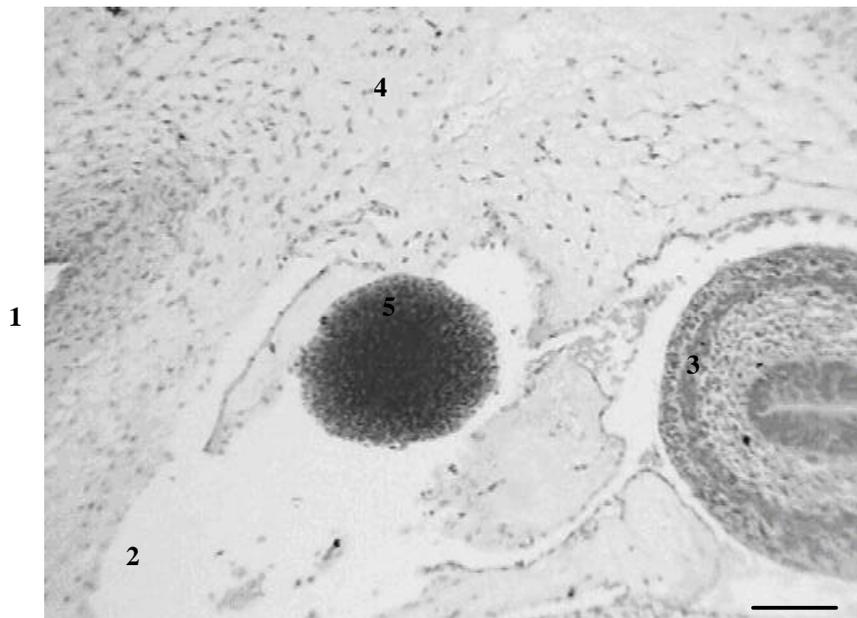
Luego del estudio microscópico, se observó una estructura atípica esférica de 0.2 mm de diámetro, llena de gránulos de tamaño uniforme e intensamente coloreada, formación que no corresponde a esbozos embrionarios. Por sus características especiales se concluyó que se trataría de un elemento extraño en el embrión y que correspondería a un estadio parasitario, pues se encontraba en el celoma extraembrionario, que en este periodo se ubica en la base del cordón umbilical, y se presumió que habría penetrado al embrión a través de la placenta. Las características morfológicas observadas y comparadas con quistes hallados en otras especies animales adultos, fueron compatibles a un tejido quístico de *Sarcocystidae*..

Micrografía 1. Corte sagital de embrión de alpaca de 17 mm de longitud ápico-caudal. Edad. 8,5 semanas aproximadamente. 100 Aumentos. Col. H/E. Barra=0,5 mm.



Se observa la región de inserción del cordón umbilical. Se visualiza (1) arteria umbilical, (2) celoma extraembrionario, en donde el tracto intestinal presenta hernia fisiológica (3), la gelatina de Wharton (4). Entre el intestino y arteria umbilical se observa el quiste compatible a *Sarcocystidae*. (5).

Micrografía 2. Corte sagital de embrión de alpaca de 17 mm. de longitud ápico-caudal. Edad. 8,5 semanas aproximadamente. 450 Aumentos. Col. H/E, Barra=0,1 mm.



Se observa claramente el quiste compatible a *Sarcocystidae*. (5) ubicado en el celoma extraembrionario (2).

El presente informe es el primer reporte que evidencia la probable infección de un embrión de alpaca por *Sarcocystidae*; en tal sentido, la posibilidad de infección transplacentaria, se habría producido cuando el hospedero (alpaca en gestación) consumió pasturas altamente contaminadas con esporoquistes de alguna especie de *Sarcocystidae*. Una vez liberado el esporoquiste en el intestino delgado, éste habría atravesado la mucosa y alcanzado la circulación portal, y por este medio habría llegado a diversos órganos, incluyendo la placenta, para luego ingresar al embrión. No se conoce a la fecha el comportamiento posterior del tejido quístico.

## Conclusión

Este hallazgo apertura un nuevo espacio dentro de la biología y epidemiología de estos parásitos, igualmente debería considerarse el potencial efecto sobre la etiología de la mortalidad embrionaria en camélidos, la cual es elevada, principalmente en la alpaca [7]; en tal sentido, miembros de *Apicomplexa*, han sido relacionados con

falla reproductiva e infertilidad en animales domésticos [1]; bajo estas consideraciones, es importante iniciar estudios para relacionar la alta prevalencia de enfermedades producidas por *Sarcocystidae* con la muerte embrionaria en camélidos sudamericanos.

## Bibliografía

- Anderson, M.L., Barr, B.C., y P.A. Conrad. 1994. Protozoal causes of reproductive failure in domestic ruminants. *Vet Clin North Am Food Anim Pract.* 10(3):439-61.
- Arthur, G.H., D.E. Noakes, y H. Pearson. 1991. Reproducción y Obstetricia Veterinarias. 6ta. ed. p.499-500. Ed. Interamericana. España.
- Barr, B.C., Anderson, M.L., Blanchard, P.C, Daft, B.M., Kinde, H. y P.A. Conrad. 1990. Bovine fetal encephalitis and myocarditis associated with protozoal infections. *Vet Pathol.* 27(5):354-61.
- Chang, K. 2005. Seroprevalencia del *Toxoplasma gondii* en llamas hembras de la SAIS Pachacutec. Tesis para optar el título de Médico Veterinaria. FMV-UNMSM. Lima – Perú
- Dubey, J., y J. Frenkel. 1972: Cyst-induced toxoplasmosis in cats. *Journal of protozoology* 19: 155-177.
- Fayer, R. y J.P. Dubey. 1988. *Sarcocystis* induced abortion and fetal death. *Prog Clin Biol Res.* 281:153-64.
- Fernández Baca, S., W. Hansel, y C. Novoa. 1970. Embryonic mortality in the alpaca. *Biol of Reprod.* 3:243-251.
- Gorman, T., J.P. Arancibia, M. Lorca, D. Hird, y H. Alcaino. 1999. Seroprevalence of *T. gondii* infection en sheep and alpacas (*Lama pacos*) in Chile. *Prev Vet Med.* 40 (3-4): 143-149.
- Hong, C.B, Giles R.C. Jr., Newman L.E, y R. Fayer. 1982. Sarcocystosis in an aborted bovine fetus. *J Am Vet Med Assoc.* 181(6):585-8.
- Jerrett, I.V., McOrist S. Waddington, J. Browning, J.W. Malecki, J.C. y I.P. McCausland. 1984. Diagnostic studies of the fetus, placenta and maternal blood from 265 bovine abortions. *Cornell Vet.* 74(1):8-20.
- Lindsay, D.; J.P. Dubey; R. Duncan. 1999. Confirmation that the dog is a definitive host for *Neospora caninum*. *Vet. Parasitol.* 82: 327-333.
- Mackie, J.T. y J.P. Dubey. 1996. Congenital sarcocystosis in a Saanen goat. *J Parasitol.* 82(2):350-1.
- Pastor, V. 2002. Seroprevalencia de *T. gondii* en vicuñas de Puno. Tesis para optar el título de Médico Veterinaria. FMV-UNMSM. Lima – Perú
- Rojas, M. 1988. Manual de parasitología y parasitismo de camélidos sudamericanos. Informe técnico del programa de enfermedades de camélidos de Chile. FAO.
- Saito, M. Shibata, Y., Kubo, M., Sakakibara, I., Yamada, A. y H. Itagaki. 1999. First Isolation of *Sarcocystis hominis* from Cattle in Japan. *J. Vet. Med. Sci.* 61(3): 307–309.
- Serrano-Martínez, E., Collantes-Fernández, A. Rodríguez-Bertos, E. Casas-Astos, G. Álvarez-García, A. Chávez-Velásquez y L. M. Ortega-Mora. 2004. *Neospora* species associated abortion in alpacas (*Vicugna pacos*) and llamas (*Llama glama*). *The Veterinary Record*, December 4.
- Stenlund S, Kindahl H, Magnusson U, Uggla A, Bjorkman C. Serum antibody profile and reproductive performance during two consecutive pregnancies of cows naturally infected with *Neospora caninum*. *Veterinary Parasitology* 1999, 85,227-234.
- Savini, G. Dunsmore, J.D. y I.D. Robertson. 1996. Studies on pathogenesis, tissue infection and congenital transmission in cows experimentally infected with *Sarcocystis cruzi* by various routes. *Veterinary parasitology.* *Vet. Parasitol.* 64: 319-327.
- Taype, L., Vélez, V., Díaz, G., Torres, J., Fernán-Zegarra, J., y J. Zegarra. 2004. Descripción de la estructura y ultraestructura de la pared primaria del *Sarcocystis aucheniae* hallados en alpacas (*Vicugna pacos*) en la comunidad de Toca-Arequipa. Resúmenes de la XVII Reunión de la Asociación Peruana de Producción Animal. Piura - Perú.
- Torres, J. 2004. Embriología y Genética General. Edit. Universitaria. 1era. Edición. Arequipa-Perú.

## DETERMINACION DE ALGUNOS AGENTES INFECCIOSOS Y PARASITARIOS EN GUANACOS (*Lama guanicoe*) SILVESTRES EN 2 REGIONES DE CHILE.

Zapata B.<sup>1</sup>, Marín M.P.<sup>2</sup>, Mac-Niven V.<sup>3</sup>, Ríos C.<sup>4</sup>, Castro Víctor<sup>4</sup>, Sepúlveda C.<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Facultad Cs. Veterinarias, Universidad de Chile.

<sup>2</sup> Escuela Medicina Veterinaria, Universidad Santo Tomás, sede Viña del Mar.

<sup>3</sup> Escuela Ingeniería de Ejecución Agropecuaria, Universidad Santo Tomás.

<sup>4</sup> Escuela Medicina Veterinaria, Universidad Santo Tomás, sede Santiago. Av. Ejército 146, Santiago, Chile.  
[vmacniven@santotomas.cl](mailto:vmacniven@santotomas.cl)

### Abstract

The study was conducted with free ranging adult guanacos from the IV and XII regions of Chile. Animals were in good health and were captured by chemical immobilization using intramuscular darts. Blood samples were obtained from 35 adult animals serologic tests for infectious agents were performed for bovine viral diarrhoea, foot and mouth disease, Johne's disease, bluetongue and brucellosis by Elisa methods in the National Animal Health Council laboratories. For parasitic agents 34 faecal samples were analyzed for *Trichuris*, *Trichostrongylus*, *Eimeria*, *Marshallagia* and *Nematodirus* using Teuscher technique. Samples were also analyzed for hepatic fasciola and *Cryptosporidium*.

No serologic evidence was found for the infectious agents tested I none of the regions studied. Regarding parasites, all samples were negative for hepatic fasciola and cryptosporidium. For the other parasites, the % of positive samples were: *Trichuris* 28 and 19%; *Trichostrongylus*, 5.5 and 25%; *Eimeria*, 6 and 0%; *Marshallagia*, 0 and 28%, *Nematodirus*, 28 and 19% for the IV and XII respectively.

Key words: guanaco, parasites, infectious agents

### Introducción

El guanaco (*Lama guanicoe*) se encuentra distribuido en Chile en forma natural en casi todo el territorio nacional (excepto en las regiones VII, VIII y X), presentándose su mayor concentración en la zona austral. De acuerdo a cifras presentadas por la Corporación Nacional Forestal [1] el total de ejemplares es de 23.850 a 27.150, de los cuáles unos 18.000 a 19.000 se encuentran en la XII región [2] en el Parque Nacional Torres del Paine. Antes de la llegada del hombre moderno se estimaba una población de 500.000 a 750.000 ejemplares, lo que constituyó un aporte importante a la economía y cultura de los aborígenes de la zona, ya que les proveía de carne para su alimentación, cuero para sus ropas y fibras para costura. Con el establecimiento y colonización de las zonas, las poblaciones de guanacos fueron reducidas considerablemente pasando en 1929 a ser una especie protegida parcialmente y en 1963 a estar protegida completamente, declarándose ilegal su caza. A pesar de lo anterior, en todas las regiones en que se encuentra presente su situación varía de especie "vulnerable" o "en peligro", excepto en la XII región donde se considera "fuera de peligro".

Hasta hace pocos años atrás no existían estudios técnicos sobre los diferentes productos que esta especie puede entregar (carne, fibra, cuero) que permitieran cuantificar su uso como recurso natural renovable. En la actualidad diversos autores [1,3,4,5,6,7] han investigado acerca de éstos, especialmente fibra y carne, y han generado un cierto volumen de información. Esto ha sido especialmente importante para la fibra, dado el alto valor de ella, lo que hace que los CSA sean una alternativa productiva viable cuando se trabaja en ambientes que son poco favorables para otras especies de ganado.

No obstante lo anterior, el grado de conocimiento sobre sanidad animal y viabilidad es muy escaso, tanto que se ha incluido [2] como una de las demandas del sector para todos los camélidos sudamericanos en Chile. En el caso de camélidos silvestres la falta de información es más drástica dada la dificultad de poder realizar diagnósticos precisos. El guanaco, al igual que los demás camélidos, presenta una susceptibilidad natural a adquirir ciertas enfermedades infecciosas y parasitarias comunes con especies de animales domésticos como bovinos, ovinos y caprinos, más aún si le sumamos una condición de cautiverio o semicautiverio como ocurre en diferentes zonas de nuestro país. Los principales patógenos causantes de enfermedades en CSA están constituidos por una diversidad de microorganismos y agentes parasitarios, entre los que se destacan los virus, bacterias, protozoos, cestodos,

nemátodos y ectoparásitos. Estos son transmitidos generalmente a través de la ingestión de alimentos infectados, inhalación, contacto directo o indirecto, heridas y también por transmisión vertical de madre a cría a través de la vía transplacentaria [8].

El objetivo de este trabajo es contribuir al conocimiento del estado sanitario y determinar la existencia natural de algunos agentes infecciosos y parasitarios en las poblaciones de guanacos silvestres en la región norte y austral de Chile.

## Materiales y Métodos

El estudio se realizó en 2 zonas diferentes de Chile. Una de ellas es la IV región, cerca del pueblo de Illapel, aproximadamente 250 Km. al norte de la ciudad de Santiago, en una planicie cordillerana ubicada al costado del río Illapel, en los 31°60' de latitud sur y 71°20' de longitud oeste. La otra zona de estudio es la XII región de Magallanes, Parque Nacional Torres del Paine, en la provincia de Ultima Esperanza, ubicada entre el macizo de la Cordillera de los Andes y la estepa patagónica, 51° 10' de latitud sur y 72° 57' de longitud oeste.

Se trabajó en ambas zonas con guanacos silvestres adultos, aparentemente sanos, capturados entre los meses de enero - febrero de los años 2005 - 2006. Los animales fueron elegidos al azar e inmovilizados químicamente a distancia mediante el uso de dardos anestésicos. Una vez inmovilizados se les vendó los ojos y se procedió primero a extraer una muestra de sangre desde la vena yugular y luego se tomó muestra de heces directamente desde el recto. Se obtuvo muestra de sangre a un total de 35 animales, 20 de la IV región y 15 de la XII región. Estas muestras fueron centrifugadas, mantenidas en refrigeración y posteriormente se enviaron al Laboratorio del Servicio Agrícola y Ganadero, SAG, donde se determinó la reacción serológica a los agentes causantes de Diarrea viral bovina, Fiebre aftosa, Paratuberculosis y Lengua azul a través del método Elisa. La presencia del agente causante de Brucelosis se detectó a través de la prueba Rosa de Bengala.

Para detección de parásitos se tomó muestras de fecas a un total de 34 animales (16 y 18 para las regiones IV y XII respectivamente), se preservaron en solución formolsal y posteriormente se determinó la presencia de *Trichuris*, *Trichostrongilídeos*, *Eimeria*, *Marshallagia* y *Nematodirus* a través de la técnica de Teuscher y de Telemann modificado para la detección de protozoarios. Para *Fasciola hepática* y *Cryptosporidium* se utilizó el método de Sedimentación con detergente y Tinción de Ziehl Neelsen respectivamente. Estos exámenes se realizaron en el Laboratorio de Parasitología de la Universidad Santo Tomás.

El estudio realizado corresponde a uno de tipo descriptivo, por lo tanto, los resultados obtenidos se entregan como positivos y negativos. En caso de ser positivos se expresan como porcentaje reflejando la frecuencia de presentación.

## Resultados y Discusión

En el caso de patologías infecciosas no se detectó presencia de los agentes estudiados a través del análisis serológico (método Elisa y Rosa de Bengala) en ninguna de las dos regiones. Esto concuerda con lo encontrado por otros autores [9] quienes al trabajar con guanacos silvestres que compartían hábitat con ovinos en la provincia de Chubut (Argentina) no encontraron serología positiva para Lengua azul, Brucelosis, Diarrea viral bovina, enfermedad de Jhone (*Mycobacterium paratuberculosis*) ni Fiebre aftosa entre otras enfermedades. Otros tampoco encontraron serología positiva para Rinotraqueitis infecciosa bovina (RIB), Virus Parainfluenza 3 (PI-3) ni para Brucelosis al estudiar guanacos en cautiverio en la zona central de Chile [10]. Sin embargo, Paratuberculosis, Fiebre Aftosa y Brucelosis han sido reportadas en camélidos tanto domésticos como silvestres [11]. En Diarrea viral Bovina se encontró por primera vez positiva y con un cuadro infeccioso persistente una cría de alpaca en Ontario [12] y posteriormente a una cría de 5,5 meses de edad en USA [13]. También se han reportado camélidos seropositivos a Lengua azul [14]. No se encontró información específica sobre guanacos.

En el tracto digestivo de los camélidos sudamericanos se describe la presencia parasitaria de Nemátodos, Tremátodos, Cestodos y algunos protozoos, afectando principalmente el abomaso e intestino delgado [15]. De ellos, los Nemátodos constituyen el grupo más numeroso y económicamente más trascendente para los camélidos. Todos ellos tienen un ciclo evolutivo directo. A excepción de los géneros *Capillaria* y *Trichuris*, todos los demás nemátodos corresponden a *Trichostrongilídeos*, causantes de la gastroenteritis verminosa de los rumiantes. Se destaca la presencia de esta enfermedad en el tracto digestivo de guanacos silvestres que fueron sometidos al rigor del cautiverio [16]. Respecto a endoparásitos el guanaco presenta un número considerable de ellos y se han registrado los siguientes helmintos estomacales e intestinales: *Ostertagia spp.*, *Trichostrongylus spp.*, *Nematodirus spp.*, *Trichuris spp.*, *Marshallagia spp.* y *Cooperia spp.*

Esta situación concuerda con la registrada en este trabajo en que se encontró un nivel de parasitismo leve a moderado de *Trichuris*, *Trichostrongilos* y *Nematodirus* en las 2 regiones en estudio (Cuadro 1) y ausencia de *Eimeria* en la XII región y de *Marshallagia* en la IV. Llama la atención la ausencia de *Marshallagia* en la IV región, dado que en esa zona se utilizan áreas comunes de pastoreo con ovinos y caprinos, y su presencia en la XII región, Parque Nacional Torres del Paine donde no existe pastoreo de especies rumiantes domésticas. En ésta última región no se detectó parásitos del género *Eimeria*, que sí se encontraron en la IV región, pero en un porcentaje muy bajo. Sin embargo, otros autores [10] en la XII región han diagnosticado coccidiosis, la que es provocada por especies del género *Eimeria*, observada con frecuencia en animales jóvenes, mayores de un mes de edad. Otros [17] en un trabajo realizado en la misma región con guanacos adultos encontraron presencia de huevos del género *Nematodirus*, *Capillaria* spp, y ooquistes de *Eimeria* spp. Al realizar la comparación con presencia de parásitos en chulengos, encontraron en general porcentajes inferiores, lo que indicaría que existiría una respuesta inmunitaria por parte del animal adulto.

Cuadro 1. Frecuencia de presentación de parásitos gastrointestinales en guanacos silvestres en 2 regiones de Chile (%)

Agente parasitario	IV región	XII región
<i>Trichuris</i>	28,0	19,0
<i>Trichostrongilos</i>	5,5	25,0
<i>Eimeria</i>	6,0	-
<i>Marshallagia</i>	-	28,0
<i>Nematodirus</i>	28,0	19,0

En la detección de parásitos gastrointestinales en el presente trabajo se encontró ausencia de *Fasciola hepática* y *Cryptosporidium* en todos los animales en ambas regiones. En otro trabajo [17] tampoco se encontró huevos de *Fasciola hepática* en guanacos de la XII región, lo que podría atribuirse a que las condiciones climáticas no son adecuadas para el desarrollo del huésped intermediario. Probablemente tampoco lo sea la zona en que se trabajó en la IV región, debido a la escasez de agua y a la intensa radiación solar. Sin embargo, [18] se constató este parasitismo en ovinos en la patagonia argentina, por lo que podría encontrarse en guanacos dado los grandes desplazamientos que realizan estos animales en épocas invernales. Sin embargo, los antecedentes encontrados por este autor y los resultados del presente trabajo nos indican que estos animales se desplazarían sólo en zonas andinas. Por otro lado, el *Cryptosporidium* es una coccidia cosmopolita, ampliamente distribuida en todo el mundo, que adquiere especial importancia en neonatos y además criados en confinamiento [19], lo cuál sea probablemente la causa que no se encuentre presente en los animales muestreados en este trabajo.

Otro estudio realizado con guanacos del sector chileno de Tierra del Fuego encontró que el 12% de los animales analizados presentaba Hidatidosis. Sin embargo, muestras analizadas en el norte de la patagonia Argentina arrojaron resultados negativos para la misma enfermedad [20].

Las enfermedades parasitarias en los CSA vienen a constituir un importante problema sanitario. Por tal motivo y como una medida de control y prevención, es importante tener en cuenta que entre los cuatro CSA y los rumiantes tradicionales, como la oveja y la cabra, es posible la transmisión de enfermedades parasitarias, lo que puede llevar a serias pérdidas productivas, si se contactan animales de diferente origen, sin el adecuado nivel sanitario [15]. Los efectos producidos por las enfermedades parasitarias se traducen en una menor eficiencia de conversión alimenticia, baja de peso, trastornos gastrointestinales, estados anémicos, etc., a pesar de no causar directamente la muerte del animal [16].

## Conclusiones

La ausencia de agentes infecciosos que provocan las enfermedades Diarrea viral bovina, Fiebre aftosa, Paratuberculosis, Lengua y Brucelosis, en la IV y en la XII región, concuerda con lo encontrado por varios otros autores. Esta situación podría deberse a una resistencia propia de los guanacos en particular, dado que al menos en la IV región, comparten lugares de pastoreo con otras especies de rumiantes domésticos.

La presencia de parásitos *Trichuris*, *Trichostrongilos* y *Nematodirus* en ambas regiones, *Marshallagia* sólo en la XII y *Eimeria* sólo en la IV concuerda con lo encontrado con diversos autores y ratifica la importancia que tienen las enfermedades parasitarias en los CSA y en particular, en los guanacos silvestres.

La ausencia de *Fasciola hepática* en todos los animales en ambas regiones podría deberse a que se trabajó en dos regiones que por sus condiciones climáticas no permitían el desarrollo del huésped intermediario. En el caso

de *Cryptosporidium*, la ausencia de éste podría atribuirse al hecho de haber muestreado solamente animales adultos que ya podrían haber desarrollado algo de inmunidad.

## Bibliografía

1. Corporación nacional Forestal, CONAF. 1991. El Guanaco, una especie de la fauna silvestre con futuro. Gerencia Técnica. Boletín Técnico Nº 47. 37p.
2. Raggi, A. 2000. Camélidos en Chile. Situación actual y perspectivas. Estudios para la innovación. Fundación para la Innovación Agraria. 130p.
3. Bas ,F.; C. Fernandez; C. Bonacic; N. Soto ; J. Gimpel ; y A. Concha. 1995. Crianza y aprovechamiento comercial del guanaco (*Lama guanicoe*) en condiciones de cautiverio en la XII región de Chile. Informe Final FONTEC – CORFO. 88p.
4. González, B.; B. Zapata; C. Bonacic y F. Bas. 1997. Producción de Fibra de Guanaco, Experiencia de la Pontificia Universidad Católica de Chile. En : Taller, Definición de Criterios de políticas sobre camélidos sudamericanos. Ministerio de Agricultura, ODEPA. Arica, 26 y 27 de Noviembre.
5. González, F.; L. Rubilar; O. Skewes y A. Heisinger. 2000. Guanaco y sus posibles productos comerciales. En: Manejo sustentable de la Vicuña y el Guanaco. Actas del Seminario Internacional realizado en la Pontificia Universidad Católica de Chile. Ed. Benito González, Fernando Bas, Charif Tala, Agustín Iriarte.
6. Sarasqueta, D. 1993. Experiencia de cría de guanacos en cautividad. En : I Taller Binacional Manejo Sustentable del Guanaco (*Lama guanicoe*) en la Patagonia Argentina. Facultad de Agronomía, Universidad Católica de Chile, Punta Arenas, Chile.
7. Skewes, O.; F. González; M. Maldonado; C. Ovalle y L. Rubilar. 2000. Desarrollo y evaluación de técnicas de cosecha y captura de guanacos para su aprovechamiento comercial y sustentable en Tierra del Fuego. En: manejo sustentable de la Vicuña y el Guanaco. Actas del Seminario Internacional realizado en la Pontificia Universidad Católica de Chile. Ed. Benito González, Fernando Bas, Charif Tala Agustín Iriarte.
8. Leguía, G. 1992. Informe del simposio sobre camélidos sudamericanos domésticos. Oficina regional de la FAO para América Latina y el Caribe. Santiago, Chile. Pp.17-21.
9. Karesh, W., Uhart, M., Dierenfeld, E., Braselton, E., Torres, A., House, C., Puche, H.; and Cook, R.A. 1998. Health evaluation of free-ranging guanaco (*Lama guanicoe*). *J. Zoo Wildl, Med.* 29(2), 134-141.
10. Ramírez, A.M., Zapata, B., Bas, F. 1998. Estudio serológico (*Lama guanicoe*) en guanacos en cautiverio en la zona central de Chile. *Archivos de Medicina Veterinaria*, 30:221-222. (Número extraordinario).
11. Ramírez, A. 1991. Enfermedades Infecciosas en alpacas y llamas. En Producción de rumiantes menores ALPACAS. Novoa, A y A. Flores (eds). Convenio Universidad de California, Davis – INIAA.
12. Carman, S.; N. Carr ; J. DeLay; M. Baxi; D. Dereg and M. Hazlett. 2005. Bovine viral diarrhea virus in alpaca : abortion and persistent infection. *J Vet Diagn Invest*, 17(6):589-93.
13. Mattson, D.E.; RJ Baker; JE Catania; SR Imbur; KM Wellejus and RB Bell. 2006. Persistent infection with bovine viral diarrhea virus in an alpaca. *J Am Vet Med Assoc*, 228(11):1762-5.
14. Thedford, TR and LW Johnson. 1989. Infectious diseases of New-World camelids (NWC). *Vet Clin North Am Food Anim Pract.*, 5(1):145-57.
15. Bonacic, C. 1991. Características biológicas y productivas de los camélidos sudamericanos. *Av. Cs. Vet* 6(2) : 87-101.
16. Cáceres, V. 2000. Estudio preliminar del parasitismo gastrointestinal en guanacos (*Lama guanicoe*) de la zona centro sur de Isla Tierra del Fuego, XII región de Chile. Tesis (Médico Veterinario), Universidad de Concepción, Escuela de Medicina Veterinaria. Chillán. Chile.
17. Henning, R. 1984. Estudio preliminar del parasitismo interno en guanacos mediante exámenes coprológicos. Parque Nacional Torres del Paine, XII región. Tesis (Médico Veterinario). Universidad de Concepción, Escuela de Medicina Veterinaria. Chillán. Chile.
18. Johnstone, L. 1971. Enfoque ecológico para el control de la parasitosis ovina. Colección Agropecuaria Nº 20, INTA. República Argentina.
19. Leguía, G. 1991. Enfermedades Parasitarias. En Producción de rumiantes menores : ALPACAS. Novoa, A y A. Flores (eds). Convenio Universidad de California, Davis – INIAA.
20. Marcheti, B., Oltremari, J., Peters, H. 1992. Estrategias para el manejo y aprovechamiento racional del guanaco (*Lama guanicoe*). Oficina regional de la FAO para América latina y el Caribe. Pp 35-36.

## **EJE TEMÁTICO NUTRICIÓN ANIMAL**

### **Bloque Selección, Nutrición y Crianza**

Arreche G. y M. Abad, Experiencia en la cría de guanacos en semicautiverio de un productor de la línea sur rionegrina

Cordero A., P. Genovese, R. Vega, M. E. Núñez Chichet, W. Huanca, A. Bielli, Comportamiento de alpacas recién nacidas y su relación con la mortalidad neonatal

Franco F., J. Olazábal, R. Quispe y J. Madani, Resultados preliminares del efecto de la alimentación en el último tercio de la gestación sobre el peso al nacimiento de las crías foliculos secundarios e implicancia sobre calidad de fibras en alpacas neonatales

García Vera W. y F. Franco, Estudio de las principales medidas biométricas y desarrollo de modelos de predicción de peso vivo en llamas

Olazábal J.; F. San Martín y F. Franco, Efecto del nivel de restricción alimenticia sobre el crecimiento compensatorio en llamas hembras y machos

Rigalt, F., C. Ferrando, R. Pivotto, C. Krapp y R. Gómez, Ajuste de la técnica de determinación de nota de condición corporal en llamas

### **EXPERIENCIA EN LA CRÍA DE GUANACOS EN SEMICAUTIVERIO DE UN PRODUCTOR DE LA LÍNEA SUR RIONEGRINA**

(1) Arreche Gladys, Arreche Juan, Arreche Vicente, (2) Abad Martín I.

<sup>(1)</sup> Criadores de guanacos - Jacobacci-Río Negro

<sup>(2)</sup> Med. Veterinario - AER INTA Ing. Jacobacci – Río Negro  
[glaeucalef@yahoo.com.ar](mailto:glaeucalef@yahoo.com.ar) [aerinta@jaconet.com.ar](mailto:aerinta@jaconet.com.ar)

### **Resumen**

El trabajo presentado resume la experiencia de la familia Arreche como pequeños productores, en la incorporación de la cría de guanacos al sistema ganadero tradicional. El campo se encuentra en la localidad de Ingeniero Jacobacci (Río Negro-Argentina). Zona árida y fría. Los animales pastorean sobre pastizales naturales de estepas arbustivas gramíneas y mallines (vegas húmedas). A partir del año 2003, con participación de la Agencia de Extensión Rural Jacobacci de INTA Bariloche y autorización de la Dirección de Fauna de la provincia, se inició y habilitó el criadero en semicautiverio, con 20 guanacos silvestres capturados en el campo de la familia Arreche. Anualmente, se capturan crías con edad aproximada de 10 días, parte se destina para venta y otra para el criadero. En la última captura se encerraron 62 chulengos de los cuales 50 se vendieron. Actualmente, el criadero cuenta con 42 ejemplares, todos alimentados a mamadera con leche de vaca, avena y alfalfa, durante 4 meses. El ingreso del criadero está representado por la venta de chulengos y la producción de fibra anual, obteniéndose en la última esquila 17 kg. de fibra. De esta manera podemos concluir que la captura de guanacos y la producción de fibra de animales en semicautiverio posibilitarían mejorar los ingresos del pequeño productor a través de la diversificación productiva.

### **Introducción**

#### *Ubicación*

En la Región Sur de la Provincia de Río Negro (Argentina), a unos 68 km al sur de la Localidad de Ingeniero Jacobacci, se encuentra el establecimiento San Antonio. Está ubicado en un ambiente de sierras y mesetas

occidentales, con temperaturas medias que rondan los 10°C, pero con una gran amplitud térmica (de -25 °C a +30°C). El promedio anual de lluvias es de 200 mm., se producen en forma estacional durante el otoño-invierno. Los animales pastorean sobre pastizales naturales de estepas arbustivas graminosas y mallines (vegas húmedas).

#### *Protagonistas*

La Familia Arreche. El establecimiento San Antonio esta en manos de esta Familia desde 1953, cuando el padre de Abel (El actual dueño) decidió comprarlo. A partir del año 1975 Abel se hace cargo del establecimiento, donde actualmente comparte las actividades con su familia, Josefa (Esposa), Norma, Gladis, Vicente, Juan y Fabián (Hijos).

#### *Acciones:*

En el año 1995, se incorporaron al Proyecto de lucha contra la desertificación para el Desarrollo Sustentable de la Patagonia (PRODESAR) que llevaba adelante INTA con GTZ de Alemania. El objetivo de este proyecto era el de desarrollar y transferir las tecnologías y estrategias adecuadas para lograr la sustentabilidad ecológica, económica y social de la producción en la Patagonia.

Se trabajó en el desarrollo de una propuesta de manejo integrado, que consistía en combinar las tecnologías disponibles con la experiencia del productor y su apertura para realizar innovaciones. Hasta este momento la producción estaba centrada en los Ovinos y Vacunos, a partir de la incorporación de sus hijos a los trabajos del campo se comienza a trabajar con otra producción alternativa como la cría de Caprinos de Angora (productoras de Mohair) y otra innovadora como la de Guanacos para producción de fibras.

Con esta última se comenzó a trabajar a partir del año 2002, la inquietud surgió debido a que en el establecimiento se visualizaba una cantidad interesante de ejemplares silvestres, ellos en alguna oportunidad habían criado algunos y en la región había un creciente aumento de productores que estaban trabajando con el manejo de la especie. Con el acompañamiento de Técnicos de INTA, recorrieron algunos establecimientos para ver como era el manejo de los mismos.

A partir de lo visto se envió una nota a la Dirección de Fauna de la provincia, en la misma se solicitaba autorización para realizar un censo de población y en función de los resultados del mismo evaluar lo más conveniente.

El censo se realizó, parte en el mismo establecimiento y en el de un vecino, ya que los animales habitan y pastorean en ambientes compartidos por varios establecimientos. Este arrojó que en 12.000 hectáreas había una población de 420 guanacos a partir de esto, la dirección de fauna Provincial otorgó un permiso para realizar la quita de 42 chulengos, para montar un criadero.

En esa zona las pariciones de los Guanacos silvestres, comienzan en noviembre hasta enero; durante esa temporada capturaron 17 chulengos en las primeras horas o días de vida. Estos ejemplares fueron llevados al casco del establecimiento, donde se les comenzó a suministrar una dieta a base de leche fresca proveniente del ordeño de vacas, a razón de 1 ltr por día en 4 tomas. La lactancia duró 4 meses, donde se les iba quitando una mamadera por mes (250 ml) y agregando avena y fardos de alfalfa ad-libitum. A su vez, durante el día los animales pastoreaban en un potrero de Mallín (Humedal o Vega). Cabe destacar que este establecimiento contaba con una infraestructura que hizo posible el emprendimiento sin tener que realizar inversión económica en los primeros años. El grupo familiar realizó todas las tareas desde la captura hasta su posterior crianza. Durante el otoño e invierno los chulengos tuvieron un buen pasar, logrando una buena adaptación y desarrollo, donde se les controlaba semestralmente el peso corporal de cada individuo.

En noviembre del año 2003 se realizó la primer esquila (con maquina), en la que participaron técnicos de INTA y de la Dirección de Ganadería de la provincia (Órgano fiscalizador). Se obtuvo un promedio de 380 grs. por animal (Vellón completo: capa, barriga, garra y cogote), lo que totalizó 6,5 kgs que fueron certificados.

Como no se había completado el cupo de 42 ejemplares autorizados por la dirección de Fauna ese año (2003) en los meses de noviembre y diciembre, se capturaron 25 ejemplares más que se sumaron al emprendimiento, los que fueron criados de la misma manera que los primeros. En la primavera se produjo la muerte de algunos ejemplares, siendo el agente causal el Saguaype (Fasiola Hepática), por lo que se los dosificó con antiparasitarios específicos. Como método de control se realizó un seguimiento trimestral (Análisis coproparasitológico) y se evaluó la posibilidad de realizar un potrero en la zona de pampas, tratando de que no estén tan expuestos a zonas altamente contaminadas como el mallín. Para el armado de este potrero, se realizó una evaluación del pastizal, en donde se determinó que la superficie necesaria para albergar la totalidad de los animales debía tener por lo menos 60 hectáreas.

En noviembre del año 2004 se realizó la segunda esquila, donde se obtuvo un promedio de 412 gs para los juveniles de 2 años y de 398 grs. para los capturados hace un año. Esta Zafra junto a la del 2003 fue vendida a otro productor, que acopiaba fibra para luego realizar una venta al exterior.

En agosto del 2005, se creó la Asociación de Criadores de Guanacos, en la que participan como socios, e integran un Grupo de Cambio Rural (INTA), con un proyecto orientado al fortalecimiento de la organización de productores, el relacionamiento interinstitucional y el mejoramiento la productividad de los establecimientos.

En Octubre de ese año, se realizó un nuevo censo, donde arrojó una densidad un poco más alta y el permiso de quita de chulengos fue de 70 ejemplares. Se capturaron 61 de los cuales, 50 fueron vendidos a otro productor y el resto se criaron en el mismo establecimiento con una dieta a base de leche en polvo y una ración de avena, cebada y fardo de alfalfa.

Semestralmente se elabora un informe de la situación del Criadero (A cargo del responsable técnico del mismo), que es enviado a la Dirección de Fauna Provincia.

## Resultados

Actualmente, el criadero cuenta con 40 ejemplares; los ingresos están dados por la venta de chulengos y la producción de fibra anual.

De esta manera podemos concluir que la captura de chulengos para venta y la producción de fibra de animales en semicautiverio, posibilitan mejorar los ingresos del productor, con una producción diversificada, mas estable, sin degradar el medio ambiente y protegiendo a nuestra fauna autóctona.

## COMPORTAMIENTO DE ALPACAS RECIEN NACIDAS Y SU RELACION CON LA MORTALIDAD NEONATAL

Cordero Aída <sup>1</sup>, Quispe Iban <sup>1</sup>, Cárdenas Oscar <sup>2</sup>, Huanta Teodosio <sup>2</sup>, Huanta Wilfredo <sup>3</sup>

<sup>1</sup>Facultad Zootecnia. Universidad Nacional Agraria La Molina. Av. La Universidad s/n La Molina, Lima. Perú.

<sup>2</sup>Proyecto camélidos EE ILLPA. INIA . Rinconada Salcedo s/n. Puno, Perú.

<sup>3</sup>Laboratorio de Reproducción Animal. Facultad Medicina Veterinaria. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Av. Circunvalación 2800. Lima. Perú.  
aidacordero08@yahoo.com

## Resumen

El estudio fue realizado para obtener información de las características conductuales de crías de alpacas recién nacidas y su relación con mortalidad neonatal. Se registro información sobre conducta de 70 crías recién nacidas, considerando variables: a) intentos de pararse; b) tiempo en pararse; c) intentos de lactar; d) tiempo en lactar. Se registro información sobre numero de partos, sexo de la cría y mortalidad hasta las 4 semanas. Los resultados señalan que no existen diferencias en conducta del recién nacido, con promedios de 8,0 ± 4,9 intentos y 57,9 ± 31,4 minutos para pararse y 7,1 ± 3,8 intentos y 168,3 ± 111,1 minutos para la primera lactancia, sin diferencias por numero de partos y sexo de la cría. El peso promedio fue 6,2 ± 0,9 Kg. La mortalidad observada fue 3,0 % en crías con lactancia ? 2 horas, 4,8 % con lactancia entre 2 – 4 horas y 6,3 % con lactancia ? 4 horas. Los resultados contribuyen a información referencial para explicar los posibles factores involucrados en mortalidad de crías.

## Introducción

La alpaca representa un recurso de gran importancia para los pobladores de las zonas altoandinas de nuestro país, por las ventajas comparativas de adaptación a las condiciones medioambientales adversas.

A pesar de su capacidad de adaptabilidad a las condiciones medioambientales existen diversos factores que afectan la productividad de la especie, como la baja tasa de natalidad y la alta tasa de mortalidad de crías.

Los animales presentan una conducta de adaptación a los cambios en su medio ambiente y la conducta que expresa la madre y el recién nacido son importantes en la capacidad de sobrevivencia del recién nacido. Aún cuando se han realizado estudios relacionados con las causas de mortalidad de crías de alpacas, existe escasa información sobre algunos factores relacionados con los componentes conductuales que pueden desempeñarse como un factor importante de mortalidad de las crías.

El presente estudio plantea como objetivo realizar una evaluación de las características conductuales de la madre y las crías de alpacas, considerando factores como número de partos de la madre y sexo de la cría.

## **Materiales y Métodos**

El presente estudio fue realizado en el anexo Quimsachata de la Estación experimental ILLPA- INIA- Puno, ubicado en el Distrito de Santa Lucía, Provincia de Lampa, Zona sur del Perú, situado a una altitud de 4.200 msnm. La zona es clasificada como zona agroecológica de puna seca.

Se utilizaron dos rebaños de alpacas de raza huacaya, registrándose la información de 70 partos. Las características de manejo del establecimiento son consideradas como tecnológico elevado. Los animales pastorean en praderas naturales compuesto por pasturas naturales, con una carga de 1.2 unidades animales por hectárea en lluvias.

La investigación fue desarrollada en dos etapas: una primera etapa que comprende la observación de los partos a una distancia apropiada y el registro del comportamiento inicial de la madre y el recién nacido, utilizándose binoculares; y una segunda etapa que comprende el seguimiento de las crías durante los primeros tres meses de vida, con registro de pesos, mortalidad y causas.

Las variables en estudio fueron:

- 1) Variables conductuales: determinada mediante observación e incluyen los intentos al pararse, tiempo en pararse, intentos de lactar, tiempo en lactar.
- 2) Peso al nacimiento: registrada mediante una balanza después de la primera lactación
- 3) temperatura rectal al nacimiento: con la ayuda de un termómetro rectal
- d) Análisis estadístico

Los datos fueron analizados mediante la prueba de Kruskal-wallis y ANOVA.

## **Resultados y Discusión**

Los resultados de las variables conductuales, considerando el número de partos, se presentan en la tabla 1, según se puede observar no se observaron diferencias en el número de intentos empleado para que las crías se pongan de pie ( $P < 0,05$ ), coincidiendo con el reporte de [1], aún cuando existen diferencias nominales en las madres de 4 a más partos respecto a madres con menor número de partos. Similar tendencia se observa en el intervalo de tiempo necesario para que las crías puedan ponerse de pie, con una tendencia a un menor tiempo en las madres con más de 4 partos. Ambas diferencias pueden ser explicadas posiblemente por la mayor experiencia de las madres y la habilidad materna propia de la especie.

Respecto a los intentos para lactar y el tiempo transcurrido desde el parto hasta que se realice la primera lactación, el comportamiento es similar a la conducta de pararse. Existe la tendencia que las madres con más de 4 partos presenten un menor número de intentos y menor tiempo para realizar la primera lactancia. Las diferencias pueden también ser explicadas por la experiencia de la madre.

Tabla 1.- Numero de Intentos y tiempo en pararse (IP y TP) y primera lactación (IL y TL) según el numero de partos en alpacas Huacaya.

N° partos (n)	IP X ± SEM	TP X ± SEM	IL X ± SEM	TL X ± SEM
1 ( 15)	8,3 ± 1,1 <sup>a</sup>	68,0 ± 10,9 <sup>a</sup>	8,1 ± 1,2 <sup>a</sup>	187,3 ± 32,0 <sup>a</sup>
2 ( 17)	9,6 ± 1,6 <sup>a</sup>	65,2 ± 8,7 <sup>a</sup>	7,4 ± 1,3 <sup>a</sup>	138,8 ± 18,6 <sup>a</sup>
3 ( 18)	7,6 ± 0,9 <sup>a</sup>	51,9 ± 6,4 <sup>a</sup>	7,9 ± 0,8 <sup>a</sup>	181,7 ± 29,0 <sup>a</sup>
> 4	7,0 ± 1,0 <sup>a</sup>	49,5 ± 6,4 <sup>a</sup>	5,4 ± 0,5 <sup>a</sup>	167,0 ± 24,3 <sup>a</sup>

Letras iguales n.s. (p < 0,05)

IP : Intentos al pararse; TP: tiempo en pararse

Il: n° Intentos de lactar TL : tiempo en lactar

Respecto al posible efecto del sexo de la cría sobre las mismas variables señaladas anteriormente, los resultados se presentan en la tabla 2.

Tabla2.- Numero de Intentos y tiempo en pararse (IP y TP) y primera lactación (IL y TL) según el sexo de la crías en alpacas Huacaya.

Sexo cría (n)	IP X ± SEM	TP X ± SEM	IL X ± SEM	TL X ± SEM
Macho (40)	8,1 ± 0,9 <sup>a</sup>	52,1 ± 6,5 <sup>a</sup>	7,7 ± 0,9 <sup>a</sup>	170,3 ± 25,2 <sup>a</sup>
Hembra (30)	8,0 ± 1,0 <sup>a</sup>	65,6 ± 8,6 <sup>a</sup>	6,4 ± 0,7 <sup>a</sup>	165,6 ± 24,8 <sup>a</sup>

P < 0,05 n.s.

IP : Intentos al pararse; TP: tiempo en pararse

Il: n° Intentos de lactar TL : tiempo en lactar

Los resultados señalan que no existen diferencias por sexo en ninguna de las variables evaluadas, aún cuando se observa un tiempo menor en los machos (52.1 ± 6.5 m) con respecto a las hembras, pero no significativas y coincide con lo reportado por [2]

Respecto al peso al nacimiento, la tabla 3 señala el peso al nacimiento y la temperatura corporal observada en las crías en estudio. Los resultados señalan diferencias en las madres primerizas respecto a las de segundo o más partos. La diferencia de peso puede ser explicada por la condición de primerizas, originando crías de menor peso que van a presentar una menor temperatura corporal por la misma.

Tabla 3.- Peso al nacimiento(Kg) y temperatura corporal (°C), según el numero de partos de la madre y sexo de la cría en alpacas Huacaya.

Variable Madre/Cría	Numero	Peso al nacimiento (Kg)	Temperatura corporal al nacimiento (° C)
1° parto	15	5,5 ± 1,0 <sup>c</sup>	36,8 ± 0,9 <sup>ab</sup>
2° parto	17	6,1 ± 0,6 <sup>b</sup>	36,5 ± 1,0 <sup>b</sup>
3° parto	18	6,7 ± 0,8 <sup>a</sup>	37,4 ± 0,6 <sup>a</sup>
4° parto	20	6,5 ± 0,7 <sup>a,b</sup>	37,1 ± 0,8 <sup>a</sup>
Macho	40	6,2 ± 0,9 <sup>a</sup>	37,0 ± 0,9 <sup>a</sup>
Hembra	30	6,3 ± 0,9 <sup>a</sup>	37,0 ± ,8 <sup>a</sup>

a,b,c: letras diferentes en la misma columna señalan diferencia (P > 0,05)

### Conclusiones

Los resultados presentados en el presente estudio nos permiten llegar a las conclusiones siguientes:

- El número de partos de la madre no tiene ningún efecto sobre los intentos y tiempo para pararse e intentos y tiempos a la primera lactancia.
- No se ha determinado ningún efecto significativo del sexo de la cría sobre los intentos y tiempo para pararse e intentos y tiempos a la primera lactancia.
- Los pesos al nacimiento varían entre 5.5 ± 1.0 a 6.5 ± 0.7 Kg. , según el número de partos, con diferencias estadísticas (P > 0.05) y con temperaturas de 36.8 ± 0.9 (1°parto) a 37.1 ± 0.8 (4° parto), con diferencias entre 2° parto con respecto a las otras madres .
- No existen diferencias en el peso al nacimiento y temperatura corporal entre crías machos y hembras.

### Bibliografía

- Ayquipa M. 1995. Comportamiento neonatal en alpacas y algunos factores que lo afectan. Tesis UNALM Lima, 73 pag.
- Bustanza V. 2001. La alpaca, conocimiento del gran potencial andino. Editorial Universitaria . 1° Ed. UNA- Puno-Perú.

### RESULTADOS PRELIMINARES DEL EFECTO DE LA ALIMENTACIÓN EN EL ÚLTIMO TERCIO DE GESTACIÓN SOBRE EL PESO AL NACIMIENTO DE LAS CRÍAS, DESARROLLO DE LOS FOLÍCULOS SECUNDARIOS E IMPLICANCIA EN LA CALIDAD DE LA FIBRA EN ALPACAS NEONATAS.

Franco F. E<sup>1</sup>, Pezo D<sup>1</sup>, Olazábal J<sup>1</sup>, Quispe R<sup>3</sup>, Mamani J<sup>2</sup>, San Martín F<sup>1</sup>

<sup>1</sup>IVITA Maranganí FMV UNMSM

<sup>2</sup>Lab. Histopatología UPCH.

<sup>3</sup>Práctica privada.

[fefranco90@gmail.com](mailto:fefranco90@gmail.com), [dpezo71@hotmail.com](mailto:dpezo71@hotmail.com), [jolazabal4@hotmail.com](mailto:jolazabal4@hotmail.com), [decanovet@unmsm.edu.pe](mailto:decanovet@unmsm.edu.pe)

## Resumen

Un experimento fue diseñado para determinar el efecto de la alimentación en el último tercio de la gestación sobre el peso al nacimiento de las crías y la producción de folículos secundarios y su implicancia en la calidad de la fibra en alpacas neonatas. El experimento se llevó a cabo en el IVITA Maranganí UNMSM a 3 704 msnm y en el IVITA La Raya UNMSM a 4 200 msnm. Desde noviembre, diciembre del 2005 hasta enero del 2006. Se formaron dos grupos de 15 hembras gestantes; el primer grupo (control) permaneció en el IVITA La Raya alimentadas con pastos nativos (Asociación dominante *Festuca dolichophylla* y *Muhlenbergia fastigiata*) y el segundo grupo permaneció en el IVITA Maranganí alimentadas con pastos cultivados (asociación rye grass y trébol blanco). Se tomó el peso vivo de las crías al nacimiento y al día siguiente una muestra de piel del costillar medio de área conocida (5 mm Ø), conservándolas en formaldehído al 15%, las muestras fueron enviadas al laboratorio de histopatología para su procesamiento y lectura. El promedio de pesos vivos fueron para el grupo control de 6,4 kg y para el grupo tratamiento fue de 7.4 kg ( $P < 0,05$ ), con respecto a los análisis histológicos están en proceso.

## Introducción

La población de los Camélidos sudamericanos (CSA) en el Perú es aproximadamente de 3,5 millones, representando el 43% de la población mundial [1] también cuenta con la mayor población de alpacas (3,0 millones) siguiéndole Bolivia y Chile. Además las alpacas peruanas producen el 90% de la producción mundial de fibra de camélidos [2]

El objetivo principal de la crianza de la alpaca es la producción de fibra y secundariamente de carne y cuero. La alpaca, como otras especies productoras de fibra o lana, es evaluada en términos de la calidad de la fibra, la que estaría fuertemente influenciada por el número y estructura de sus folículos pilosos.

En ovejas; los folículos primarios y secundarios se forman durante el desarrollo prenatal, el desarrollo de los folículos secundarios se da entre los días 95 y 135 de gestación [3] pero la mayoría de los folículos secundarios no completan su maduración hasta después del nacimiento [4, 5]

En alpacas el desarrollo folicular se realiza de manera similar a los ovinos y los folículos secundarios producen fibras después de los 264 días de gestación; por consiguiente, los diferentes estadios de desarrollo folicular siguen un orden definido y descritos en ovinos [4] y podrían ser aplicados en alpacas [1]. La relación de los folículos primarios y secundarios (S/P) en alpacas alimentadas con pastos nativos es de 7:1 [6] coincidiendo por lo hallado por Zea *et al.* (1991) cuya relación fue de 7,5:1, mientras que Yi (1995) [1] trabajando en similares condiciones encontró que la relación S/P fue de 2,25:1.

Por otro lado; en alpacas, el peso al nacimiento de crías nacidas en una comunidad de Puno (condiciones altoandinas) fue de 6,8 kg (Cruz *et al.*, 1991; mencionado por [7]). Además se reporta que alpacas alimentadas bajo condiciones de praderas y pasturas cultivadas en una empresa asociativa de la Sierra Central del Perú, alcanzaron promedios de 7,2 y 7,5 kg, respectivamente (Flórez, 1989).

La subalimentación severa durante el segundo tercio de gestación en ovejas preñadas no inhibió significativamente la iniciación del desarrollo de los folículos secundarios ( $P > 0,05$ ), pero la subalimentación severa durante la mitad del último tercio de gestación en ovejas resultó en un menor número significativo de folículos secundarios ( $P < 0,05$ ) y este número no se incrementó a pesar que las madres fueron realimentadas con un alimento de alto nivel nutricional entre los días 132 hasta el final de la gestación [8].

Varios estudios fueron diseñados para evaluar el efecto de la nutrición maternal sobre el crecimiento fetal y la relación S/P; donde, hembras con buen nivel nutricional (grupo control) gestaron animales con mayor peso ( $P < 0,05$ ) y la relación S/P fue mayor que animales provenientes de hembras gestantes sometidas a restricciones alimenticias [9, 10, 11].

Con el fin de conocer si en alpacas el nivel nutricional de las madres tiene el mismo efecto sobre el crecimiento fetal y el desarrollo folicular descrito en ovinos, se diseñó el presente trabajo.

## Materiales y Métodos

El trabajo de campo se llevó a cabo en la Estación Experimental de camélidos IVITA - Maranganí de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos (UNMSM) ubicada a 3 704 msnm y en la Estación Experimental La

Raya de la Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco (UNSAAC), desde noviembre de 2005 hasta enero de 2006.

Se formaron dos grupos de 15 hembras gestantes en el último tercio de gestación. El primer grupo (testigo) permaneció en la Est. Exp. La Raya, siendo alimentadas en pastos nativos (asociación dominante *Festuca dolychophila* y *Muhlebergia fastigiata*: Fedo-Mufa), mientras que el segundo grupo permaneció en la Est. Exp. IVITA Maranganí, siendo alimentadas en pastos cultivados (*asociación Lolium perenne, Lolium multiflorum* y *Trifolium repens*).

Las crías fueron pesadas al nacimiento con ayuda de una balanza acondicionada a un trípode y al día siguiente se tomó una muestra de piel de área conocida empleando una pinza de biopsia de 5 mm de diámetro (V Krusse).

Las biopsias fueron conservadas en formol al 15%, una vez completadas las muestras fueron remitidas al Laboratorio de Histopatología de la Universidad Particular Cayetano Heredia (UPCH), donde fueron procesadas para la interpretación respectiva.

## Resultados y Discusión

Cuadro 1: Promedios de Peso Vivo y Folículos Pilosos en Alpacas Neonatas Alimentadas con diferentes niveles nutricionales.

	Alim. Pastos Nativos	Alim. Pastos Cultivados.
Peso Vivo al Nacimiento (kg)	6,4 <sup>a</sup>	7,4 <sup>b</sup>
Folículos Primarios (P)	2,3 <sup>a</sup>	2,4 <sup>a</sup>
Folículos Secundarios (S)	13,9 <sup>a</sup>	21,3 <sup>b</sup>
Relación S/P	6 <sup>a</sup>	8,9 <sup>b</sup>

Letras diferentes en fila indican diferencia estadística significativa  $P < 0,05$

Los resultados del cuadro 1 muestran que los pesos al nacimiento de animales nacidos de hembras alimentadas con pastos nativos (6,4 kg) fueron menores que las crías nacidas de hembras alimentadas con pastos cultivados (7,4 kg) ( $P < 0,05$ ). Nuestros resultados son similares a los reportados por Cruz *et al.* (1991) en lo que se refiere al peso al nacimiento de animales alimentados en pastos nativos, variando solamente en 100 gramos, probablemente esta diferencia se deba al tipo de comunidad vegetal en que fueron alimentadas las madres gestantes; así mismo, los pesos reportados por Flórez (1989) con animales alimentados en pastos cultivados son similares a los hallados en el presente trabajo. Esta similitud se deba a que se trabajó en condiciones similares a las nuestras.

En cuanto a la producción de folículos primarios se puede observar que en ambos grupos fue similar ( $P > 0,05$ ); pero en la producción de folículos secundarios se observa una clara diferencia entre los animales nacidos de madres alimentadas con pastos nativos (13,9) y animales nacidos de madres alimentadas con pastos cultivados (21,3) ( $P < 0,05$ ). A pesar que los diferentes estadios de desarrollo folicular siguen un orden definido ya descrito en ovinos (Hardy y Line, 1956), y podrían ser aplicados en alpacas [1] pero, probablemente existen diferencias inherentes a la especie y que faltan ser estudiadas [6].

En cuanto a la relación folicular S/P se observa que los animales nacidos de madres alimentadas con pastos nativos es menor (6,0) que los animales nacidos de madres alimentadas con pastos cultivados (8,5) ( $P < 0,05$ ). Los resultados del primer grupo son relativamente menores a los reportados por Bustinza (2002) y Zea *et al.* (1991), probablemente se deba al estado nutricional de las madres y el estado de desarrollo de sus crías. Por otro lado nuestro resultado fue mayor al reportado por Yi (1995), y se deba a que dicho investigador trabajó con un número reducido de animales (12); sin embargo, en el presente trabajo se puede observar que las crías nacidas de las madres alimentadas con pastos cultivados la relación S/P fue mayor (8,5) coincidiendo con la tendencia hallada en ovinos [9,10,11].

Se concluye que, hembras en el último tercio de gestación con un buen estado nutricional producen crías con mayor peso al nacimiento y también con mayor densidad folicular, lo que se interpretaría que a mayor densidad folicular se producen fibras más finas.

## Bibliografía

1. Yi, P. 1995. The prenatal development of the fibre follicle in alpacas (Lama pacos) Fine Fibre News, 5: 27-32.
3. Fraser, A.S. 1954. Development of the skin follicle population in sheep. Aust. J. of Agric. Research. 5: 737-744.
4. Hardy & Line, A.G. 1956. The pre-natal development of the wool follicles in merino sheep. Aust. J. Biol. Sci.
5. Carpio, M.A. 1972. Desarrollo folicular en corderos de la raza junin Univ. Nac. La Molina-Cyanamid (informe técnico).
6. Bustinza, A.V. 2001. La Alpaca, conocimiento del gran potencial andino. Edit. Univ. Nac. del Altiplano Puno Perú pp 496.
7. Chavez, J.F. 1991. Mejoramiento Genético de alpacas y Llamas. En: Avances y perspectivas del conocimiento de los camélidos sudamericanos. Ed. Fernandez Baca, S. Edit. FAO pp 432.
8. Glynnis, H. & Mellor, D.J. 1983. Effects of maternal nutrition on the initiation of secondary wool follicles in foetal sheep. J. Comp. Path. 93: 577-583.
9. Mellor, D.J. & Murray, L. 1981. Effects of placental weight and maternal nutrition on the growth rates of individual fetuses in single and twin bearing ewes during late pregnancy. Research in Vet. Sci. 30: 198-204.
10. Mellor, D.J. & Murray, L. 1982a. Effects of long term undernutrition of the ewe on the growth rates of individual fetuses during late pregnancy. Research in Vet. Sci. 32: 177-180.
11. Mellor, D.J. & Murray, L. 1982b. Effects of the rate of increase in fetal girth of refeeding ewes after short periods of severe undernutrition during late pregnancy. Research in Vet. Sci. 32: 377-382.

## ESTUDIO DE LAS PRINCIPALES MEDIDAS BIOMETRICAS Y DESARROLLO DE MODELOS DE PREDICCIÓN DE PESO VIVO EN LLAMAS

García Wilber V., Franco F. Francisco

Estación Experimental del Centro de Investigación IVITA-Marangani, FMV-UNMSM

## Resumen

El presente estudio se llevó a cabo en el fundo San Luis del IVITA-Marangani, del Distrito de Nuñoa, provincia de Melgar, Departamento de Puno, con el objetivo de conocer la correlación de 11 medidas biométricas con el peso vivo y desarrollar ecuaciones de predicción de peso vivo. Las medidas biométricas fueron: largo de cuello (LDC), perímetro superior del cuello (PSC), perímetro inferior del cuello (PIC), perímetro torácico (PT), ancho de pecho (AP), altura a la cruz (AC), altura a la grupa (AG), ancho de cadera (ADC), ancho de isquión (AI), longitud dorsal (LD) y peso vivo (PV). Se utilizaron 541 llamas (304 Chaccus y 237 Karas) de uno a seis años de edad. Para el análisis de datos se utilizó el diseño completamente al azar con arreglo factorial 2x2x6 (sexo, tipo y edad); las medidas biométricas fueron sometidas a correlación y eliminación de variables por regresión múltiple de Stepwise. Los machos fueron superiores a las hembras en el peso vivo, en las medidas: PSC, PT, AP, AC, AG y LD; y las hembras superiores a los machos en las medidas ADC y AI. De igual manera los Karas fueron superiores a los Chaccus en 8.2 % de peso vivo, en las medidas: PT, AC, AG, ADC, LD; y fueron similares en LDC, PSC, PIC, AP y AI; el peso vivo, y las medidas: LDC, PT, AP, AC, AG, ADC, AI y LD se incrementaron aceleradamente hasta los 4 años después el incremento se estabiliza o es lento hasta los 6 años. Los coeficientes de correlación fueron altos, positivos y significativos ( $r$  varío entre 0,57 y 0,84) entre peso vivo y las medidas en orden de importancia fueron PT, LD, ADC, AA y ASA. El peso vivo se puede estimar con cierta precisión utilizando el  $R^2$  máximo y regresión Stepwise en el que se incluye PT, PSC y LD produjo un  $R^2$  de 0.80 para cualquier edad y sexo y tipo:  $PV$  (kg) = - 120.07 + 0.98 PT + 1.17 PSC + 0.77 LD.

Palabras clave: llama, medidas biométricas, modelos de predicción de peso vivo.

## Introducción

Las llamas (*Lama glama*) son un recurso animal muy importante para los Países Andinos de Perú y Bolivia; con una población nacional de 1.006.614 cabezas (Censo 1994), es la segunda especie doméstica más numerosa de los camélidos sudamericanos. Su hábitat se suscribe al medio ecológico altoandino, entre alturas comprendidas de 2.300 a 5.000 msnm, donde existen pastos escasos y fibrosos, siendo más rústica y menos exigente en calidad de pastos que las alpacas. A nivel del espacio alto andino de manera general se han identificado dos tipos, los cuales han recibido distintas denominaciones, siendo la más usada la Kara y el Chaccu (7). Los Karas tienen la cabeza y las orejas completamente limpias de fibras gruesas o cerdas, solamente posee fibras cortas, de modo que se puede observar con claridad la conformación de la cabeza. En el vellón se notan claramente dos capas: una interna o “undercoat” formada por fibras quebradizas con menor longitud y mayor densidad, y una capa externa o “outercoat” formada por una capa rala de fibras gruesas y largas (pelos o cerdas) que se agrupan en mechales puntiagudas. Normalmente casi todos mudan como los mamíferos silvestres y generalmente no se esquilan, pero tienen gran capacidad productora de carne y trabajo. El Chaccu a diferencia del Kara es un animal con buena cobertura de vellón, la cabeza es fuerte con pelos en la frente, el cuello es aparentemente frondoso por la cobertura de vellón. El cuerpo tiene mayor cobertura de vellón con fibras de diámetro variables. Tienen buena capacidad para producir carne, fibra y es más delicado para el trabajo que el Kara. Sin embargo, esta clasificación no ha tomado en cuenta las medidas de las principales características biométricas anatómicas que nos ofrece esta especie. Son estas las razones que han permitido llevar a cabo la presente investigación en las dos razas de llamas en diferentes edades, con la finalidad de establecer las bases para el mejoramiento genético de este recurso andino orientado en la mayor ganancia de peso.

## Materiales y Métodos

El estudio se llevó a cabo de marzo a julio del 2003 en el fundo San Luis del IVITA-Marangani, ubicada en el distrito de Nuñoa, Provincia de Melgar, Departamento de Puno, a una altitud de 4300 msnm, con una precipitación promedio de 965 ml por año y una temperatura promedio anual de 6,5°C.

Se utilizaron 541 llamas (304 Chaccus y 237 Karas) de uno, dos, tres, cuatro, cinco y seis años de edad. En las mediciones biométricas se consideraron 11 variables respuesta, como se muestra en el siguiente cuadro.

Cuadro. 1. Descripción de las variables muestreadas

VARIABLES	Referencia de límites medidos	Instrumento
<b>DEL CUELLO (cm)</b>		
Largo	De la articulación Atlanto-occipital a la última vértebra cervical	Huincha
Perímetro Superior	Alrededor de la primera vértebra cervical	Huincha
Perímetro Inferior	Alrededor de la séptima vértebra cervical o unión del cuello con el cuerpo.	Huincha
<b>DEL TORAX (cm)</b>		
Perímetro	Alrededor de la cavidad torácica, sobre la quinta vértebra torácica y el esternón detrás de la línea del codo.	Huincha
Ancho de pecho	Entre las dos articulaciones escapulohumorales	Huincha
Ancho de Cadera	Entre las tuberosidades coxales del ilion	Camélimetro
Ancho de Isquión	Entre las tuberosidades isquiática	Camélimetro
<b>DE TALLA (cm)</b>		
Altura Cruz	Entre las apófisis espinosas de la vértebras torácicas a la superficie del piso.	Camélimetro
Altura Grupa	Entre la espina sacra del primer segmento sacro a la superficie del piso.	Camélimetro
<b>OTRAS MEDIDAS (cm)</b>		
Longitud Dorsal	Entre la unión del cuello con el cuerpo hasta la primera vértebra coccígea	Huincha
Peso vivo (kg)		Balanza

Los datos fueron analizados usando el paquete estadístico del sistema software SAS (1998). Se establecieron promedios, desviación standard y coeficientes de variación para cada uno de los criterios estudiados. los promedios de medidas corporales, se ponderaron mediante el análisis de varianza según diseño randomizado con arreglo factorial 2 x 2 x 6 (sexo, tipo, edad) cuyo modelo lineal es el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + S_j + A_k + TS(ij) + TA(ik) + SA(ki) + TSA(ijk) + E_{ijk}$$

Las diferencias entre promedios se evaluaron por la prueba de Duncan. También se determinaron las correlaciones fenotípicas simples entre peso vivo y los parámetros estudiados. Finalmente, se desarrollaron ecuaciones de predicción para estimar el peso vivo para cada tipo, sexo y edad, en base a la selección de modelos siguiendo los procedimientos de R<sup>2</sup> máximo y regresión múltiple Stepwise(SAS, 1998).

## Resultados y Discusión

### Efecto del sexo

El peso vivo de las de las llamas fueron 82,2 y 78,8 kg para machos y hembras los cuales se aprecian en el (Cuadro, 2) donde los machos son superiores a las hembras sin diferencia significativa, estos resultados son similares a los reportados por (1, 4 y 13) y superiores a los reportados por (5 y 11). Las medidas de PSC, PT, AP; AC, AG y LD en los machos fueron superiores a las hembras (P = 0,05), Así mismo las medidas de ADC y AI en las hembras fueron superiores a los machos (P = 0,05), no encontrándose diferencia significativa en PIC y LDC, estos datos están dentro de los rangos reportados por (4, 5, 13 y 14) y superan los reportados por [13]. Estas diferencia bien marcadas entre sexos probablemente son debido al efecto ejercido por acción de las hormonas androgenicas tal como lo indica [14].

Cuadro. 2. Promedios y desviación estándar de las medidas biométricas en llamas machos y hembras

Sexo	MACHO	HEMBRA
Peso Vivo (PV) kg	82,2 ± 26,2 a	78,7 ± 36,9 a*
Largo de Cuello (LDC) cm	65,5 ± 12,4 a	64,6 ± 9,1 a
Perímetro Sup. Cuello (PSC) cm	33,7 ± 6,9 a	31,5 ± 4,0 b
Perímetro Inf. Cuello (PIC) cm	47,2 ± 7,4 a	47,6 ± 11,5 a
Perímetro Torácico (PT) cm	107,9 ± 16,1 a	102,3 ± 20,8 b
Ancho de Pecho (AP) cm	25,3 ± 3,9 b	24,6 ± 5,6 a
Altura Cruz (AC) cm	102,1 ± 11,1 b	99,1 ± 12,9 a
Altura Grupa (AG) cm	104,2 ± 10,1 b	101,2 ± 13,7 a
Ancho de Cadera (ADC) cm	23,5 ± 4,1 a	25,5 ± 3,4 b
Ancho de Isquión (AI) cm	16,2 ± 3,2 a	17,8 ± 3,1 b
Longitud Dorsal (LD) cm	76,2 ± 12,7 b	73,0 ± 5,3 a
Numero de Animales	382	159

\*Promedios en filas con letras desiguales son significativamente diferentes (P = 0,05) según la prueba de Duncan.

### Efecto tipo

En el cuadro 3 se observa los datos de las medidas corporales de los animales agrupados por tipo, puede apreciarse que las llamas Karas son mas pesadas en 8,2 % que los Chaccus siendo la diferencia significativa (P = 0,05), estos valores se encuentran dentro del rango reportados por [4 , 8 y 9] y mayores al de [5]. De igual manera PT, AC AG, ADC, LD son significativamente superiores (P = 005) en los Karas, tal como los reportados por [4 y 5] esta diferencia es atribuible a la naturaleza inherente de cada tipo, pues como describe [3] las llamas Karas tienen forma hiperométricas: es decir, tienen formas mas largas en la apariencia general (dolicomorfas) del tronco y extremidades, que el Chaccu; los que a su vez son breviformes y eumétricos, lo que concuerdan con lo manifestado por [9]; mientras que el LDC, PSC, PIC, AP y AI fueron similares en ambos tipos. Esta diferencia marcada en peso, talla, perímetro torácico, ancho de cadera y longitud de cuerpo de los Karas nos indica que este tipo tiene mayor capacidad en la producción de carne tal como lo indican [3, 7 y 8].

Cuadro 3. Promedios y desviación estándar de las medidas biométricas en llamas Chaccu y Kara.

Raza	Chaccu	Kara
Peso Vivo (PV) kg	79,5 ± 30,5 a	86,6 ± 29,3 b*
Largo de Cuello (LDC) cm	66,3 ± 11,5 a	66,9 ± 9,6 a
Perímetro Sup. Cuello (PSC) cm	32,1 ± 5,4 a	32,0 ± 4,5 a
Perímetro Inf. Cuello (PIC) cm	47,3 ± 9,6 a	47,1 ± 7,8 a
Perímetro Torácico (PT) cm	105,1 ± 18,4 a	108,2 ± 17,7 b
Ancho de Pecho (AP) cm	25,2 ± 4,7 a	25,1 ± 4,4 a
Altura a la Cruz (AC) cm	100,4 ± 13,2 a	102,4 ± 10,0 b
Altura a la Grupa (AG) cm	102,7 ± 12,4 a	104,3 ± 10,4 b
Ancho de Cadera (ADC) cm	24,7 ± 4,0 a	25,3 ± 3,5 b
Ancho de Isquión (AI) cm	17,2 ± 3,2 a	17,6 ± 2,9 a
Longitud Dorsal (LD) cm	74,7 ± 12,7 a	76,3 ± 11,4 b

Numero de Animales 304 237

\*Promedios en filas con letras desiguales son significativamente diferentes (P = 0.05) según la prueba de Duncan

#### Efecto edad.

En el Cuadro 4 observamos que el menor peso vivo lo tienen los animales de 1 año de edad con  $56,5 \pm 11,9$  kg incrementándose en forma lineal conforme avanza la edad con los máximos peso en animales de 6 años con  $96,7 \pm 17,2$  kg este incremento es sin diferencia significativa en animales de 2, 3, 4 y 5 años; los pesos vivos de las llamas de 1 a 6 años reportado por [13], de 1 a 7 años por [1] son iguales al presente trabajo y mayores a los reportados por [2] en animales de 1 a 8 años. El LDC se incrementa hasta los 4 años y con diferencia significativa (P = 0,05) hasta los 2 años. Tal como lo menciona [13]. Así mismo el PSC y PIC se incrementan hasta los 3 años en forma acelerada luego se estabiliza ó incrementa en forma lenta hasta los 6 años. De igual manera el PT se incrementa aceleradamente hasta los 4 años y lento hasta los 6 años y con diferencia significativa (P = 0,05) hasta los tres años, estos datos son similares a los reportados por [13]; el AP, AC, AG, ADC, AI y LD se incrementan aceleradamente hasta los 4 años pero con diferencia significativa hasta los 2 años luego el incremento no es significativo. Estos datos son similares a los reportados por [13], son inferiores a los de [11] para llamas de 1 a 4 años de edad y de [9] para llamas de 1 y 2 años

Cuadro. 4. Promedios y desviación estándar de las medidas biométricas en llamas de diferentes edades.

Edad	1 año	2 años	3 años	4 años	5 años	6 años
PV	56,5 ± 11,7 <sup>c</sup>	84,3 ± 13,4 <sup>b</sup>	84,9 ± 20,9 <sup>b</sup>	90,3 ± 18,9 <sup>b</sup>	94,3 ± 12,8 <sup>ba*</sup>	96,7 ± 17,2 <sup>a</sup>
LDC	61,4 ± 5,1 <sup>c</sup>	67,4 ± 5,3 <sup>b</sup>	68,4 ± 3,1 <sup>ab</sup>	69,1 ± 5,3 <sup>ab</sup>	69,6 ± 4,9 <sup>a</sup>	68,4 ± 4,2 <sup>ab</sup>
PSC	29,9 ± 2,7 <sup>b</sup>	32,2 ± 4,4 <sup>a</sup>	32,9 ± 4,5 <sup>a</sup>	32,9 ± 4,4 <sup>a</sup>	31,7 ± 2,9 <sup>a</sup>	33,3 ± 2,4 <sup>a</sup>
PIC	42,8 ± 6,7 <sup>b</sup>	47,7 ± 7,0 <sup>a</sup>	49,2 ± 7,2 <sup>a</sup>	48,8 ± 7,2 <sup>a</sup>	47,5 ± 5,9 <sup>a</sup>	49,4 ± 5,2 <sup>a</sup>
PT	94,5 ± 8,2 <sup>d</sup>	106,1 ± 10,9 <sup>c</sup>	108,5 ± 7,3 <sup>cb</sup>	110,5 ± 6,8 <sup>b</sup>	110,7 ± 5,3 <sup>cb</sup>	111,6 ± 7,7 <sup>a</sup>
AP	23,1 ± 2,7 <sup>c</sup>	25,7 ± 2,7 <sup>b</sup>	24,9 ± 3,1 <sup>b</sup>	25,3 ± 3,8 <sup>b</sup>	24,5 ± 2,8 <sup>b</sup>	26,9 ± 3,5 <sup>a</sup>
AC	94,6 ± 5,3 <sup>b</sup>	102,3 ± 4,5 <sup>a</sup>	102,6 ± 13,5 <sup>a</sup>	104,3 ± 8,8 <sup>a</sup>	104,6 ± 3,9 <sup>a</sup>	104,2 ± 4,1 <sup>a</sup>
AG	96,8 ± 5,3 <sup>c</sup>	104,5 ± 4,6 <sup>b</sup>	105,9 ± 4,4 <sup>ab</sup>	106,9 ± 5,0 <sup>a</sup>	106,3 ± 4,6 <sup>ab</sup>	105,7 ± 4,1 <sup>ab</sup>
ADC	22,6 ± 1,7 <sup>e</sup>	24,9 ± 1,6 <sup>d</sup>	25,3 ± 1,4 <sup>cd</sup>	26,0 ± 1,2 <sup>ab</sup>	25,7 ± 1,2 <sup>cb</sup>	26,5 ± 1,5 <sup>a</sup>
AI	15,1 ± 1,5 <sup>d</sup>	17,5 ± 1,4 <sup>c</sup>	17,7 ± 1,5 <sup>c</sup>	18,2 ± 1,3 <sup>b</sup>	18,0 ± 1,2 <sup>cb</sup>	18,8 ± 1,3 <sup>a</sup>
LD	66,2 ± 6,4 <sup>c</sup>	76,2 ± 6,3 <sup>b</sup>	76,3 ± 4,9 <sup>b</sup>	80,4 ± 6,5 <sup>a</sup>	79,1 ± 4,3 <sup>a</sup>	79,9 ± 4,2 <sup>a</sup>
N <sup>a</sup>	110	94	51	53	41	33

\*Promedios en filas con letras desiguales son significativamente diferentes (P = 0.05) según la prueba de Duncan

#### Correlaciones fenotípicas

En el cuadro 5 pueden observarse las correlaciones fenotípicas entre peso vivo y medidas corporales usadas para desarrollar ecuaciones de predicción; sobre el conjunto de todos los animales los coeficientes de correlación

obtenidos entre el peso vivo y las medidas biométricas fueron altos en general (P= 0,001). Las medidas que mostraron mas alta correlación y mayor significación estadística fue el perímetro torácico, le sigue longitud dorsal, ancho de cadera, ancho de isquiún y altura a la grupa, resultados que coinciden con los de (12) en alpacas, (11) en llamas y (10) en vacunos criollos presentando valores parecidos pero de una heterogeneidad bien manifiesta.

Cuadro. 5 Correlaciones del peso vivo con medidas biométricas en llamas

Variables	r	Sig.
Peso vivo/ Largo de cuello	,576	++
Peso vivo / P. Superior del cuello	,643	++
Peso vivo / P. Inferior del cuello	,626	++
Peso vivo / P. Torácico	,844	++
Peso vivo / Ancho de pecho	,618	++
Peso vivo / Altura a la cruz	,617	++
Peso vivo / Altura a la grupa	,744	++
Peso vivo / Ancho de cadera	,768	++
Peso vivo / Ancho de Isquiún	,753	++
Peso vivo / Longitud dorsal	,769	++

++ = (P = 0,001)

*Ecuaciones de predicción para peso vivo*

Las ecuaciones de predicción para las variables dependientes de peso vivo para el conjunto de animales, son dadas en el cuadro 6, allí como en todos los cuadros posteriores, se puede observar los valores de los interceptos (a), los coeficientes de regresión parcial de las variables independientes (b), los errores standares (ES), asimismo los coeficientes de determinación múltiple (R<sup>2</sup>). La técnica de R<sup>2</sup> máximo y regresión de Stepwise utilizadas en este estudio seleccionaron los modelos de 1 a 6 variables independientes que maximizan los coeficientes de determinación múltiple. (Cuadro 6).

Cuadro. 6. Ecuaciones para predecir peso vivo en llamas de cualquier edad, sexo y tipo

Nº	Variables	Valor a	Valor b	ES	R <sup>2</sup>	Sig.
1	PT	92,63	1,63	0,05	0,71	< ,01
2	PT	-108,62	1,16	0,07	0,77	< ,01
	LD		0,87	0,09		< ,01
3	PSC	-120,07	1,17	0,15	0,80	< ,01
	PT		0,98	0,07		< ,01
	LD		0,77	0,08		< ,01
4	PSC	-152,12	1,21	0,14	0,81	< ,01
	PT		0,85	0,07		< ,01
	AG		0,61	0,12		< ,01
	LD		0,54	0,09		< ,01
5	PSC	-158,01	1,02	0,15	0,82	< ,01
	PT		0,73	0,07		< ,01
	AP		0,87	0,18		< ,01
	AG		0,65	0,11		< ,01
	LD		0,52	0,09		< ,01
6	PSC	-156,99	1,07	0,14	0,83	< ,01
	PT		0,63	0,07		< ,01
	AP		0,79	0,18		< ,01
	AG		0,60	0,11		< ,01
	AI		1,35	0,38		< ,01
	LD		0,42	0,09		< ,01

El modelo que incluye las 6 variables de medidas corporales, produjo un R<sup>2</sup> de 0.83 siendo todas las variables altamente significativas. El modelo de 2 variables que considera el PT y LD (P = 0,01) produjo un R<sup>2</sup> de 0,77 la adición de PSC, AP, AG y AI no logro producir un notable incremento de R<sup>2</sup>. La ecuación que produjo el valor de R<sup>2</sup> más alto (0,83) con regresiones parciales altamente significativas para predecir el peso vivo fue el modelo de seis variables: PV(kg) = - 156,99 + 0,63 PT + 1,07 PSC + 0,79 AP + 0,60 AG + 1,35 AI + 0,42 LD, que permitirá predecir con mayor exactitud el PV en llamas de cualquier edad, sexo y tipo. El conocimiento de estas

medidas facilitarían el manejo, selección, operaciones de compra y venta de ganado, etc. En condiciones de campo y donde no existen balanzas apropiadas, tal como lo señala [10]. Sin embargo, la ecuación de predicción de PV que ofrece un método más práctico por la facilidad en la toma de las medidas, en llamas de distintos tipos, sexo y edad es el modelo de regresión de tres variables ( $R^2 = 0,80$ ):

$$PV \text{ (kg)} = -120,07 + 0,98 PT + 1,17 PSC + 0,77 LD.$$

Cuadro. 7. Ecuaciones para predecir peso vivo en llamas del tipo Chaccu.

Nº	VARIABLES	Valor a	Valor b	ES	R <sup>2</sup>	Sig.
1	PT	-125,73	1,95	0,06	0,83	< ,01
2	PT	-129,31	1,59	0,08	0,85	< ,01
	LD		0,54	0,10		< ,01
3	PT	-133,57	1,43	0,09	0,86	< ,01
	LD		0,50	0,09		< ,01
	PSC		0,76	0,16		< ,01
4	PT	-146,28	1,34	0,10	0,86	< ,01
	LD		0,42	0,11		< ,01
	PSC		0,80	0,16		< ,01
	AG		0,26	0,13		< ,01

A fin de validar los resultados encontrados en este estudio se tomó al azar una muestra adicional de 50 llamas de diferentes edades, sexo y tipo, las cuales fueron sometidas al mismo procedimiento experimental que los 541 animales utilizados originalmente luego de calcular los pesos vivos predichos para las llamas individualmente; en esta muestra adicional usando el modelo de predicción de tres variables, se encontró que las variables peso vivo estimado y peso vivo real estaban altamente correlacionados ( $r = 0,96$ ) además la prueba de t no detectó diferencias estadísticas ( $P = 0,05$ ) entre ambos valores. Esta alta relación y la falta de significación en la prueba de t sugieren firmemente que las ecuaciones encontradas en este estudio son útiles para predecir el peso vivo.

En los cuadros 7, 8, 9 y 10 se completa la información concerniente a las ecuaciones de predicción de peso vivo en llamas Chaccus, Kara, Machos y Hembras respectivamente, presentándose los modelos de hasta un máximo de cuatro variables independientes por razones prácticas, desechándose las restantes en casos de existir.

Cuadro. 8. Ecuaciones para predecir peso vivo en llamas de tipo Kara.

Nº	VARIABLES	Valor a	Valor b	ES	R <sup>2</sup>	Sig.
1	PT	-159,66	2,26	0,08	0,76	< ,01
2	PT	-160,68	1,81	0,09	0,82	< ,01
	PSC		1,55	0,19		< ,01
3	PT	-190,73	1,74	0,09	0,82	< ,01
	PSC		1,49	0,19		< ,01
	AI		0,37	0,12		< ,01
4	PT	-189,79	1,57	0,11	0,83	< ,01
	PSC		1,39	0,19		< ,01
	AI		0,43	0,12		< ,01
	AP		0,58	0,21		< ,01

En todos estos cuadros se nota que el coeficiente de determinación ( $R^2$ ) fluctúa de 0,83 hasta 0,86 en ecuaciones de 1 a 4 variables en llamas Chaccu; desde 0,76 hasta 0,83 con 1 a 4 variables en llamas Kara; desde 0,65 hasta 0,79 con 1 a 4 variables en llamas hembras y desde 0,84 hasta 0,87 con 1 a 4 variables en llamas machos. Todas las regresiones parciales fueron estadísticamente significativas ( $P = 0,01$ ).

Cuadro. 9. Ecuaciones para predecir peso vivo en llamas Hembras

Nº	VARIABLES	Valor a	Valor b	ES	R <sup>2</sup>	Sig.
1	ADC	-109,44	7,47	0,33	0,65	< ,01
2	ADC	-112,99	4,32	0,45	0,73	< ,01
	PT		0,78	0,08		< ,01
3	ADC	-115,63	2,83	0,47	0,77	< ,01
	PT		0,66	0,08		< ,01
	LD		0,70	0,10		< ,01
4	ADC	-122,28	2,53	0,46	0,79	< ,01
	PT		0,56	0,08		< ,01
	LD		0,73	0,09		< ,01
	AP		0,94	0,17		< ,01

Los valores mas altos R<sup>2</sup> se registraron para las llamas machos (cuadro 10) demostrando una mejor asociación de las variables incluidas en el modelo con el peso vivo. Por otro lado los valores mas bajos fueron revelados por las llamas hembras (cuadro 9) también se hace evidente la inclusión del PT y LD en casi toda las ecuaciones de predicción, el ADC en llamas hembras, PSC y AI en las llamas Karas y machos siendo nulo el valor de predicción de LDC, PIC y AC que no se encuentran en ninguno de los modelos desarrollados, reflejando, su escasa contribución en la variación de peso vivo.

Cuadro. 10. Ecuaciones para predecir peso vivo en llamas Machos

Nº	VARIABLES	Valor a	Valor b	ES	R <sup>2</sup>	Sig.
1	PT	-126,07	1,99	0,08	0,84	< ,01
2	PT	-131,94	1,39	0,16	0,86	< ,01
	AI		4,17	0,97		< ,01
3	PT	-131,53	1,17	0,18	0,87	< ,01
	AI		3,75	0,96		< ,01
	PSC		0,85	0,35		< ,01
4	PT	-165,25	0,89	0,21	0,87	< ,01
	AI		2,68	1,03		< ,01
	PSC		1,01	0,35		< ,01
	AG		0,73	0,28		< ,01

Aquí también se evaluó los resultados encontrados y se tomo al azar 40 Chaccus de ambos sexos, se encontró una correlación alta de 0.96 entre pesos estimados y los pesos observados y ausencia de significación estadística (P= 0.,5) según la prueba de t, lo que indicaría la eficiencia para la predicción que tienen estos modelos.

## Conclusión

- ? Las llamas machos son superiores a las hembras en el peso vivo, en las medidas biométricas siguientes: PSC, PT, AP, AC, AG y LD; y la hembras superiores a los machos en las medidas ADC y AI.
- ? Las llamas Karas son superiores a los Chaccus en 8,2 % de peso vivo, en las medidas biométricas siguientes: PT, AC, AG, ADC, LD; y fueron similares en LDC, PSC, PIC, AP y AI.
- ? El peso vivo y las medidas biométricas de LDC, PT, AP, AC, AG, ADC, AI y LD se incrementan aceleradamente hasta los 4 años después el incremento se estabiliza o es lento hasta los 6 años.
- ? Los coeficientes de correlación resultaron altos, positivos y significativos (P = 0.001) entre el peso vivo y las medidas biométricas con alta correlación en orden de importancia fueron: PT, LD, ADC, AI y AG.
- ? El PT y LD fueron las variables más importantes en casi todas las ecuaciones de predicción del peso vivo, el ADC en llamas hembras, PSC y AI en llamas Karas y machos. En cambio siendo nulo el valor de predicción de LDC, PIC y AC que no se encuentra en ninguno de los modelos.
- ? El peso vivo de las llamas se puede estimar con cierta precisión utilizando la regresión múltiple de Stepwise, con la ecuación de:  $PV(kg) = -120,07 + 0,98 PT + 1,17 PSC + 0,77 LD$ .

## Bibliografía

1. Atencio, D. 1978. Peso vivo, longitud, altura del cuerpo, de algunos órganos internos y sus relaciones en llamas. Tesis MVZ. UNA, Puno. Perú.
2. Bustinza, V. y Sucapuca, V. 1987. La crianza de llamas en la sierra. Puno, Perú.
3. Cardozo, A. 1995. Tipificación de las llamas Karas y Tampullis. In: Waira Pampa, Un sistema Pastoril Camélido Ovino del Altiplano Boliviano. ORSTOM, CONPC. IBTA, Bolivia.
4. Cardozo, A. y Choque, F. 1990 Comparación de 5 caracteres en llamas K'aras y T'ampullis. En reunión de ABOPA. La Paz, Bolivia. Pp. 3-6.
5. Coaquira, H. y Machaca, V. 2000. Biometría, peso vivo y algunas características físicas de la fibra en llamas Kára y Chácu de Puna Húmeda y Seca de la región Puno. Tesis MVZ. UNA, Puno. Perú.
6. Estrada, A. 1983. Zoometría y algunas correlaciones en llamas. Tesis, Ing. Zoot. Kayra, UNSAAC. Cusco. Perú.
7. Franco, E., Garcia, W. y Pezo, C. 1998. Manual de crianza de llamas. Pub. Tec. FMV. N° 33.
8. Garcia, W. 1988. Estudio de la productividad de un núcleo de reproductores llamas de la puna húmeda del Perú. XXI APPA- Puno, Perú.
9. Maquera, F. 1991. Caracterización y Persistencia Fenotípica en llamas Karas y Lanudas del Centro Experimental La Raya Puno. Tesis Para Optar el Grado de Magíster Scientiae en Producción Animal. Lima, Perú.
10. Román N. 1992. Modelos de Predicción de Peso y Rendimiento del Ganado Criollo en Vacunos de la Sierra Central. Tesis Para Optar el Grado de Magíster Scientiae en Producción Animal. Lima, Perú.
11. Morales, R. 1996. Caracterización Zoométrica de las Llamas (*Lama glama*) en la Prov. Sud Carangas. Tesis. Ing. Agronomo. UTO. Oruro. Bolivia.
12. Romero, N. 1989. Estudio Biométrico y Calculos de Correlación en Alpacas Huacayas. Tesis MVZ. UNTA, Puno. Perú.
13. Paca, E. 1977. Biometría de la llama en Comunidades de Santa Rosa de Juli. . Tesis MVZ. UNTA, Puno. Perú.
14. Sorensen, M. 1982. Reproducción animal Principios y Prácticos. Mc Graw Hill. México.

## EFFECTO DEL NIVEL DE RESTRICCIÓN ALIMENTICIA SOBRE EL CRECIMIENTO COMPENSATORIO EN LLAMAS HEMBRAS Y MACHOS.

Olazábal J, San Martín F, Franco F.

Facultad Medicina Veterinaria- UNMSM  
[jolazabal4@yahoo.com](mailto:jolazabal4@yahoo.com)

## Resumen

El estudio evaluó en llamas, hembras y machos, el efecto de la restricción alimenticia (RA) sobre el crecimiento compensatorio (CC). Para ello se utilizaron 42 llamas de siete meses de edad pastoreando una asociación de *rye grass* y trébol blanco. Los datos fueron analizados con un diseño factorial 2x2 (restricción alimenticia y sexo). El periodo experimental constó de dos fases: la fase I de RA con una duración de 113 d y la fase II de CC de 108 d. Durante la fase I un grupo de animales fue sometido a pastoreo restringido, las llamas machos de ese grupo obtuvieron una ganancia diaria de peso (GDP) de 17 g (T1) y las llamas hembras (T2) de 11 g. Otro grupo fue sometido a un pastoreo de 24 horas diarias, con el cual las llamas machos (T3) obtuvieron una GDP de 92 g y las llamas hembras (T4) de 136 g. Durante la fase II todos los grupos fueron sometidos a un pastoreo de las 24 h diarias. No se encontraron diferencias ( $p > 0.05$ ) entre los factores sexo e interacción, sexo y RA. En la fase II la GDP promedio fue mayor ( $p < 0.01$ ) en los animales del T1 (155 g) y del T2 (146 g) con respecto a los animales del T3 (100 g) y del T4 (103 g). Se concluye que las llamas, sin diferencias entre sexo, responden positivamente al estrés de la RA a través del CC.

## Introducción

De todas las familias en la región andina sudamericana que poseen alguna especie de Camélidos Sudamericanos, el 65.2% está ubicado en el Perú (1); siendo la crianza de tipo artesanal principalmente. El aporte productivo de la llama al sistema económico es principalmente como carne que proviene de la saca de animales adultos; con el problema de una alta prevalencia de Sarcocystiosis macroscópica (alrededor de 90%) lo cual desmerece su calidad y aceptación en el mercado, teniendo una baja productividad en la producción de carne.

La información generada en otros ruminantes manifiesta que los animales que han sido sometidos a un periodo de subalimentación y en los cuales se ha producido un retraso en el crecimiento, muestran un crecimiento compensatorio (CC) durante periodos posteriores de realimentación. Estos animales crecen a un ritmo superior al de otros animales de edad y peso similares que no fueron restringidos cuando disponían de alimentos en cantidades abundantes (2,3); este fenómeno es largamente conocido y está bien documentado en la literatura.

El CC es muy importante en los establecimientos productivos que dependen del pastoreo como soporte de la producción (4). Económicamente esta característica permite planificar el máximo uso del pasto economizando en alimentación suplementaria durante periodos en los que el alimento natural suple este déficit especialmente en zonas donde los periodos secos y de lluvia alternan; teniendo gran potencial económico en vacunos y ovinos (5). Para que sean económicamente atractivos, dichos animales deben alcanzar el peso normal de acuerdo a su edad antes de comercializarlos y/o mostrar eficiencia mejorada de crecimiento y/o exhibir características superiores una vez muertos.

El objetivo de este estudio será medir el efecto del sexo y el crecimiento restringido sobre el crecimiento compensatorio de llamas en términos de ganancia de peso e índice de recuperación.

## Materiales y Métodos

### Ubicación del Estudio

El estudio se realizó en el C.I.IVITA – Maranganí, localizado a 3700 msnm, en el distrito de Maranganí, Provincia de Canchis, Departamento de Cusco.

### Animales y tratamientos

Se emplearon 42 llamas de siete meses de edad pastoreando una asociación de *rye grass* y trébol blanco; que fueron desparasitadas interna y externamente antes de iniciar el experimento.

El periodo experimental constó de dos fases: la fase I de restricción alimenticia con una duración de 113 d y la fase II de crecimiento compensatorio de 108 d. Durante la fase I un grupo de animales fue sometido a pastoreo restringido, las llamas machos de ese grupo obtuvieron una ganancia diaria de peso (GDP) de 17 g (T1) y las llamas hembras (T2) de 11 g. Otro grupo fue sometido a un pastoreo de 24 horas diarias: las llamas machos (T3) obtuvieron una GDP de 92 g y las llamas hembras (T4) de 136 g. El peso vivo se registró cada 30 días. Durante la fase II todos los grupos fueron sometidos a un pastoreo durante las 24 h.

### Análisis de datos

Los datos sobre ganancia de peso fueron sometidos a un arreglo factorial  $2 \times 2$ . El primer factor fue la ganancia de peso durante la primera fase y el segundo el sexo (hembra y macho). La ganancia de peso vivo se analizó a través de un análisis de varianza y el índice de recuperación fue calculado usando la fórmula propuesta por Wilson y Osbourn (1960), mencionado por Hornick et al (2000):

$$IR = \frac{(Pc - Pcom) - (Wc - Wcomp)}{(Pc - Pcom)}$$

Donde:

IR: Índice de recuperación.

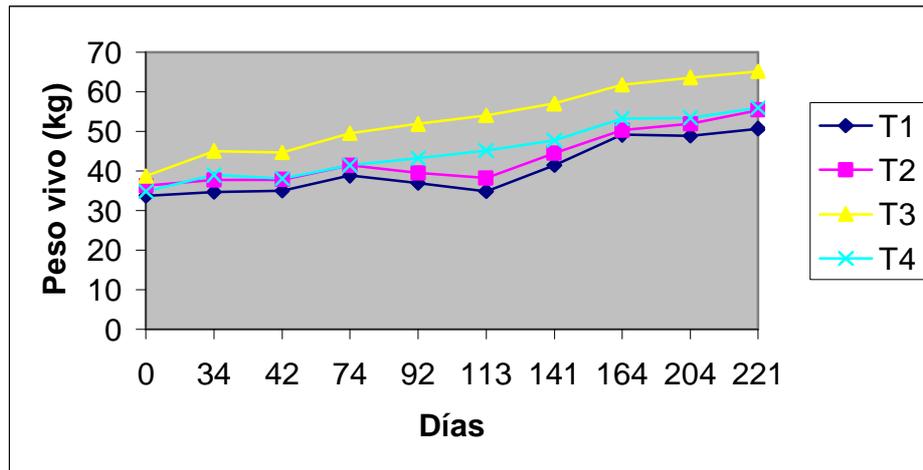
Pc-Pcom: Peso promedio al inicio del período de compensación del tratamiento sin restricción y peso promedio al inicio del periodo de compensación del tratamiento con diferente nivel de restricción.

Wc-Wcomp: Peso promedio al final del período de compensación del tratamiento sin restricción y peso promedio al final del periodo de compensación del tratamiento con diferente nivel de restricción.

## Resultados

El patrón de crecimiento de las llamas de los diferentes tratamientos se muestra en la Figura 1. Los pesos promedios de cada tratamiento al inicio y al final de la fase de restricción y al final de la fase de compensación se muestran en el Cuadro 1. El patrón de crecimiento fue diferente durante la fase de restricción reflejo del tiempo de pastoreo así, los animales del T1, T2, T3 y T4 ganaron 5.3, 3.6, 29.67 y 39.59 %, respectivamente, de su peso inicial durante esta fase.

Figura 1. Crecimiento de las llamas de los diferentes tratamientos (Peso promedio)



La ganancia de peso diario y los índices de recuperación durante la fase de compensación se muestran en el Cuadro 2. La ganancia de peso fue mayor ( $T < 0.05$ ) en los animales con crecimiento restringido (T1 y T2); no encontrándose diferencias ( $P > 0.05$ ) entre sexos. Así mismo, los índices de compensación fueron de 92% y 24%, para T1 y T2, respectivamente.

Cuadro 1. Peso vivo promedio al inicio y final de la fase de restricción y final de la fase de compensación (kg).

	T1	T2	T3	T4
Inicio fase restricción	36.0±5	33.7±5	34.8±7	38.7±8
Fin fase restricción	38.2±6	34.9±6	45.2±4	54.0±8
Fin fase compensación	55.4±8	50.71±4	56.0±12	65.2±9

Los resultados obtenidos muestran que los animales crecimiento restringido (pastoreo restringido) durante la fase de restricción crecen a un ritmo superior durante la fase de compensación en comparación con los animales con mayor crecimiento (en pastoreo continuo), expresando el fenómeno de crecimiento compensatorio (CC) tal como es reportado en otras especies domesticas ?3,6?. La igual ganancia de peso en ambos sexos podría ser explicada por la edad de los animales ( 7meses al inicio del experimento) a esta edad no se muestran diferencias hormonales entre machos y hembras, ya que si tomamos las adherencias pene prepuciales como un indicador de la producción de testosterona, estas recién desaparecen cuando el macho alcanza un peso promedio de 70,1±11.9 Kg y la edad promedio de 21,5±6.6 meses (9-31 meses) en llamas ??.

Cuadro 2. Ganancia de peso (g/día) e índice de recuperación (%).

	T1	T2	T3	T4
Ganancia de peso	155±27 <sup>b</sup>	146±38 <sup>b</sup>	100±47 <sup>a</sup>	103±45 <sup>a</sup>
Índice de recuperación	92	24		

Letras diferentes en fila indican diferencia estadística ( $P > 0.05$ )

Para el índice de compensación existió una respuesta diferenciada debido al sexo; observándose que sólo los animales del T1, mostraron una compensación completa (92%), durante el tiempo que duro la compensación,

mientras los animales del T2, durante la fase compensatoria, mostraron una compensación más pequeña (24%), necesitando probablemente más tiempo para recuperar el peso durante la fase de restricción. Los grados de compensación hallados han sido reportados previamente por diversos autores; así, la compensación completa observada en T1 ha sido reportada en ovinos. Al respecto, se menciona que la compensación parcial es raramente observada pero suele manifestarse cuando la restricción de nutrientes se realiza a una edad muy temprana (8,9) y que generalmente la compensación es mejor cuando la duración de la fase de restricción es corta y no demasiado severa. Así también, algunas fallas en la respuesta se pueden deber a la severidad de la restricción y/o a la calidad de la dieta utilizada durante la fase de compensación (10,11).

## Bibliografía

- 1) Taller Regional De La Fao Sobre Fomento Del Dialogo Sobre Politicas De Apoyo A Una Ganaderia Equitativa, Segura Y Sana MEMORIAS 26-28 de marzo del 2001 Santiago, Chile.
- 2) Hornick, J.L., C. Van Eenae, O. Gérard, I. Dufresne, L. Istasse 2000 Mechanisms of reduced compensatory growth. Domestic Animal Endocrinology 19 (121-132) Elsevier Science Inc.
- 3) Owens, F.N., P. Dubeski and C.F. Hanson 1993 Factors that alter the growth and development of ruminants. J. Anim Sci 71: 3138-3150.
- 4) Drew k. R. And Reid J.T. 1975 Compensatory growth in immature sheep. 1The effects of weight and realimentation on the whole body composition. Journal of Agricultural Science (Cambridge) 85:193-204.
- 5) Lawrence T.L.J. and V.R. Fowler 2002 Growth of farm animals 2 nd edition CAB International.
- 6) Benschop, D. 2000. Compensatory growth in ruminants – An overview. <http://www.aps.uoguelph.ca/%7Ecantj/ans626ch1.pdf>
- 7) Sumar, J. V. Alarcón y T. Huanca 1988. Pubertad en la llama macho. Mem. XI Congreso Panamericano de Ciencias Veterinarias. Lima, Perú P.62
- 8) Morgan, J.H.L. 1972. Effect of plane of nutrition in early life on subsequent live-weight gain, carcass and muscle characteristics and eating quality of meat in cattle. J. Agri. Sci. (Camb). 78:417-423.
- 9) Tudor, G.D. and P.K. O'Rourke. 1980. The effect of pre and post-natal nutrition on the growth of beef cattle. II. The effect of severe restriction in early post-natal life on growth and feed efficiency during recovery. Aust. J. Agric. Res. 31:179-189.
- 10) Ryan, W.J., I.H. Williams and R.J. Moir. 1993. Compensatory growth in sheep and cattle. I Growth pattern and feed intake. Aust. J. Agric. Res. 44:1609-1621.
- 11) Doyle and Lesson 1996. Compensatory growth in farm animals: Factors influencing response. Department of Animal and Poultry Science, University of Guelph. Guelph, Ontario, Canada. N1G2W1. <http://www.novusint.com/public/library/TechPaper.asp?Id=1>

## AJUSTE DE LA TÉCNICA DE DETERMINACIÓN DE NOTA DE CONDICIÓN CORPORAL (NCC) EN LLAMAS (*Lama glama*)

Rigalt, F., Ferrando C., Pivotto R., Krapp, C.\*, Gómez, R.

INTA Centro Regional Catamarca- La Rioja, Argentina - CC 25 4700 Catamarca, Argentina

\*Secretaría de Turismo. Provincia de Catamarca - Av. Virgen del Valle y Mota Botello, 4700 Catamarca

## Resumen

La Nota de Condición Corporal (NCC) es mejor indicador que el peso del animal para el manejo nutricional y reproductivo en caprinos, ovinos y otras especies animales. Esta técnica permite que cualquier operario con un mínimo aprendizaje pueda aplicarla. Es una técnica simple de bajo costo que no requiere equipamiento. En la actualidad no se cuenta con información referida a la aplicación de esta técnica en llamas (*Lama glama*). El objetivo del presente trabajo fue 1) determinar la zona anatómica más apropiada para realizar la NCC en llamas y 2) evaluar el efecto del observador sobre la aplicación de la misma. Se utilizaron 18 llamas adultas de ambos sexos, manejadas

en un sistema de pastoreo extensivo. La escala de NCC fue de 1 a 5, similar a la usada en ovinos y caprinos. Se analizaron datos de NCC obtenidos mensualmente durante dos años. En la primera evaluación mensual se realizaron palpaciones en las zonas lumbar, pelviana, esternón, base del cuello y base de la cola, determinándose las dos primeras (zonas lumbar y pelviana) como las más apropiadas. Posteriormente, sólo se realizaron las evaluaciones en las zonas lumbar y pelviana. Para evaluar el efecto del observador se utilizaron los registros de NCC mensuales de los 18 animales, realizados por 3 observadores (417 datos). Simultáneamente se realizaron mediciones individuales de perímetro torácico (PT) y de peso vivo (PV). Mediante coeficiente de correlación ( $r$ ) se evaluó el grado de asociación entre NCC de los 3 observadores. El mismo análisis se efectuó entre NCC, PT y PV. Los valores de NCC mínimos y máximos obtenidos fueron de 2,2 y 3,5 respectivamente, coincidentes entre los 3 observadores. Los valores medios de NCC de cada observador fueron: Observador A = 3,014, Observador B = 3,022 y Observador C = 3,011. Los valores de  $r$  entre observadores fueron: A– B = 0,92; A– C = 0,86; B–C = 0,85. Los valores de  $r$  entre PV-NCC ( $n=127$ ), PV-PT ( $n=272$ ) y NCC-PT ( $n=144$ ) fueron de 0,22, 0,88 y 0,12, respectivamente. Los resultados indican que: 1) es factible la aplicación de esta técnica como indicador del estado nutricional en llamas, 2) las zonas anatómicas de aplicación más apropiada serían la lumbar y pelviana, 3) la NCC es altamente consistente entre observadores, lo que permite su aplicación con un mínimo aprendizaje. Sin embargo, estudios comparativos de reservas corporales mediante el método de sacrificio y NCC son necesarios previo a su difusión masiva.

Palabras clave: Llamas, nota condición corporal, estado nutricional.

## Introducción

La Provincia de Catamarca, Argentina, posee alrededor de 25000 llamas en la región de Puna y Valles Áridos del oeste. Otros ambientes como los pastizales de altura (1800 m.s.n.m.) de la Sierra de Ancasti, podrían destinarse a la producción de llamas. La evaluación del estado nutricional de los animales en diferentes momentos del año es un elemento fundamental en el manejo de sistemas de cría extensivos. La Nota de Condición Corporal (NCC) es actualmente utilizada como indicador del estado nutricional en ovinos, caprinos y bovinos [1]. La NCC es una técnica simple, de bajo costo, que no requiere equipamiento y es fácil de aplicar por cualquier operario con mínimo entrenamiento. Evaluaciones comparativas entre NCC y peso vivo, realizadas en ovinos, caprinos y bovinos, demostraron que NCC es mejor indicador que el peso del animal para el manejo nutricional y reproductivo [2]. No hay información disponible de la aplicación de NCC en Llamas. El trabajo se basó en la hipótesis y/o posibilidad de aplicar la NCC en llamas.

Considerando lo anteriormente mencionado, los objetivos del presente trabajo fueron: 1) determinar la zona anatómica más apropiada para realizar la NCC en llamas y 2) evaluar el efecto del observador sobre la aplicación de la misma. Se realizó el estudio, buscando indicadores que reflejaran mejor el estado nutricional de los animales.

## Material y Métodos

El trabajo se condujo en la Sierra de Ancasti, 28°29' lat. S, 65°34' long. W, Catamarca, Argentina. De clima semiárido, con precipitaciones estivales de 500 a 600 mm. anuales, concentradas de diciembre a marzo y vegetación de pastizales de altura a 1800 m.s.n.m..

Se utilizaron 18 llamas adultas de ambos sexos, manejadas en un sistema de pastoreo extensivo. La escala de NCC utilizada fue de 1 a 5, similar a la usada en ovinos y caprinos (Morand-Fehr, 1987). Las evaluaciones se realizaron durante dos años en 8 épocas diferentes.

En la primera evaluación se realizaron palpaciones en las zonas: lumbar, pelviana, esternón, base del cuello y base de la cola, determinándose las dos primeras (zonas lumbar y pelviana) como las más apropiadas, donde se detectaban mayores diferencias de estado nutricional por palpación. Posteriormente, solo se realizaron las evaluaciones en las zonas lumbar y pelviana. Para evaluar el efecto del observador se analizaron los registros de NCC mensuales de los 18 animales realizados por tres observadores (417 datos). Cada observador anotó sus registros sin mencionar la NCC tomada, para no influenciar a los otros observadores. Simultáneamente se realizaron evaluaciones individuales de perímetro torácico (PT) con cinta métrica y de peso vivo (PV) con báscula.

Mediante coeficiente de correlación ( $r$ ) se evaluó el grado de asociación entre las NCC de los 3 observadores. El mismo análisis se efectuó entre NCC, PT y PV.

## Resultados y Discusión

Las zonas lumbar y pelviana fueron seleccionadas por los 3 observadores como el sector donde se detectan mayores diferencias al tacto comparadas con el esternón, base del cuello y base de la cola.

Los valores de NCC mínimos y máximos del obtenidos del total de observaciones (417) fueron de 2,2 y 3,5 respectivamente, coincidentes entre los tres observadores. Los valores medios de NCC del total de observaciones (139) de cada observador fueron: Observador A = 3,014, DT 0,199 Observador B = 3,022 DT 0,213 y Observador C = 3,011 DT 0,212. Los valores del coeficiente de correlación entre observadores fueron: Observador A– Observador B = 0,92; Observador A–Observador C = 0,86; Observador B–Observador C = 0,85. Los cuartiles inferiores coinciden en 2,90 para los 3 observadores. Los cuartiles superiores coinciden en 3,20 para los 3 observadores. El rango entre cuartiles coincide en 0,30 para los tres observadores.

Sin embargo, cuando se analizó la correlación entre observadores para una misma fecha se encontró que el valor del coeficiente de correlación se incrementó de 0,7- 0,8 en la primera a 0,92 – 0,95 en la última, lo que indicaría que el criterio entre observadores se fue ajustando con el aprendizaje.

Los valores del coeficiente de correlación PV-NCC (n=127), PV-PT (n =272) y NCC-PT (n=144) fueron de 0,22, 0,88 y 0,12, respectivamente. Lo anterior indica una muy baja asociación entre NCC y las otras 2 variables. Es decir que el peso de una llama adulta tomado puntualmente de un rebaño, no nos dice nada de su estado corporal. Tampoco el PT es un buen indicador del estado nutricional. El PT sería un buen indicador de PV en llamas adultas.

No hay diferencias de criterios entre los observadores A, B y C. ya que coinciden en los valores mínimos y máximos y prácticamente no existen diferencias entre los valores medios de cada uno. Variaciones de 0,1 entre observadores son aceptables en la toma de NCC. En cuanto a criterios entre observadores esta técnica puede ser aplicada en llamas, el ajuste definitivo para correlacionar NCC con reservas grasas corporales debe realizarse con el método de sacrificio.

## Conclusiones

Los resultados en el presente estudio indican que:

- 1) La NCC como indicador del estado nutricional en llamas es de fácil aplicación con un mínimo aprendizaje.
- 2) Las zonas anatómicas de aplicación o palpación más apropiadas serían la lumbar y pelviana.
- 3) La NCC es altamente consistente entre observadores, lo que permitiría generalizar su aplicación. Sin embargo, estudios comparativos entre reservas corporales mediante el método de sacrificio y NCC son necesarios previo a su difusión masiva.
- 4) Para fines prácticos de manejo nutricional y/o reproductivo y para trabajos de experimentación e investigación, se recomendaría la técnica de determinación de la NCC, con un aprendizaje, para ser aplicada en llamas.

## Bibliografía

1. Purroy, A., Boquier, F., Gibon, A. 1987. Methoded d´ estimation de l´etat corporel chez la brevis. Simposio Fonte Boa. Portugal. 23-25 sep./87.
2. Santucci, P. 1984. Essai de mise au point d´ une methode d´ estimation de l´ etat d´ engraissement des chevres corse. Seminario FAO, Grangeneuve, Suiza. 16-18 oct/84.
- Herd, D.B. and Sprott, L.R. 1986. Body condition, nutrition and reproduction of beef cows. Texas Agric. Ext. Serv. Bull B.1526, 11p
- INTA Mercedes. 1995. Condición corporal y eficiencia reproductiva en ovinos del centro sur de la provincia de Corrientes. Cuadernillo de divulgación. Argentina.
- INTA Bariloche. 2000. Manejo nutricional de la oveja de cría. En Actualización en reproducción ovina. Estación Experimental Agropecuaria – INTA Bariloche. Bariloche, Argentina.
- INTA Bariloche. 2000. Uso de la condición corporal. En: Actualización en reproducción ovina. Estación Experimental Agropecuaria - INTA Bariloche. Bariloche, Argentina.
- Lowman, B.G, Scott, N.A. and Somerville, S.H. 1976. Condition Scoring of cattle. East of Scotland College of Agr. Bull. 6p
- Marchi, A. 1994. Rodeo de cría: Preñez y condición corporal. Cuadernillo de Divulgación. INTA EEA San Luis. Villa Mercedes, San Luis, Argentina. 22p.

Rigalt, F., Ferrando C, Pivotto R., Krapp C. 2006. Ajuste de la técnica de determinación de la nota de condición corporal en vicuñas (*Vicugna vicugna*). Conferencia Internacional de Camélidos Sudamericanos. 30 y 31 de marzo 2006. Arequipa . Perú.

## EJE TEMÁTICO PRODUCCIÓN Y TRANSFORMACIÓN

### Bloque Fibra

Cancino AK, G E Rebuffi, J Muller , L. Duga y F. Rigalt, Parámetros cualitativos de la producción de fibra de llamas machos en la puna Argentina

Helal A; R.A. Guirgis, M.M. El-Ganaiey and E.A. Taha, Yarn characteristics of camel-hair and with wool blend

Llanos Uriarte A., Comercialización de fibra categorizada de alpaca por pequeños criadores puno

Sacchero D., M.J. Maurino, J. Von Thungen y M.R. Lanari, Diferencias de calidad y proporción de down en muestras individuales de vellones de guanaco (*Lama guanicoe*) de diferentes regiones de Patagonia Norte

Von Thungen J. y C.M. Gálvez, Resultados preliminares de análisis de finura por categoría de edad y sexo en distintos establecimientos de la Patagonia Argentina. (*Lama guanicoe* M.)

### PARÁMETROS CUALICUANTITATIVOS DE LA PRODUCCIÓN DE FIBRA DE LLAMAS (*Lama glama*) MACHOS EN LA PUNA ARGENTINA

Cancino A K<sup>1</sup>, Rebuffi G. E<sup>2</sup>, Muller J<sup>1</sup>, Duga L<sup>1</sup>, Rigalt F<sup>3</sup>

<sup>1</sup>INTA-EEA Bariloche. <sup>2</sup>INTA-AER-Trancas. <sup>3</sup>INTA-EEA Catamarca, Argentina.  
[akcancino@bariloche.inta.gov.ar](mailto:akcancino@bariloche.inta.gov.ar)

### Abstract

The fibre production of 151 male llamas were analyzed over 8 years in the Argentinean puna (3.484 masl), INTA Abra Pampa, Jujuy. The objective of this work was to evaluate effect of the months of fiber growth (MC) and year of shearing (AE) on the greasy fleece weight (PVST), mean fibre diameter (DPF), fibre length (LM), percentage of fibres with a diameter over 30  $\mu$ m (%F>30 $\mu$ ), washing yield (RL) and staple strength (RT). Each animal were analyzed for three consecutive shears (annually in autumn) from its first year of life. The effects of MC and AE affected the LM and PVST in the three shears (p<0.05), while the AE affected the RL and RT only in first shear (p<0.05). The MC and AE affected %F>30 $\mu$  in second shear (p<0.05). The LM not shows significant differences among shears (p<0.05). The PVST, DPF and % F>30 $\mu$  increased significantly from the first toward third shear (p<0.05), while RL was smaller only in the first shear (p<0.05). Therefore, we conclude that the increment in the fiber diameter could determine an increase of the greasy fleece weight.

Keywords: llama - male - fiber - fleece weight - fiber diameter – fiber length.

### Introducción

El altiplano Argentino es una región con un ambiente extremo, habitado en su mayoría por aborígenes de origen Kolla, que en su economía de subsistencia se dedican a la crianza de rumiantes menores, es decir ovinos, caprinos y llamas. En ese contexto la llama cumple un importante rol como productora de carne para el sustento familiar, y como proveedora de fibra para el abrigo, la confección de artesanías y venta de excedentes de ambos productos.

Existen escasos trabajos en la Argentina donde se hayan estudiado con profundidad la producción de fibra de esta especie, sobre todo con datos obtenidos con un mínimo de rigor científico y metodológico. Consecuentemente los programas de selección donde se contemple la producción de fibra en la llama, se han desarrollado escasamente en nuestro país.

En el INTA de Abra Pampa, existió desde 1993 hasta mediados de 2004 un modesto programa de mejoramiento genético de los planteles existentes en la EEA (Estación Experimental de Altura) que el INTA posee en Abra Pampa – Jujuy. En dicho programa intervino como consultor externo el Dr. Víctor Bustinza CH., por entonces Profesor Principal de mejoramiento genético de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional del Altiplano en Puno, Perú.

El plantel de llamas de la Estación estaba compuesto por alrededor de 600 llamas de tres colores (blancos, marrones y multicolores); y la selección de los padres se centraba principalmente en un índice de selección, donde los machos eran testados en cuanto a sus características productivas más relevantes en la primera, segunda y tercera esquila, en las cuales adicionalmente a los datos de campo y de laboratorio se sumaba la selección fenotípica. La citada selección definitiva para indicar el destino de los machos, se realizaba una vez que se contaba con los datos de laboratorio de la tercera esquila, luego de la cual se orientaba el destino de cada llamo, es decir si el animal quedaba como padre de plantel, venta como reproductor a los criadores o capón y/o faena para carne y fibra.

En ese sentido, en este estudio se analizaron 16 variables de datos productivos de campo y de laboratorio, que fueron procesados mediante un paquete estadístico, y que a su vez constituyó la materia prima del mencionado programa de mejoramiento de la unidad.

## Materiales y Métodos

El estudio se realizó sobre una base de datos de ocho años, desde 1.995 a 2.002, de producción de fibra del rodeo de llamas de la Estación Experimental de Altura - INTA Abra Pampa (Jujuy - Argentina), ubicada a 3.484 msnm (22° 50' de Latitud Sur y 65° 51' de Longitud Oeste). La zona presenta una gran amplitud térmica diaria de hasta 36° C [1] y una precipitación media anual de 356 mm.

Las llamas realizan un pastoreo mixto con ovinos en verano, con un manejo extensivo en 2.850 has. del campo. El recurso forrajero es en base de pasturas naturales de estepa arbustiva destacando como especies representativas el esporal (*Pennisetum chilensis*), la tolilla (*Fabiana densa*), la añagua (*Adesmia horridiscula*), la chijua (*Pseudobaccharis boliviensis*), la tola (*Lepidophyllum tola*), la cangia (*Tetraglochin cristatum*), etc. En algunos lugares crecen cactáceas y diversas herbáceas gramíneas y algunas leguminosas como el trébol de la puna (*Trifolium amabile*). La carga animal general promedio durante el periodo analizado fue de 0,35 llamas por hectárea.

Las esquilas se realizaron anualmente, en otoño. En el altiplano Argentino, la esquila de lanares en general (ovinos, llamas y cabras de angora) se realiza a fines de marzo o principios de abril y/o octubre – noviembre, pues en dichos meses las temperaturas son moderadas para ese ambiente. En el primer caso (otoño) las lluvias que constituyen el verdadero peligro han cesado, en el segundo caso (primavera) recién están por comenzar las precipitaciones, pues se trata de evitar el invierno crudo por las bajas temperaturas y el verano pleno por las precipitaciones “abundantes”, ya que en ambos casos se corren serios peligros de comprometer la salud de los animales con cuadros respiratorios agudos o subagudos e importantes compromisos pulmonares, que pueden terminar con la vida de los individuos. Este tema de la época adecuada de esquila requiere todavía de trabajos serios de investigación, para poder analizar la gran cantidad de factores que interactúan en este proceso de esquila en los camélido [2].

Los animales, previo a la esquila, son conducidos de los corrales a los “bretes” de agarre (con piso de cemento), anexos al galpón de esquila (con piso de madera), para evitar la contaminación de la fibra. Dos operarios sacan de uno en uno a los animales, uno lo toma de las orejas y el otro de la cola, de esta manera es fácil manipularlos, sin riesgos para los operarios o el animal; luego lo “tumban” en decúbito lateral, para proceder al “maneado” de la llama. Una vez producida la sujeción satisfactoria del animal, se “entrega” éste al esquilador, que realiza su trabajo la mayor parte del proceso solo.

La esquila manual propiamente dicha dura (dependiendo sobre todo del entrenamiento y habilidad del esquilador), entre 10 y 15 minutos.

La secuencia de movimientos durante el proceso de esquila es similar al utilizado en la esquila tipo australiana de ovinos y consiste básicamente en esquilar primero la barriga, luego las garras de un lado, posteriormente el vellón, cuello y cabeza, para finalizar con el vellón del otro lado y las garras de ese lateral.

Una vez finalizada la esquila se toman los datos y se anota el peso corporal del animal recién esquilado (PC) con una báscula común para pesar ovinos de 200 Kg. de fuerza, y con una sensibilidad de 150 gramos, registrándose el peso corporal en una planilla especial, donde están consignados todos los demás datos de campo.

Una vez que se esquila por completo el animal, otro operario, el “playero”, recoge del piso (de madera, que se mantiene siempre muy limpio) toda la fibra que corresponde a ese animal y la “tira” en la mesa de envellonar, en ella, otro operario, el “vellonero” separa cuidadosamente el vellón propiamente dicho, de la barriga y las garras. Allí,

en la mesa de envellonar, se colocan por separado ambos componentes del vellón total, en sendos recipientes especiales, por un lado se pesa el vellón sucio propiamente dicho (PVS – Kg.), aparte y en otro recipiente se pesan las garras y la barriga (PGyB – Kg.). Estos dos componentes se pesan por separado, previo destarado de los recipientes, en una balanza electrónica común de pesar vellones de ovinos, con una sensibilidad de 10 gramos.

El largo de mecha (LMM-cm.) se toma sobre el animal en el momento previo a la esquila y de la zona del costillar medio. Esta operación la realiza siempre la misma persona, al igual que casi todas las otras, previamente entrenada; así, con una regla metálica milimetrada, se “asienta” en la piel del animal y se mide y anota la longitud de la mecha en su respectiva planilla. También durante la esquila se toman unos 20 gramos de fibra de la zona del costillar, siempre del mismo lugar, que se acondiciona con su identificación en bolsitas de polipropileno para su posterior envío al laboratorio. Se elige la zona del costillar medio para sacar las muestras, pues se encontró en la alpaca un valor promedio de folículos por mm<sup>2</sup> que es representativo de la densidad folicular de toda la piel [3, 4]. También en ovinos [5] se establece que la zona del costillar es la representativa para muestrear lana, pues la lana de los cuartos es más gruesa y la de la paleta es más fina. Finalmente Carpio y Santana [6] establecen como representativa del vellón a la zona del costillar medio en camélidos. En síntesis los datos que se tomaron para cada llama durante las esquilas fueron los siguientes:

Edad en años, determinado por la fecha de nacimiento.

Peso de vellón sucio (PVS) en Kg.

Peso de garras y barriga (PGyB) en Kg.

Peso de vellón sucio total (PVST) en Kg.

Peso corporal (PC) en Kg., del animal recién esquilado.

Largo de mecha tomado a mano (LMM) en cm., sobre el animal.

Se muestreo en tres esquilas consecutivas, sobre el mismo animal y a partir del primer año de edad (primera esquila, n = 67; segunda esquila, n = 49 y tercera esquila n = 35).

En el laboratorio las muestras (20 gr.) de vellón sucio, fueron sometidas a los siguientes análisis:

Largo de mecha del laboratorio (LML), en cm.

Rendimiento al lavado (RL) en porcentaje.

Peso de vellón limpio (PVL) con el 16 % de humedad estándar.

Diámetro promedio de las fibras (DPF) en micras.

Fibras mayores de 30 micras (% F>30 μ).

Porcentaje de fibras meduladas continuas (FMC)

Porcentaje de fibras meduladas discontinuas (FMD)

Porcentaje de fibras meduladas Kemps (FMK).

Porcentaje de fibras normales (FN).

Resistencia a la tracción (RT) en Newton / kilotex.

El análisis de los datos se realizó mediante ANOVA utilizando el procedimiento GLM del paquete estadístico SAS [7], cuando se detectaron diferencias significativas se compararon mediante la prueba de Tukey. El nivel de significancia empleado para los tes de hipótesis fue de 0,05.

## Resultados y Discusión

En las tablas 1, 2 y 3, se encuentran los estadísticos generales promedios de la población muestreada de llamas machos, de las variables analizadas en este estudio de primera, segunda y tercera esquila en la vida del animal. Se observa el tamaño de la muestra con sus valores medios, los valores mínimos y máximos que indican los extremos generales hasta donde se desplazan las variables y sus cuartiles inferiores y superiores que dan un valor aproximado a partir del cual están la mayoría de los individuos.

Al realizar el análisis preliminar de los datos, se observó el efecto del año de esquila sobre las variables analizadas, por lo tanto fue incluida en el modelo estadístico del análisis de la varianza.

Los resultados presentados en la tabla 4, muestran que la mayoría de las variables difieren significativamente ( $p < 0,05$ ) entre las distintas edades. El peso de vellón sucio total, tuvo cambios con la edad, incremento 0,310 Kg. desde la primera a la tercera esquila y mostró ser diferente ( $p < 0,05$ ) a los tres años de edad, momento en que el animal fue esquilado por tercera vez. Efectos similares fueron descriptos por [8], en alpacas esquiladas a los 10 meses, 1, 2, 3 y 4 años, donde la producción de la fibra incrementaba con la edad hasta los 4 años. El incremento del PVST podría ser atribuido al incremento en el diámetro de la fibra debido a la correlación de 0.95 entre DPF y PVST encontrada en este estudio. Con respecto al diámetro promedio de la fibra, difirió ( $p < 0,05$ ) en las tres esquilas, incrementando a partir del año hasta los 3 años de edad (primera y tercera esquila, respectivamente), el

menor diámetro (16,5  $\mu$ ) fue observado en machos de 1 año y el mayor (32,6  $\mu$ ) se encontró a los tres años de edad. Estos resultados fueron menores a los observados en llamas del Perú (28,06  $\mu$  y 33,8  $\mu$ ; llamas de los tipos Chaku y Kcara, respectivamente) [9]; y de Bolivia (21  $\mu$  y 27  $\mu$ ; [10, 11]). Por otro lado, el diámetro promedio general (21,30  $\mu$ ) observado en este estudio resulto ser inferior a los descriptos en llamas de otros lugares del altiplano Argentino (26,7  $\mu$  y 22,9  $\mu$  [12]); sin embargo en el citado artículo, no se especifica el sexo, la edad concreta del animal, referido al tiempo de esquila al que pertenece o el intervalo de esquila en meses y demás cuestiones que si se detallan con suficiente densidad en este trabajo. Con respecto al largo de mecha, se observó un efecto similar al descrito en alpacas, es decir que la longitud de la fibra disminuye a medida que aumenta la edad [13], esto podría deberse a la correlación existente entre LML y edad ( $r = 0,48$ ;  $p < 0,05$ ). En la tabla 5 se observa que el largo de mecha alcanzado en 12 meses de crecimiento de la fibra fue mayor a los 9 cm., en las tres esquilas analizadas en este estudio, estos valores resultaron mayores al descrito por Cardozo (1.982, reportado por Rebuffi 1.999 [14]), donde la fibra de llama macho creció anualmente 7,21 cm. En general, se podría decir que la longitud de mecha alcanzada de vellones con 12 meses de crecimiento, alcanzarían las dimensiones que satisfacen las exigencias de la industria textil (6 - 7 cm.) y aún con 10 meses de crecimiento alcanzan tales requerimientos. Estos resultados coinciden con los informados por Novoa y Florez [15].

El rendimiento al lavado es una característica que podría afectar el valor de la fibra, y resultar comercialmente importante para los procesos de lavado, top, hilado y tejidos de alpacas [16]. En este trabajo en particular, sobre llamas machos esquilados en otoño, el promedio general del rendimiento al lavado del vellón (tabla 4) fue alto (93 %) y resulto mayor comparado con el de vicuñas en semicuativierio (87,7 %; [17]) y al de llamas peladas y lanudas machos (86 % y 91 %, respectivamente) y similares al de alpacas, machos (93 %; [18]). Por otro lado, en las tablas 1, 2 y 3 se puede observar la variabilidad que existió entre primera y tercera esquila, del 73,7 % al 100 %, correspondientes a 1 y 3 años de edad, respectivamente. Para este estudio, en particular, se podría decir que el rendimiento del vellón fue influenciado por la edad, siendo bajo en los animales jóvenes, tal como lo describiera Bustinza [19,20] en alpacas.

Otra característica de importancia comercial, sería la proporción de fibras > de 30 micras que producen la sensación de escozor [16], observándose en este estudio valores = 2 %; la edad también afecto el porcentaje de fibras mayores de 30 micras (% F > 30  $\mu$ ), debido al aumento significativo ( $p < 0,05$ ) a partir del segundo año de edad (tabla 4), encontrándose valores mínimos del 2 % y máximos del 32 % en la primera y tercera esquila (1 y 3 años, respectivamente). Valores similares (1 al 30 %) fueron descriptos en alpacas [21] caracterizadas por biotipo (huacayas y suri) pero no por edad y sexo como en el presente trabajo.

El total de fibras meduladas encontradas en este estudio fue del 5 al 86 %, mientras que el promedio general de las tres esquilas estuvo alrededor del 31 %, para los animales de 1 a 3 años; valores similares (35,5 %) fueron informados en llamas lanudas [22]; y en alpacas (25 y 35 %; [23]) en Argentina, a pesar de que existe un número muy limitado de estas ultimas.

Tabla 1. Estadísticos generales promedios, de la población muestreada de llamas machos, de las variables analizadas, de primera esquila en la vida del animal.

Variable	Nº de Animales	Valor Medio	Valor Mínimo	Valor Máximo	Quartil Inferior	Quartil Superior
Edad (meses)	67	13	11	16	12	14
PVS (Kg.)	56	0,688	0,400	1,600	0,608	0,869
PVL (Kg.)	56	0,634	0,348	1,492	0,538	0,789
PGyB (Kg.)	56	0,355	0,120	0,670	0,290	0,436
PVST (Kg.)	56	1,093	0,620	1,800	0,914	1,300
PC (Kg.)	55	62	35	100	55,5	70
LMM (Cm)	54	12,8	9	19	11,5	14,9
LML (Cm)	67	12,8	7	18,5	11,6	14,2
RL (%)	67	91,8	73,7	100	88,4	95,9
DPF ( $\mu$ )	67	20	16,5	27,3	18,7	21,3
F>30 $\mu$ (%)	61	6,3	2	15,2	4,6	8,5
FMC (%)	60	12,7	2,7	56	8	17
FMD (%)	60	15	1,3	46	9	21
FMK (%)	60	0,8	0	25	0	1,07
FN (%)	64	73	14	95	63	81
RT (N/K)	49	21,4	5,5	68,56	13,95	26,16

Tabla 2. Estadísticos generales promedios, de la población muestreada de llamas machos, de las variables analizadas, de segunda esquila en la vida del animal.

Variable	N° de Animales	Valor Medio	Valor Mínimo	Valor Máximo	Quartil Inferior	Quartil Superior
Edad (meses)	49	24	22	26	22	25
PVS (Kg.)	46	0,830	0,425	1,455	0,660	0,955
PVL (Kg.)	42	0,734	0,418	1,308	0,621	0,840
PGyB (Kg.)	46	0,380	0,160	0,760	0,330	0,450
PVST (Kg.)	46	1,200	0,755	2,105	0,960	1,350
PC (Kg.)	46	90,75	75	113	84	100
LMM (cm)	44	10	6	19	9	12
LML (cm)	45	10,1	5,2	17	8,3	11,5
RL (%)	45	95,38	79,90	100	90,00	97,72
DPF (μ)	45	23,8	23	25	23,4	24,4
F>30 μ (%)	39	8,5	3,9	23,5	5,6	12,7
FMC (%)	42	11	1	49	7	17,53
FMD (%)	42	15,5	3	39	10,4	23
FMK (%)	42	0	0	5	0	1,3
FN (%)	42	68	22	96	58	80,5
RT (N/K)	35	24,73	8,9	40,8	17,69	34,13

Tabla 3. Estadísticos generales promedios, de la población muestreada, de llamas machos, de las variables analizadas, de tercera esquila, en la vida del animal.

Variable	N° de Animales	Valor Medio	Valor Mínimo	Valor Máximo	Quartil Inferior	Quartil Superior
Edad (meses)	35	36	34	38	34	37
PVS (Kg.)	35	0,870	0,560	1,355	0,745	1,055
PVL (Kg.)	34	0,837	0,562	1,284	0,735	0,959
PGyB (Kg.)	35	0,600	0,230	1,050	0,460	0,650
PVST (Kg.)	35	1,500	0,840	2,255	1,300	1,630
PC (Kg.)	35	116,5	87,5	147	109	124
LMM (Cm)	34	10	7	13,5	9	11
LML (Cm)	34	10,1	6,5	13,5	8,5	10,9
RL (%)	35	95,9	86	100	94	98,16
DPF (μ)	34	23,65	21,5	32,6	22,6	24,80
F>30 μ (%)	29	11,1	4,3	32	8,9	17,2
FMC (%)	34	10,7	1	48	7	16,8
FMD (%)	34	19,9	4	33	13,7	24,8
FMK (%)	34	1	0	7,3	0	3
FN (%)	34	67,5	28	95	56,2	73,5
RN (N/K)	24	23,81	11,39	43,16	17,24	31,08

Tabla 4. Efecto de la edad sobre las variables analizadas en las tablas 1, 2 y 3 ( $X \pm ES$ ).

Variables	Edad (años)			Media general
	1	2	3	
N° de animales	67	49	35	
Meses de crecimiento de la fibra entre esquilas	13 ± 0,18 a	11 ± 0,21 b	12 ± 0,25 b	12,4
PVS (Kg.)	0,770 ± 0,027 b	0,817 ± 0,031 b	0,925 ± 0,037 a	0,820
PVL (Kg.)	0,705 ± 0,024 b	0,740 ± 0,030 b	0,879 ± 0,034 a	0,762
PGyB (Kg.)	0,421 ± 0,020 b	0,402 ± 0,024 b	0,575 ± 0,028 a	0,450
PVST (Kg.)	1,191 ± 0,04 b	1,217 ± 0,04 b	1,500 ± 0,05 a	1,270
PC (Kg.)	62,96 ± 1,77 c	91,30 ± 1,95 b	114,41 ± 2,44 a	84,47
LMM (Cm)	12,86 ± 0,26 a	10,44 ± 0,29 b	10,20 ± 0,34 b	11,45

LML (Cm)	12,87 ± 0,62 a	11,54 ± 0,77 a	9,76 ± 0,89 b	11,75
RL (%)	90,92 ± 0,78 a	93,81 ± 0,96 ab	95,92 ± 1,10 b	92,93
DPF (μ)	20,07 ± 0,30 c	21,57 ± 0,36 b	23,9 ± 0,418 a	21,3
F>30 μ (%)	6,54 ± 1,12 b	17,23 ± 1,00 a	15,24 ± 1,60 a	9,59
FMC (%)	14,53 ± 1,45	14,50 ± 1,73	14,02 ± 1,93	14,39
FMD (%)	15,17 ± 1,07	16,73 ± 1,28	19,27 ± 1,43	16,68
FMK (%)	1,59 ± 0,35	0,93 ± 0,42	1,70 ± 0,47	1,41
FN (%)	70,03 ± 2,12	67,08 ± 2,60	64,98 ± 2,89	67,92
RT (N/K)	24,18 ± 1,74	25,66 ± 2,06	24,93 ± 2,49	24,8

a b Valores con letras diferentes en la misma fila difieren significativamente (P < 0.05)

Tabla 5. Promedios de peso de vellón sucio total (PVST) y largo de mecha (LM) obtenidos en los distintos tiempos de crecimiento de la fibra, expresado en meses.									
		Meses de crecimiento de la fibra							
		Esquila	10	11	12	13	14	15	16
PVST (Kg.)	1			0,978 a	1,036 a	1,060 a	1,137 a	1,597 b	1,278 b
	2		0,985 b	1,295 a	1,218 a	1,291 a			
	3		1,214 a		1,427 a	1,850 b	1,695 b		
LML (cm.)	1			12 a	11,63 a	13,64 b	13,71 b	12 a	13,58 a
	2		9,8 a	10,6 a	9,4 a	10,08 a	13,5 b		
	3		8,22 b		9,74 a	10,68 a	11,17 b		

ab letras diferentes entre filas difieren significativamente (p<0,05).

## Conclusiones

1- Los llamos machos hasta los tres años de edad, se perfilan como buenos productores de fibra, reflejado en las siguientes características cuantitativas:

PVS (Kg.) = 0,820; PGyB (Kg.) = 0,450; PVST (Kg.) = 1,270.

2- Los llamos machos hasta los tres años de edad, producen una fibra de cierta calidad manifestada en las siguientes características cualitativas:

LML (Cm) = 11,75; DPF (μ) = 21,3; F>30 μ (%) = 9,59; RL (%) = 92,93, FN (%) = 67,92, y una RT (N/K) = 24,8.

3- Los llamos machos, son capaces de producir fibra desde el primero hasta los tres años de edad, en un rango de producción superior al kg. como mínimo, manteniendo su capacidad de producción y la calidad de su fibra.

4- Al parecer los llamos machos, incrementan su producción de fibra desde el primero al tercer año de edad, y tal incremento podría deberse al aumento del diámetro de la misma.

5- Sin embargo, la longitud de la fibra, pareciera tener una relación inversa con la edad, mientras que el rendimiento al lavado se presume que aumenta con la edad, al igual que lo que acontece con el diámetro promedio de la fibra.

6- Por su parte, la medulación y la resistencia a la tracción de la fibra, parecieran no tener relación con la edad.

7- Son necesarios estudios más completos y con un rango mayor de edades, como para corroborar estos resultados.

## Bibliografía

- Bianchi, A. R. 1977. Caracterización climática de la puna Argentina y su borde oriental. Memoria del Seminario sobre la Puna Argentina. Proyecto INTA-FAO. p: 4-5.
- Rebuffi, G. E. y R. H. Cabrera, 1.994. INTA. Informes 1° y 2° Captura de vicuñas CEA Abra Pampa. 15 pp.
- Gaitán, M. y M. A. Carpio. 1967. Estudio preliminar de los folículos pilosos en alpacas de la variedad Huacaya. UNA. Perú.
- Arana, L. R. y M. A. Carpio. 1972. Distribución de la densidad folicular en la piel de la alpaca y su relación con el diámetro de fibra. Tesis. UNA Lima. Perú.
- Muller, J. 1991. Manual para el criador de carneros PROVINO. INTA - Asociaciones de Criadores. 16 pp.
- Carpio, M. A. y A. Santana. 1978. Estudio preliminar de la longitud y análisis cuticular en la fibra de vicuña. Universidad Nacional Agraria La Molina. Volumen 1. Lima. Perú. 53 pp.
- SAS, 1998. User's Guide: Statistics. Statistical Analysis Systems Institute. Cary. NC.
- Bustanza, V. 1979. The Camelids of South America. The Camelid; an All -Purpose Animal. Scandinavian Institute of Africa Studies. Uppsala. Vol. I: 112-143.

9. Vidal, S.O., 1967. La crianza de la llama y algunas características de su fibra (Llama rearing and some characteristics of its fibre). Tesis, UNA La Molina, Lima, Perú.
10. Iñiguez, L.C., Alem, R., Wauer, A., Mueller, J., 1998. Fleece types, fiber characteristics and production system of an outstanding llama population from southern Bolivia. *Small Rumin. Res.* 30 (1), 57–65.
11. Delgado Santivañez, J., Valle Zarate, A., Mamani, C., 2001. Fibre quality of a Bolivian meat-oriented llama population. In: Gerken, M., Renieri, C. (Eds.) *Progress in S.A. Camelids Res.EAAP*. Pub. No. 105, pp. 101–109.
12. Frank, E.N., Hick, M.V.H., Gauna, C.D., Lamas, H.E., Renieri, C., Antonini, M. 2006. Phenotypic and genetic description of fibre traits in South American domestic camelids (llamas and alpacas). *Small Rumin. Res.* 61, 113–129.
13. Flores, H. y R. Gallegos. 1979. Diámetro y longitud de mecha en alpacas Wacaya y suri, machos y hembras, 1,2,3,4,5 y 6 años del centro de producción La Raya. Tesis. FMVZ, UNA-Puno, Perú.
14. Rebuffi, G. E. 1999. Caracterización de la Producción de Fibra de Vicuña en el Altiplano Argentino. Tesis Doctoral. 363 páginas. Departamento de Producción Animal. Facultad de Veterinaria. Universidad de Córdoba – España.
15. Novoa, C. y A. Flórez. 1991. Producción de Rumiantes Menores: Alpacas. Impresión RERUMEN.
16. McGregor, B.A., 1997. The quality of fibre grown by Australian Alpacas. The commercial quality attributes and value of Alpaca fibre. *Proc. Int. Alpaca Industry Conf. Sydney (Aust. Alpaca Assn.: Forest Hill, Victoria)*, pp. 43–48.
17. Rebuffi, G. E., Sánchez Rodríguez, M., Aller, J. F., Martos Peinado, J., Duga, L. y A. K. Cancino. 2003. Producción de Fibra de Capones Vicuñas (Vicugna vicugna) en Semicautiverio de Argentina. III Congreso Mundial sobre camélidos Sudamericanos. Potosí – Bolivia.
18. Solís, R. y S. A. Sierra. 1996. Parámetros tecnológicos de la fibra de alpaca Suri y Huacaya de la Cooperativa Comunal “Huayllay”. Cerro de Pasco. Perú. Libro de Resúmenes. Primer Congreso Mundial sobre Camélidos. Cajamarca. Perú. p.42.
19. Bustinza, 1984. Razas de alpacas: Suri y Huacaya. Problemática sur Andina No 7. IIDS UNA – Puno, Perú.
20. Bustinza, V. 1984 Rendimiento del vellón Alpaca. Problemática sur Andina No 7. IIDS UNA – Puno, Perú.
21. Duga, L. 1985. Características más importantes de las fibras provenientes de camélidos sudamericanos (llamas, alpacas y sus cruza y guanacos). Seminario Científico Técnico Regional. Montevideo. Uruguay. 3 pp.
22. Maquera, E. 1991. Persistencia fenotípica y caracterización de los tipos de llama kara y lanuda. Tesis de Magíster en Ciencia en Producción Animal. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima. Perú.
23. Nuevo Freire, C. 1992. Llamas y alpacas. Evaluación Zootécnica y perspectivas de su explotación ganadera. *Revista Ciencia Pura Agropecuaria*. p: 53-58.

## YARN CHARACTERISTICS OF CAMEL-HAIR AND WOOL BLEND

Helal A, Guirgis R. A, El-Ganaieny M. M, Taha E. A.

Desert Research Center, Cairo, Egypt  
[Ahmed\\_Helal\\_drc@yahoo.com](mailto:Ahmed_Helal_drc@yahoo.com)

### Abstract

About 136 thousand camels in Egypt all belong to the sub-species of one-humped dromedary or Arabian camel. Camel hair has mixed properties of both wool and hair. Representative sample of both camel – hair and Sady sheep (Brown wool color) were used in this study to investigate the ability of using camel-hair in the woolen industry alone or in a blend with Sady wool ( 50% camel hair and 50% Sady wool). The study illustrated that there is no significant differences found between the camel hair (T1) and camel hair and wool blend (T2) in the yarn twisting, yarn metric count and elongation, the previous characteristics are affected by the processing steps of the yarn. Because of the thickness of the camel hair compared with Sady wool the strength was higher the T2 compared with the other one (3.12 and 2.23 Rkm, respectively). Also T2 found to have more regular yarn compared with T1. The physical properties like fiber diameter, staple strength, and loose wool bulk were also discussed.

Keywords: Wool, Camel-hair and yarn characteristics

## Introduction

In Egypt all camels are belonged to sub-species of one-humped camels. The population of camels in Egypt is about 136.312 heads, 14% of this record exists in north western costal of Egypt (Statistics of the Animal Production Sector, Egyptian Ministry of Agriculture and Land Reclamation, 2003). Camel fleece is located somehow between wool and hair it contain fibers related to wool characteristics and have two types of coat like goat's coat. The first coat which called outer coat contains fibers seemed to be coarse with medulla, long, harsh, fibers and colored (varying from reddish to light brown), as well as this coat is saving animal form hot environment; sunlight, solar radiation hot temperature...etc. the other type of coat called inner coat which has a fine without medulla, short, crimped and dense fibers. The previous coat is responsible to help the animal during the cold season by keeping the animal warm and prevent internal body heat to loss from the body service. For that both the outer and inner coats are important for the animal thermoregulation.

Camel-hair found to be a very valuable material especially for Bedouins community when they need it for making their wears and tents. While camel-hair is favorable in Bactrian camel because of its high Greasy fleece weight and the regularity of its fiber. The last character is missing in Arabian camel hair and from the textile point of view, the main problem of using camel hair in the textile industry is the irregularity in its characteristics because of the great variability found among the different types of fibers in both outer and inner coat. For that the clip of camel can divided into fine and coarse parts, the fine one can used alone or after blending with fine wool to produce yarns for cloth manufacture, while the coarse fibers are used to produce men's winter wear tents and for carpet backing (Petrie, 1995). Furthermore, FAO (1995) reported that the end uses of wool are determined by its own characteristics; diameter, bulk, length, etc. For that, it is important to split the fleece into different categories according to many characters especially fibers diameter and staple length as classified by Helal, et al (2006) who find that yarn characteristics affected significantly by the characteristics of raw camel hair after categorized it into fine and coarse parts. While the other way of using camel hair as it is could be found by mixing the camel hair with same colored wool to make a blend.

The aim of this study was investigate the yarn characteristics of camel-hair fleece alone or after blending with Saily wool (50:50, respectively) as well as the Saily wool alone. Furthermore the effect of objective measurements of wool and hair on the yarn measurements for all categories.

## Materials and methods

In this study, a representative amount of camel hair was collected from a herd of the one-humped camels at Maryout Research Station At sheering time. In the same time a representative amount of Saily sheep was collected from a flock raised in El-Wady Aljadeed province. Three categories were used in this study; the T1 (100% camel hair), T2 (50% camel-hair and 50% Saily wool) and T3 (100% Saily wool). Three representative samples from each category were kept in plastic bags for further analysis. Ten staples were used to measure staple length (STL); staples were measured against a ruler to the nearest 0.5 cm., where measurements were made from the base to the dense part of the tip without stretching staples. The average length of these staples was calculated and recorded for each sample. Fiber diameter (FD) was measured using Image analyzer (LEICA Q 500 MC) with lens 4/0.12. A section of 0.2 mm in length was cut by a Hand-Microtom at a level of 2cm from the base of the staples of each sample. These cuttings were put on a microscope slide with 2-3 drops of paraffin oil and covered with a slide cover. About five hundred fibers were taken at random and measured from each sample. The mean fiber diameter (FD) together with the standard deviation of fiber diameter were calculated for each sample.

Each scoured sample was hand carded using a hand-carding board. A 10-gm scoured and carded sample was placed into the cylinder of the WRONZ loose wool Bulkometer (Dunlop et al., 1974) to attain the measurements of loose wool bulk (BUL) and resilience (RES) for each sample. Random samples of yarns coming from each category after woolen process were tested as follows:

- ? Yarn count (metric) = yarns length (m) / yarns weight (g), 15 samples were used in this test.
- ? Yarn twisting (yarns from each grade was played at nominal level of 170 turn per meter (TPM) on Z direction), 15 samples were used in this test.
- ? Yarn strength and elongation: Uster Tensorapid 3 (Zellweger Uster) was used to measure yarn strength (RKM = count-related force at break), tenacity and elongation, 15 samples were used in this test.
- ? Yarn evenness and hairiness, 15 samples from each grade were used in this test to measure the regularity of the yarn by the following abbreviations:

- \* Thin places (-50%): number of mass reduction of 50% or more in a yarn with respect to the mean value.
- \* Thick places (+50%): number of mass increase of 50% or more in a yarn with respect to the mean value.
- \* Neps (+200%): number of mass increase of 200% or more in a yarn with respect to the mean value and reference length of 1cm, these short thick places in a yarn may be the result of vegetable matter or fiber collections pushed together.

? Yarn friction: fifteen samples were used in this test to examine the friction for standard length of yarns (Revs).

Data were analyzed with the general linear model (GLM) of SAS (1995). Source of variation for dependent variable (grades) was tested. Comparisons among means within grades were tested using Duncan's New Multiple Range Test. Simple correlation coefficients among various studied traits were also calculated and tested.

## Results and discussion

Fiber diameter decreased from T1 (Camel-hair) to T2 (Wool and camel-hair blend) and reached the minimum in the T3 (Saidy wool) as well as the staple length which tended to take the same trend that because the highly significant correlation found between both fiber diameter and staple length ( $r = 0.44$ ). The same correlation ( $r = 0.37$ ) was found by Azam (1999). Because of the contribution of diameter and length in the weight of fibers the more thicker and longer the more weightier and because of the yarn metric count is the function of both weight and length (yarns length (m) / yarns weight (g)), result in this study reported that metric count for yarn take the opposite trend of both fiber diameter and staple length; it increased from T1 (1.32) to T2 (1.41) and finally reached the maximum in T3 (1.47). Table (5) illustrated that there is a significant and negative correlations between yarn count and both of fiber diameter and its standard deviation ( $R = -0.32$  and  $-0.45$ , respectively). Helal, et al (2006) who classified the camel hair fleeces into fine and course parts subjectively, reported similar result that with increasing fiber diameter the yarn count tended to decrease. They also found a highly negative correlation ( $r = -0.87$ ) between fiber diameter and yarn count. Furthermore, Hunter et al (1985 and 1987) reported that fiber diameter and length played a vital role in the yarn characteristics.

Yarn twisting found to be higher with the increasing of fiber diameter and staple length (242.7, 235.3 and 229.4 TPM for T1, T2 and T3, respectively). The highly correlation found between fiber diameter and yarn twisting ( $r = 0.34$ ) could support the previous findings. Hunter and Gee (1980) reported that the average fiber diameter and its variation might play a vital role in wool processing. Moreover, Von Bergen (1963) found that fiber diameter might control 80 % of spinning process, while fiber length controlled 15% of the product value.

Friction test is affected mainly by the scales profile and as many authors explain that with increasing of fiber diameter the scales become larger in size and increased the necessary number needs to surround the fiber circumference (Ryder and Stephenson, 1968). For that friction tended to increase with the increase of fiber diameter and its standard errors as showed in table (1). Friction had a positive and significant correlation ( $r = 0.56$ ), ( $r = 0.58$ ) and ( $r = 0.34$ ) with fiber diameter, standard deviation of fiber diameter and staple length, respectively. On the other hand friction had a negative and significant correlation with bulk and resilience ( $r = -0.42$ ) and ( $r = -0.35$ ), respectively. Yarn friction was correlated negatively with yarn count as showed in table (3). The previous finding is acceptable because of the negative correlation between the yarn count and fiber diameter which leads to increase the yarn friction.

Yarn tenacity was decreased with the increase of fiber diameter and staple length (2.2, 3.1 and 3.4 Rkm for T1, T2 and T3, respectively).the significant and negative correlation found between Yarn tenacity and both of fiber diameter ( $r = -0.79$ ) and staple length ( $r = -0.34$ ) could explain that with increasing fiber diameter the yarn strength tended to decrease, but actually it may be not true because of the exist of medulla could be the vital factor affecting on the strength not the diameter itself but because of the medulla always tended to increase the diameter and it exists only in coarse fibers, that could explain why the correlations between yarn strength and both of fiber length and fiber diameter were significant and positive in fine wool breeds as reported by Ryder and Stephenson (1968) and Ince (1979). Helal et al (2006) reported the same results concerning the negative correlation between yarn strength and both of fiber diameter and staple length. Furthermore, staple strength could be differ from yarn strength that because of the processing steps started from opening step and going through carding (week wool gave higher card loss compared with the stronger one as reported by Ainsworth (1988) and finally in spinning process, which change the distribution of fibers within the staples, as well as the twisting effect which add more strength compared with staple (Mary Humphries, 1996).

Yarn elongation as shoed in table (1) tended to increase slightly with the decrease of fiber diameter. Furthermore, positive and highly significant correlation was found between yarn elongation and yarn tenacity. The

previous result was in agreed with the finding by Helal, et al (2006) who working on camel hair that yarn elongation was correlated significantly ( $r = 74$ ) with yarn tenacity.

Bulk -the filling power of wool- which defined as the volume occupied by a given mass of fibers at a given pressure (Elliott and Clare, 1981). Bulk is also important for yarns to give the covering power of carpet pile. From this point of view. Results in this study showed that bulk in Saily sheep tended to be the highest wool in bulk (25.2) followed by the blend of both wool and camel-hair (22.1) and finally the camel-hair (20.3). Table (4) showed that bulk increase with decreasing fiber diameter, standard deviation of fiber diameter and staple length, while resilience takes the opposite trend. Furthermore, yarn elongation, yarn count and yarn tenacity tended to increase with increasing loose bulk (Table 5). On the other hand, both yarn twisting and yarn friction tended to decrease with increasing loose bulk. Carnaby and Elliott (1980) indicated that bulky wool produces bulky yarns. Moreover, Ross (1978 and 1979) found that medullated yarns had high bulk.

Regularity of yarns could be measured by three terms like thin and thick places and number of Neps. For that both camel hair and camel-wool blend have higher thin and thick places compare with wool category. The irregularity in camel hair as we explained earlier leads to increase thin places three times more compared with wool (300.3 Vs. 95.9), while thick places increased 3.7 times in camel hair compared with wool (150.0 Vs. 40.6). While number of Neps in both camel-hair and wool found to be the same, the hair-wool blend has the highest number of Neps and that could be related to the bad merging of both hair and wool together. The irregularity of yarn as represented by thin and thick places had a positive and significant correlation with yarn friction ( $r=0.60$  for both), fiber diameter ( $r=0.84$  for both) and staple length ( $r=0.45$  for both).further more thin and thick places had a negative correlation with bulk and resilience as showed in table (5)

Number of Neps had no obvious trend with both yarn and fiber characteristics.

It could be concluded that it is better to make a blend between wool and camel hair instead of using camel-hair as it is. Camel hair contain different types of fiber leads to a great variability in its yarn characteristics for that clip preparation and classification into categories have the same characters is favorable. Improving camel-hair is necessary using breeding programs to increase the out come from camel and enhancement the handicraft which used camel-hair as a raw material.

Table (1). Least-squares ( $\bar{X}$ )  $\pm$  standard errors (SE) for some processing characteristics of camel hair among different grades.

Yarn Characteristics	Camel-hair (T1)	Camel and wool blend (T2)	wool (T3)
Yarn Metric count	1.32 $\pm$ 0.04 a	1.41 $\pm$ 0.04 ab	1.47 $\pm$ 0.04 b
Yarn Twisting	242.7 $\pm$ 3.4 a	235.3 $\pm$ 3.4 ab	229.4 $\pm$ 3.5 b
Friction	302.8 $\pm$ 10.6 a	244.6 $\pm$ 10.6 b	235.4 $\pm$ 10.9 b
Yarn Tenacity	2.2 $\pm$ 0.06 a	3.1 $\pm$ 0.06 b	3.4 $\pm$ 0.07 c
Yarn Elongation	10.7 $\pm$ 0.58 a	10.9 $\pm$ 0.58 a	12.1 $\pm$ 0.60 a
Thin place(-50%)/Km	300.3 $\pm$ 0.81 a	130.0 $\pm$ 0.81 b	95.9 $\pm$ 0.83 c
Thick place(+50%)/Km	150.0 $\pm$ 0.67 a	60.2 $\pm$ 0.68 b	40.6 $\pm$ 0.71 c
Neps (+200%)/Km	9.91 $\pm$ 0.46 a	49.5 $\pm$ 0.46 b	10.0 $\pm$ 0.47 a

Within each classification for each trait means not followed by the same letter are differed significantly ( $P < 0.05$ ).

Table (2). Least-squares means (X) ± standard errors (SE) for some physical characteristics of camel hair among different grades.

Hair Characteristics	Camel-hair (T1)	Camel and wool blend (T2)	wool (T3)
Hair Bulk	20.3±0.49 a	22.1±0.49 b	25.2±0.51 c
Hair Resilience	6.3±0.10 a	6.4±0.10 a	7.0±0.10 b
Fiber diameter (FD)	42.1±0.71 a	35.1±0.71 b	30.9±0.73 c
SD of fiber diameter	16.4±0.23 a	12.5±0.23 b	9.8±0.24 c
Staple length	11.0±0.29 a	10.6±0.29 a	9.2±0.30 b

SD = Standard deviation

Within each classification for each trait means not followed by the same letter are differed significantly (P< 0.05).

Table (3). Simple correlation coefficients among some yarn characteristics of camel hair.

	Elongation	Yarn tenacity	Yarn count	Thin	Thick	Neps	Yarn Friction
Yarn Twisting	0.13	-0.16	-0.03	0.37*	0.37*	-0.03	0.20
Elongation	1	0.43**	0.10	-0.21	-0.21	-0.07	0.21
Yarn tenacity		1	0.36*	-0.89**	-0.89**	0.29	-0.49**
Yarn count			1	-0.41**	-0.40**	0.05	-0.26
Thin places				1	0.99**	-0.38*	0.60**
Thick places					1	-0.37*	0.60**
Neps						1	-0.22

\* Significant at P{ 0.05 )

\*\* Significant at P{ 0.01 )

Table (4). Simple correlation coefficients among some physical characteristics of camel hair.

	Bulk	Resilience	Fiber diameter (FD)	SD of FD	Staple length
Bulk	1	0.30*	-0.59**	-0.59**	-0.41**
Resilience		1	-0.52**	-0.56**	-0.44**
Fiber diameter			1	0.81**	0.44**
Sd of fiber diameter				1	0.43**
Staple length					1

SD = Standard deviation

\*\* Significant at P{ 0.01 )

Table (5). Simple correlation coefficients among some yarn and physical characteristics of camel hair.

	Bulk	Resilience	Fiber diameter (FD)	SD of FD	Staple length
Yarn Twisting	-0.31*	-0.28	0.34*	0.38**	0.23
Elongation	0.21	0.24	-0.21	-0.22	-0.08
Yarn Friction	-0.42**	-0.35*	0.56**	0.58**	0.34*
Yarn tenacity	0.60**	0.44**	-0.79**	-0.83**	-0.34*
Yarn count	0.26	0.21	-0.32*	-0.45**	-0.31*
Thin places	-0.64**	-0.46**	0.84**	0.91**	0.45**
Thick places	-0.63**	-0.47**	0.84**	0.92**	0.45**
No of Neps	-0.09	-0.18	-0.15	-0.11	0.14

SD = Standard deviation

\* Significant at P{ 0.05 }

\*\* Significant at P{ 0.01 }

## Bibliografia

- Ainsworth, W. D. (1988). Application of additional measurements in marketing and processing of wool. *Wool Technology and Sheep Breeding*, 35 (4): 216-233.
- Azzam, A. H. A. (1999). Study of some subjective and objective coarse wool traits in Barki sheep. Ph.D. thesis, Fac. Agric., Zagaig Univ., Banha Bransh, Egypt.
- Carnaby, G. A. and Elliott, K. H. (1980). Bulk: A wool trait of importance to the carpet industry. *Proceeding of the New Zealand Society of Animal Production*, 40: 196-204.
- Dunlop, J. I., Carnaby, G. A. and Ross, D. A. (1974). Bulk I. The bulk of loose wool. *Wool. Research Organization of New Zealand, Communication No. 28*: 34, New Zealand.
- Elliott, K. H. and Clare, L. T. (1981). Wool appraisers can subjectively assess important differences in loose wool bulk. Reprinted from wool research organization of New Zeland; pp 41-46 (1980/1981)
- FAO (1995). Harvesting of textile animal fiber. *FAO Agriculture Service Bulletin*, 122.
- Helal, A. Helal, A; Guirgis, R. A; El-Ganaieny, M. M. and Taha, E. A. (2006). Some hair characteristics of one-humped camels in relation to textile industry. First conference of the internaional society of camelids research and development (ISOCARD) apstract No. 129, 173. United Arab Emirates.
- Hunter, L; Smust, S. and Gee, E. (1987). Role of sheep breed in determining the relationship between wool fiber properties and worsted yarn and fabric properties. *A. B. A.*, 44 (4): 2146.
- Hunter , L; Turpie, D.W. F. and Gee, E. (1985). The effect of wool fiber properties and breed of sheep on worsted processing performance and on yarn and fabric properties. In *proceedings of the 2nd World congress on sheep and Beef cattle breeding*, Pretoria, South Africa.
- Hunter, L and Gee, E. (1980). The properties and performance during topmaking and spinning of a wide range of South African wools, *Proceeding, 6th Int. Wool Text. Res. Conf. (Pretoria) III*, 293-311.
- Ince, J. (1979). Engineering of wool carpet yarns. *Textile Institute and Industru*, 17: 23-28.
- Mary Humphries, B. A. (1996). *Fabric reference*. Prentice-hall International (UK) Limited, London.
- Petrie, O. J. (1995) *Harvisting of textile Animal Fibers*. FAO Agriculture Service Bulletin. No. 122.
- Ross, D. A. (1978). *Carpet wools-carpet manufacture*. Wool Massey Agriculture University Wool Association, New Zealand.
- Ross, D. A; Carnaby, G. A. and Elliott, K. H. (1979). *Carpet wools-carpet manufacture seminar*. Wool Massey Agriculture University Wool Association, New Zealand.
- Ryder, M. L. and Stephenson, S. K. (1968). *Wool growth*. Academic press, London and New York.
- SAS, (1995). *SAS procedures guide*. Release 6.03 Edition. SAS Institute. Inc., Cary, NC., USA. 130.
- Von Bergen, W. (1963). What the manufacturer requires in raw wool. *Wool ech. And heep reeb.*, 10: 43-49.

# COMERCIALIZACION DE FIBRA CATEGORIZADA DE ALPACA POR PEQUEÑOS CRIADORES DE PUNO

Llanos Uriarte Anastacio

Consejo Nacional De Camelidos Sudamericanos-Puno. Jr. Moquegua 264 2do Piso Oficina 203  
[allanos@conacs.gob.pe](mailto:allanos@conacs.gob.pe) [anastaciollu@hotmail.com](mailto:anastaciollu@hotmail.com)

## Resumen

La alpaca crianza especial en los andes de Puno Perú, cuya fibra fuente principal de ingreso de pobladores, por que no prospera la agricultura salvo otras crianzas similares.

Los alpaqueros se sienten marginados, por escaso desarrollo en autoestima e identidad. Sin embargo, estas poblaciones resisten las inclemencias del clima y otros factores imponderables. Puno representa el 60 % de la producción de fibra del Perú, siendo el problema los precios, que se ha mantenido desde 1990 hasta 2005 en 5.50 nuevos soles por libra, influenciados por Industria de Arequipa.

El objetivo es contribuir a mejorar los precios de fibra mediante la comercialización asociada por categorías.

La estructura de comercialización de fibra de alpaca tradicional, data de varias décadas en región de Puno y Arequipa, vía cadena de intermediarios hacia el Grupo Industrial Arequipa. En esta cadena, los criadores son pasivos sin capacidad de negociación, dificultando mejorar la calidad y las organizaciones no fortalecidas.

El Estado y ONG's se preocuparon por mejorar los términos de negociación, practicando formas asociativas de Comercialización sin valor agregado, casos de Proyecto Alpacas, CECI alpacas y MINAG, finalmente no sostenibles.

En 2003 se replantea la comercialización asociativa de fibra por categorías y valor agregado.

Se organizan Centros de Acopio para comercializar fibra por categorías, promocionada por Instituciones involucradas, liderado por el Consejo Nacional de Camélidos Sudamericanos CONACS. Resultados de la experiencia son positivos, los precios promedios por libra incrementaron, ganancia promedio por libra de 2.00 soles por esta modalidad en 10 Centros de Acopio.

## Introducción

La alpaca es una crianza especial en las partes mas altas de Puno y del Perú, cuya fibra representa la fuente principal del ingreso para los criadores de alpacas de los altos andes, debido principalmente a que en estos parajes o espacios no prospera la agricultura, salvo otras crianzas en menor escala como la llama, los ovinos y vacuno criollo.

Por su ubicación en los espacios difíciles, los mismos criadores en muchos momentos se sienten marginados, precisamente por escaso desarrollo alcanzado en lo referente a autoestima y la identidad. Sin embargo, son una población que resiste las inclemencias del clima y otros factores imponderables que se presentan a menudo, lo cual debe ser fortalecido para crear el cambio de actitud de los criadores de alpacas.

El volumen de Producción de fibra de alpaca a nivel nacional es 3,400 T.M, por año, del cual Puno representa el 60 %, seguido de Cusco y Arequipa con 11 y 9 % respectivamente; la comercialización de la fibra funciona en base a una estructura con alta intermediación.

El problema principal en esta estructura son los precios por libra de fibra pagado al criador, que no tiene equidad en la distribución de los ingresos, lo cual desde 1990 hasta 2005 ha variado de 2.50 hasta 6.00 nuevos soles por libra con ciertos altibajos en el periodo, cuya determinación están directamente influenciados por el grupo de la Industria instalada en Arequipa, siendo posible equilibrar organizadamente.

## Antecedentes

La estructura de comercialización de fibra de alpaca, tiene sus orígenes desde que las organizaciones de comerciantes mercantiles se implementaron en la región de Puno y Arequipa, cuya cadena se ha fortalecido en el tiempo e incorporaron a los intermediarios que hoy en día tienen vigencia a diferentes niveles, por cuya vía implementada la fibra finalmente llega al Grupo Industrial centrada en Arequipa, los mismos que en forma

monoposonio monopolístico comercializan la fibra semi-transformada en Tops e hilos principalmente. En esta cadena comercial, los pequeños criadores tienen una participación muy pasiva, que no tienen en su mayoría la capacidad de negociación, aparte de tener dificultad para mejorar la producción de fibra de calidad; así mismo, con respecto a la organización para oferta de fibra no está fortalecida, es incipiente la formación de tipos de organización con orientación empresarial.

El Estado y las Organizaciones No Gubernamentales ONG's por su puesto se preocuparon para mejorar los términos de negociación y el ingreso de los criadores de alpacas a nivel local, al respecto se practicó las formas asociativas de Comercialización de fibra, los más resaltantes la acción del Proyecto Alpacas mediante la Cooperación Suiza que funcionó entre los años 1997 a 92 en la parte sur de Puno, teniendo como componente la Comercialización asociativa de fibra de alpaca, CECI alpacas muy similar pero en otro ámbito y MINAG mediante la Unidad Operativa de Proyectos Especiales; estas acciones de promoción efectuadas tuvieron algún resultado en el momento, pero no fueron sostenibles en el tiempo para los criadores, debido en primer lugar por estar basado solamente en volumen acopiado sin valor agregado, segundo por que los incrementos en ingresos por libra no justificaron el esfuerzo desplegado en el tiempo; por lo que una vez retirado los Proyectos, volvieron a la forma tradicional de comercialización de la fibra con alta intermediación.

## **Objetivos**

Contribuir a mejorar los precios de fibra de alpaca mediante la promoción de comercialización asociada por categorías en Centros de Acopio.

Fortalecer la organización de los criadores de alpacas para implementar las modalidades de comercialización.

## **Metodología**

### *Organización de Centros de Acopio*

La Organización de los Comités de Centros de Acopio ha sido gradual a partir 2003, año en que se replantean las formas asociativas de Comercialización de fibra con valor agregado, consistente en esquila mejorada, envellonado y categorización, que ofrece ventajas comparativas para el criador a corto plazo, debido a que la oferta por categorías y adecuada presentación hace que puedan asegurar ingresos mayores. Son 13 los Centros de Acopio que han tenido continuidad, que beneficia a 1,230 familias de las comunidades.

### *Participación Institucional y capacitación en comercialización*

Esta actividad de promoción, es con participación de las Instituciones involucradas en el sector alpaquero que son CITE Camélidos, Proyecto Especial de Camélidos Sudamericanos PECSA, Dirección Regional Agraria, Ministerio de la Producción PRODUCE, DESCO, Instituto Peruano de Alpaca y camélidos IPAC, Sociedad Peruana de Alpacas y llamas SPAR, liderado por el Consejo Nacional de Camélidos Sudamericanos CONACS, las capacitaciones previamente se realizaron en el Manejo de fibra de alpaca para Comercialización y gestión, de esta manera fortaleciendo a los criadores en la parte organizativa.

### *Modalidades de negociación*

Las modalidades de comercialización se han establecido en base a la experiencia y actitud de los criadores y fueron tipo licitación, Concurso de precios y ventas directas una vez realizada el Acopio y categorización de la fibra, como demandantes principalmente el grupo de la Industria de Arequipa y también otras Empresas en crecimiento como FIBRANDINA SAC y negociaciones Santa Isabel EIRL

## **Resultados**

En el cuadro 1, se muestra el acopio y las modalidades de comercialización de fibra efectuada en el año del 2005, donde se observa que el acopio de diciembre alcanzó mejores precios cuyo promedio es de 8.89 soles por libra de fibra, siendo el promedio anual de 7.99, comparado con los precios pagados en forma tradicional con intermediación hay una diferencia de 2,20 por libra en lo que se observa en todo los periodos de acopio y comercialización realizados.

Cuadro 1. Resumen de fibra de alpaca comercializada en centros de acopio 2005 puno

N°	CENTROS	CANTIDAD EN LIBRAS	MONTO PAGADO EN SOLES	PRECIO PROMEDIO
1	Acopio Marzo	41972,50	296884,10	7,07
2	Acopio Diciembre	114159,50	1015090,25	8,89
3	Otros acopios	43959,00	287002,12	6,53
	GRAN TOTAL	200091,00	1598976,47	7,99

En los cuadros que se presentan los volúmenes son consolidados promedios, en el que no se especifica por categorías, Razas y colores y por Centros de Acopio, que sería motivo para tener anexos voluminosos y que en cada Centro tiene precios por Categorías, Por ejemplo en el acopio de marzo del 2006 los precios máximos por extra fina Huacaya blanca se pagó 14,00 por libra, 12,50 por fina, 11,00 por semifina y 7,00 soles por fibra gruesa. Una ampliación del Acopio del mes de Diciembre, por centros de Acopio se observa en el cuadro 2.

Cuadro 2: Fibra Acopiada y Vendida Diciembre - 2005 II en Libras.

N°	Centro de Acopio	Huacayo	Suri	Total	Monto pagado S/.	Precio Promedio S/.
1	Capaso	15887,00	350,00	16237,00	128547,90	7,92
2	Mazocruz	19771,00	576,00	20347,00	148644,10	7,31
3	Huanacamaya	4973,00	244,00	5217,00	44,19,60	8,51
4	Conduriri	2973,00	207,00	3180,00	26425,10	8,31
5	San Antonio de Esquilache	1343,00	111,00	1454,00	14315,20	9,85
6	Laraqueri	1956,50	102,50	2059,00	16229,55	7,88
7	Pinaya	12311,00	2462,00	14773,00	144285,10	9,77
8	Lampa - Palca – Vila Vila	11752,50	859,00	12611,50	124304,70	9,86
9	Paratia - Santa Lucía	11933,50	436,0	12369,50	109439,25	8,85
10	Macusani	22278,50	3633,00	25911,50	258479,75	9,98
	TOTAL GENERAL	105179,00	8980,50	114159,50	1015090,25	8,89

Los resultados de Acopio y comercialización de fibra entre Enero a marzo del 2006, son mejores que el anterior, especialmente en el incremento de precio, la fase Marzo II tiene un promedio de 11,22 soles por libra que incluye las razas, blancas y colores. Hay amplia diferencia con respecto al año anterior en el promedio general. Se indica también que proporcionalmente han subido los precios de la comercialización tradicional con participación de intermediarios, pero se demuestra que tiene ventajas vender por la modalidad promocionada, los incrementos de precio son progresivos, por ejemplo los precios promedio de marzo 2006 son mayores de 2005, especialmente en marzo II los promedios por libra ha alcanzado a 11,22 por libra. Como se observa en el cuadro 3.

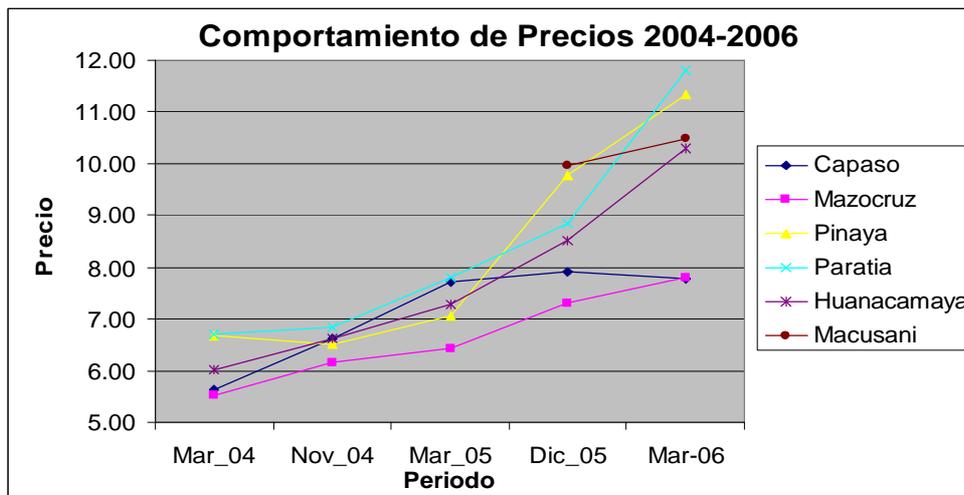
Cuadro 3. Resumen de fibra de alpaca comercializada en centros de acopio marzo 2006 i puno

N°	CENTROS	CANTIDAD EN LIBRAS	MONTO PAGADO EN SOLES	PRECIO PROMEDIO
1	Acopio Marzo I	41113,53	382516,90	9,30
2	Marzo II	27008,50	303024,65	11,22
3	Otros	15928,00	137935,55	8,66
	GRAN TOTAL	84050,03	823477,10	9,80

Los precios promedios pagados al criador de alpacas mediante la modalidad de acopio y categorización de fibra de alpaca desde el año 2004 hasta el último realizado en Marzo del 2006, ha tenido un incremento ascendente por cada periodo de acopio, tal como se observa en el gráfico 1, cuya referencia es de 06 Centros de Acopio, que han tenido continuidad desde 2004, otros centros no mencionados tienen similar comportamiento, pero no entraron en análisis.

Aunque el Centro de Santa Lucía alcanzó mas alto precio promedio de 12,13 soles por libra en el ultimo acopio, que no aparece en el gráfico por no haber tenido continuidad desde 2004, Paratía y Pinaya alcanzaron los precios en forma continua con 11,80 y 11,35 soles por libra, los que están directamente relacionados con la composición de fibra extra fina y fina, mientras que Capaso ha tenido ligero descenso en comparación a la campaña penúltima, debido a la modalidad de venta directa realizada y finalmente Mazocruz crecimiento débil por composición de la fibra.

GRÁFICO 1

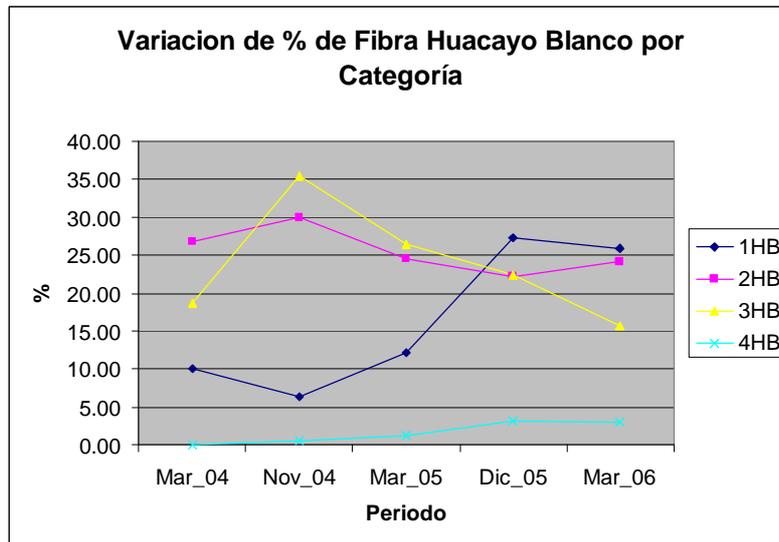


Los volúmenes de fibra comercializada están influenciados por la época de Acopio generalmente en el periodo de marzo es menor que la de diciembre en cada periodo de los años.

Finalmente se ha ensayado el análisis de la composición de fibra por categorías, solamente de la raza Huacaya blanca, que corresponde a la sumatoria de los 13 Centros de acopio que se tiene registrado hasta marzo del 2006 en Puno; al respecto, se observa que la variación en cuanto a la composición de fibra por categorías, por periodo hay crecimiento ascendente en cuanto a la cantidad de fibra Extra fina, aunque con ligera disminución en el ultimo periodo de acopio realizado en marzo 2006, por otro lado la fina mantiene su crecimiento en todo el periodo, la categoría semi fina que inicialmente representaba mayor porcentaje, sufre una baja gradual; lo que significa que las calidades superiores se mantiene con el aumento de fibra fina. Es importante señalar que las dos categorías superiores representan el 50 % del total de fibra vendida finalmente, lo que nos permite explicar que, hay cierto interés por parte de los criadores de alpacas de preocuparse en el mejoramiento de la crianza a nivel general, centrado en la finura de fibra conforme exigen los demandantes o clientes.

Con respecto a la fibra gruesa, se observa que hay ligero incremento ascendente, debido al mejoramiento de precio y aceptación por parte de los demandantes de la fibra de esta categoría, inicialmente por estrategia no se acopio fibra gruesa para buscar otro canal de comercialización para esta categoría, Observar en el gráfico 2.

GRÁFICO 2



## Conclusiones

- ? Las organizaciones de criadores están en proceso de fortalecimiento pasando de tipo reivindicativo a una organización de gestión empresarial en la comercialización de fibra.
- ? Lo importante de las experiencias de Acopio y Comercialización de fibra en vellón por categorías en Puno, es que los precios promedios han aumentado progresivamente por período, desde 6.50 hasta 10.10 soles por libra.
- ? Hay una ganancia de precio de S/. 2.20 por libra de fibra frente a la comercialización tradicional, cuya estructura todavía es vigente en gran parte.
- ? El volumen acopiado y comercializado por distintas modalidades en el año de 2005 es de 2,000.91 Quintales, que representa el 06 % de la producción total de la Región.
- ? Los precios promedios mas altos fueron alcanzados por Centro de Acopio de Santa lucía 12.13 soles por libra, seguido por Paratía y Pinaya
- ? Las Capacitaciones realizadas por Centro de Acopio ha contribuido en el fortalecimiento de los Comités y la participación de los productores, especialmente en la campaña de diciembre 2005, a pesar de factores desfavorables ocasionados por intermediarios. Constatándose mejor organización y la oferta de fibra por la modalidad de comercialización promovido.
- ? Hay progreso en la presentación de fibra Extra fina que en acopio de diciembre llegó a 27 % en Huacaya blanca, lo que indica el mejoramiento de la calidad en 3 años de experiencia.
- ? Los beneficiarios con esta modalidad de comercialización son 1230 familias en el período de acopio realizado.

## Bibliografía

1. IIDSA, 1,985 Razas de alpacas del Altiplano: Sury y Wacaya, UNA Puno.
2. Paniagua, A. 1996. Análisis comparativo del Proyecto de Desarrollo del Corredor Puno – Cusco, Lima Perú.
3. Pizarro, R. Camelidotecnia, CONCYTEC Imprenta Córdova System S.A. Lima Perú.
4. CONACS, 2005 Estrategia Nacional de Desarrollo Camélidos Domésticos en el Perú. MINAG. Lima Perú.
5. Claro, G. A. 2006. La cadena productiva de la fibra de camélidos en el Eje territorial Cusco- Puno- La Paz- Potosí. II Simposium internacional de Investigaciones sobre camélidos Sudamericanos- Arequipa Perú.

## DIFERENCIAS DE CALIDAD Y PROPORCIÓN DE DOWN EN MUESTRAS INDIVIDUALES DE VELLONES DE GUANACO DE DIFERENTES REGIONES DE ARGENTINA (*lama guanicoe*)

Sacchero Diego<sup>1</sup>, Maurino M<sup>a</sup> Julia, Von Thungen Julieta, Lanari M<sup>a</sup> Rosa

<sup>1</sup>Director Laboratorio de Fibras Textiles Bariloche. CC. 277, Bariloche 8400, Argentina.  
[dsacchero@bariloche.inta.gov.ar](mailto:dsacchero@bariloche.inta.gov.ar)

### Abstract

Individual fleece samples were analyzed (n=271) from guanacos grown in captivity at different farms in the Andes foothills (Patagonia and Cuyo), and patagonic plainlands and sea cost. The regions sampled had a important natural heterogeneity. With the object to establish if environment has an influence on quality of fibers produced by guanacos Mean Fiber Diameter (DMF), Standard Deviation (DS), Coefficient of Variation (CV) and Fibers coarser than 30,5 Microns (>30 $\mu$ ) were measured with Laserscan. Additionally, applying a separation criteria (down=fibers < 30  $\mu$ m; hairs=fibers > 30,5  $\mu$ m) and the Wildman/Bray formula, Down Proportion (PDown) was estimated. The applied model showed significance to all variables tested (p < 0,05).

Keywords: guanaco, fiber quality, fiber production, genetic improvement

### Introducción

Las fibras especiales, como las del guanaco, se destinan a la confección de prendas de alto valor. La Argentina tiene potencialidad para producir estas fibras en forma competitiva y en cantidades importantes para las economías regionales de Cuyo y Patagonia.

Estas fibras se producen en vellones de doble capa ya que las fibras finas y valiosas se presentan mezcladas y debajo de una cobertura de pelos largos y gruesos sin valor. Cuanto mayor es la proporción de fibras finas y, cuanto más finas sean éstas, mayor será la calidad del vellón.

El desarrollo de la producción de fibra de guanaco requiere conocer indicadores de calidad del vellón para la identificación de animales superiores. De igual modo es preciso conocer como influyen sobre la calidad de fibra factores no genéticos o ambientales.

La estimación de la proporción de ambos tipos de fibras presenta dificultades prácticas. Se ha propuesto la separación mecánica de down y pelo con equipos Shirley Analyser en muestras de caladura de fardos de Cashmere [2, 6]. Sin embargo la experiencia recolectada en INTA Bariloche es desalentadora en cuanto a la eficiencia de dicho equipo para separar pelo y down en muestras de vellón tomadas de la zona del costillar de vicuñas, guanacos y camellos (Sacchero y Carlino, 2003, sin publicar).

En muestras individuales es posible estimar la proporción de down y su diámetro medio basándose en el análisis de las distribuciones de diámetro de fibra. Relacionando cada tipo de fibras con su peso específico y su longitud, es posible aplicar la fórmula de Wildman/Bray [10] y estimar el rinde correspondiente de cada fracción. Lupton *et al.* [7] y Herrmann y Wortmann [5] desarrollaron y probaron métodos de estimación de rinde y calidad de Cashmere usando estos principios.

Uno de los factores no genéticos de mayor incidencia en la calidad de las fibras de origen animal es el factor ambiental. El clima y la vegetación afectan el rinde y la calidad de la lana en Patagonia [4], así como el clima en años sucesivos afecta la cantidad y calidad de mohair [9].

Las regiones de donde provienen las muestras estudiadas presentan una importante heterogeneidad natural dada principalmente por los gradientes de precipitaciones y temperaturas. El resultado es la formación de áreas ecológicas. La diversidad de las áreas en cuanto a clima y vegetación [1, 8] hace pensar que existen diferencias en el rinde y calidad de fibras de guanaco.

---

En este trabajo se analizaron muestras individuales de guanacos, criados en semicautividad, para calidad y proporción de down, provenientes de diferentes campos de la precordillera (Patagonia y Cuyo), la meseta y la costa patagónica, con el objetivo de establecer la influencia del ambiente en la calidad de las fibras producidas.

## Materiales y Métodos

### *Muestreo, submuestreo y preparación de muestras*

Se analizaron para Calidad y Proporción de Down un total de 271 muestras de guanacos individuales pertenecientes a 4 campos de la provincia de Río Negro (localidades de Ingeniero Jacobacci, El Cuy, Los Menucos y Valcheta), 1 campo de la provincia de Neuquen (localidad de Junín de los Andes) y 1 campo de la provincia de Mendoza (localidad de San Rafael).

Se obtuvieron submuestras usando un mini-calador (Minicore) las cuales consisten en recortes de fibras de 1.9 +/- 1 mm de longitud llamados *snippets*. Los *snippets* fueron lavados 2 veces con tricloroetileno y secados con un Snippets Drier.

### *Medición*

Los *snippets* lavados y secos fueron tratados de acuerdo al procedimiento de rutina para Medición de Diámetro Medio y Distribución de Diámetro de Fibra con el Sirolan Laserscan (Measurement of mean fibre diameter and determination of distribution of fiber diameter by the Sirolan-Laserscan measuring system, IWTO, 2001). Se midieron 4000 fibras por muestra. Las variables estimadas fueron Diámetro Medio de Fibras (DMF), Fibras Mayores de 30 Micrones (>30 $\mu$ ) y Diámetro Medio del Down (DMD) a partir de los archivos electrónicos que genera el equipo Laserscan.

### *Densidad de las fracciones de fibra*

Para aplicar la fórmula de Wildman es preciso conocer las densidades del down y del pelo. El valor aceptado para la densidad para las fibras down es de 1,31 g/cm<sup>3</sup> [10]. La densidad media de la fracción de pelos es variable dependiendo de la variabilidad en su medulación. Sin embargo en la norma IWTO 58-00 Análisis de fibras especiales, lana y sus mezclas con microscopio electrónico de barrido (Scanning electronic microscopic analysis of speciality fibers and sheep's wool and their blends), se recomienda el uso del mismo valor.

### *Criterio de separación de las fracciones down y pelo*

Se adoptó el criterio de clasificación de Lupton *et al.* [7]: fibras mayores a 30  $\mu$  fueron consideradas pelo y fibras iguales o menores a 30  $\mu$  se consideraron down.

### *Proporción de Down*

Se determinó la Proporción de Down mediante la fórmula de Wildman/Bray [10] tal que la proporción de peso de fibras finas en relación al peso de la muestra limpia (PDown) es:

$$P_{Down} = n_D \cdot (dm_D^2 + ds_D^2) / (n_D \cdot (dm_D^2 + ds_D^2) + n_P \cdot (dm_P^2 + ds_P^2)), \quad (2)$$

donde los subíndices D y P se refieren a down y pelo, respectivamente, tal que  $n_D$  y  $n_P$  son el número de fibras,  $dm_D$  y  $dm_P$  son los diámetros medios,  $ds_D$  y  $ds_P$  son los desvíos estándar del diámetro medio.

### *Análisis de los datos*

Se realizó un análisis mediante un modelo de efectos fijos para determinar si existían diferencias debidas al origen de las muestras.

El modelo lineal mediante el cual se realizaron los análisis de las variables de cada uno de los animales fue el siguiente:

$$y_{ij} = \mu + \alpha_j + e_{ij}$$

Donde:

$y_{ij}$  = variable para el individuo  $i$  en el campo  $j$

$\mu$  = media poblacional

$\alpha_j$  = efecto del campo  $j$  ( $j = 1; 7$ )

$e_{ij}$  = variable aleatoria del error del modelo ( $i = 1; 279$ ),  $e_{ij} \sim N(0; s^2 e)$

El vector de observaciones está compuesto por las siguientes variables: Diámetro Medio de Fibras (DMF), Fibras > 30 Micrones (> 30  $\mu$ ), Diámetro Medio del Down (DMD) y Proporción de Down (PDown).

Las diferencias debidas al efecto campo fueron analizadas usando análisis de varianza de mínimos cuadrados con los Procedimientos de Modelos Lineales Generales (GLM) de SAS (2002). Adicionalmente se realizó una comparación de medias mediante un Test de Tukey.

## Resultados y Discusión

El modelo aplicado fue significativo para todas las variables analizadas. Se demostró la influencia del efecto campo sobre la calidad de la fibra producida. Las diferencias podrían deberse al efecto del clima, la vegetación y/o el manejo de los animales.

Los resultados generales del análisis de las muestras se observan en la Tabla 1. La gran variabilidad en calidad se debería a que se trata de una especie silvestre.

En la Tabla 2 se observa los resultados del ANOVA, las medias para cada campo-locación. Es sabido que los campos representados utilizan diversas prácticas de manejo, sobre todo en la esquila. El acondicionamiento de los vellones (desborde de las zonas bajas, con pelos blancos, manchadas de materia fecal u orina) es una practica ampliamente difundida en ovinos a través del programa nacional PROLANA [11] y con incipiente difusión en guanacos, ya que en muchos casos se trata de los mismos esquiladores. Por otra parte algunos productores (Ingeniero Jacobacci y el Cuy) realizan una práctica llamada “desperrado” que consiste en quitar los pelos del vellón recién esquilado, operación que se realiza con cierta facilidad y que mejoraría marcadamente la proporción de down del vellón (J. von Thungen, comunicación personal). Esto podría estar demostrando los resultados obtenidos en Fibras > 30  $\mu$ , e indirectamente en los de Pdown.

A pesar de la cercanía geográfica el campo de Los Menucos difiere significativamente respecto a los otros ( $p < 0.05$ ) para Fibras >30 $\mu$  y para PDown, diferencias que podrían deberse a las practicas de esquila mencionadas.

Los resultados de este trabajo son novedosos en cuanto a la utilización de la determinación de DMD, esto permite determinar con mayor precisión la calidad de las fibras. Trabajos anteriores como el de Defosse y col., [3] informaron valores de diámetro medio de fibras sin discriminar por tipo de fibra (down y pelo).

Si bien existe potencial para producir fibras especiales superfinas, de alto valor, los niveles encontrados de contaminación con pelos muestran la necesidad de la aplicación de prácticas en la esquila o tecnologías de descordado para comercializar un producto acorde con las demandas de la industria.

## Bibliografía

1. Cabrera, A. 1971. Fitogeografía de la República Argentina. Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica, 14 : 1 - 42.
2. Couchman, R.C. 1986. The utilization of a modified Shirley analyzer (wool model) in dehairing Cashmere-down samples for greasy-yield testing. J. Text. Inst. 4: 255-261.
3. DEFOSSE, A.; GARRIDO, J. L.; LAPORTE, O.; DUGA, L. 1981. Cría de guanacos en cautividad, variación de su crecimiento y calidad de su lana. Comunicación Técnica N° 48 INTA.
4. Elvira, M. G.; Duga, L. 1986. Cambios operados en el sistema de comercialización y avances en el conocimiento de la calidad de sus lanas. Comunicación Técnica N° 38, INTA.
5. Herrmann, S.; Wortmann, F.-J. 1997. Opportunities for the simultaneous estimation of essential fleece parameters in raw Cashmere fleeces. Livestock Production Science 48: 1-12.
6. IWTO Specifications. IWTO 58-00: Scanning Electron Microscopic Analysis of Speciality Fibers and Sheep's Wool and Their Blends; IWTO 45-99: Determination of Cashmere down yield for core samples of Cashmere fiber, Woolmark Co., Ilkley, U.K.
7. Lupton, C.J.; Minikhiem, D.L.; Pfeiffer, F.A.; Marshall, J.R. 1995. Concurrent estimation of Cashmere down yield and average fiber diameter using the optical fiber diameter analyser. Proceedings of the ninth International Wool Textile Research Conference 28 June to 5 July 1995, Biella, Italy.
8. Parodi, L. 1964. Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería. Ed. Acme. Buenos Aires.
9. Taddeo, H.; Allain, D.; Mueller, J. P.; De Rochambeau, H. 1998. Factors affecting fleece traits of Angora goats in Argentina. Small Rum. Res. 28:293 – 298.

10. Wildman, A.B. 1954. The microscopy of animal textile fibers. Wool Industry Research. Association., Leeds, WIRA, 209 p.
11. [www.prolana.com.ar](http://www.prolana.com.ar)

Tabla 1: Resultados generales de calidad de fibras (n: 271)

Variable	Promedio	Límite de Confianza 95 % (+/-)	Mínimo	Máximo	Desvío Estándar	Error Estándar
Diámetro Medio de Fibra	15.49	0.19	12.65	23.11	1.59	0.10
Fibras > a 30 $\mu$ (%)	1.63	0.17	0.23	12.60	1.43	0.09
Diámetro de Down	15.01	0.17	12.38	21.38	1.41	0.09
Proporción de Down	84.23	1.10	57.54	98.56	9.23	0.56

Tabla N° 2: Comparación de medias mediante Test de Tukey

Variable	Significancia ANOVA	San Rafael (Mza)	Junín de los Andes (Nqn)	Valcheta (RN)	Ing. Jacobacci (RN)	El Cuy (RN)	Los Menucos (RN)
	<i>n : 271</i>	<i>n : 30</i>	<i>n : 101</i>	<i>n : 52</i>	<i>n : 34</i>	<i>n : 47</i>	<i>n : 6</i>
Diám. Medio Fibra ( $\mu$ )	**	14,49	15,03	17,47	14,53	15,36	17,78
		+/- 0,22	+/- 0,12	+/- 0,17	+/- 0,21	+/- 0,18	+/- 0,50
		a	a, b	c	a	b	c
Fibras > 30 $\mu$ (%)	**	0,90	1,77	2,91	0,52	0,77	4,91
		+/- 0,21	+/- 0,11	+/- 0,16	+/- 0,20	+/- 0,17	+/- 0,47
		a	b	c	a	a	d
Diám. Down ( $\mu$ )	**	14,20	14,45	16,70	14,37	15,14	16,39
		+/- 0,20	+/- 0,11	+/- 0,16	+/- 0,19	+/- 0,16	+/- 0,46
		a	a	c	a	b	b, c
Prop. Down (%)	**	89,32	79,68	77,45	94,54	93,26	64,87
		+/- 1,00	+/- 0,55	+/- 0,76	+/- 0,95	+/- 0,80	+/- 2,25
		b	c	c	a	a	d

Diferencias: ns, no significativo; \* significativo ( $p < 0,05$ ); \*\* significativo ( $p < 0,01$ ). Letras distintas corresponden a diferencias significativas ( $p < 0,05$ )

## **RESULTADOS PRELIMINARES DE ANÁLISIS DE FINURA POR CATEGORÍA DE EDAD Y SEXO EN DISTINTOS ESTABLECIMIENTOS DE LA PATAGONIA, ARGENTINA. (*Lama guanicoe* M.)**

von Thüngen J., Gálvez C. M.

INTA EEA Bariloche CC 277 Bariloche (8400) Río Negro  
jvthungen@bariloche.inta.gov.ar

### **Resumen**

El manejo de guanacos, especie autóctona de Argentina, sin dudas ha demostrado ser una alternativa económica para el pequeño y mediano productor, con el consiguiente aumento de criaderos inscriptos en distintas provincias de la Patagonia realizando experiencias de manejo de guanacos. La implementación de una propuesta de mejoramiento productivo requiere del conocimiento de la calidad de la fibra. Con el objetivo de obtener la información necesaria para caracterizar la fibra se analizaron muestras de fibras en distintos establecimientos por categoría de edad y sexo. Se analizaron un total de doscientas muestras obtenidas de la paleta. Se calcularon los promedios, desvío estándar de Largo de Mecha (LM) y de Diámetro Medio (DM) de Cobertura Baja. Se utilizaron las normas IWTO (International Wool Textile Organization) vigentes y los equipos Sirolan Laserscan y SLM (Staple Length Machine) para los análisis. Se observó un aumento en el DM a medida que los animales aumentan la edad tanto para hembras como para machos (Juveniles 15,33  $\mu\text{m}$ ; Adultos 17,20  $\mu\text{m}$  y Viejos 18,05  $\mu\text{m}$ ), en los establecimientos muestreados. El LM varía entre establecimientos. Estos resultados son preliminares y más información debe ser adjuntada que esta siendo analizada y procesada, para alcanzar una mayor precisión en las conclusiones.

Palabras clave: Finura, Fibras especiales, guanacos, camélidos, Patagonia

### **Introducción**

El valor económico de las especies de la fauna silvestre puede constituir tanto un riesgo como una oportunidad para su conservación. Es un riesgo porque suele provocar procesos de depredación y exterminio con el objetivo de obtener ganancias económicas inmediatas. Es una oportunidad porque, al ser una alternativa productiva pone en valor a la especie y su uso sustentable puede generar un estímulo económico para su conservación. El principal producto del sector productivo es la fibra, la transferencia de una metodología de uso adecuado de guanacos silvestres permitiría la utilización sustentable y propendería al cuidado de la especie. En vista de que esta especie se encuentra comprendida en el Apéndice II de CITES, se propuso el Plan Nacional de Manejo que a través de un largo proceso e intenso trabajo se encuentra aprobado y en uso, con un total de 23 criaderos inscriptos en las provincias patagónicas (von Thüngen, no publicado).

Actualmente se encuentran en desarrollo dos sistemas de producción diferentes: a) Unidades de cría en semicautiverio, y b) Unidades de manejo de poblaciones silvestres que realizan captura y esquila en vivo mediante un corral-trampa. Las experiencias realizadas y la información que surge de las mismas han mostrado resultados diversos en cuanto al éxito de captura, además de observarse una gran variabilidad en la cantidad y calidad de fibra. Con la finalidad de aportar criterios para poner en valor la fibra como un producto de esta especie se trabajó en la recopilación y sistematización de datos existentes a fin de generar información que permitan caracterizar y cuantificar mejor este producto, y así manejar la especie con mayor conocimiento.

## Material y Métodos

El presente trabajo analizó muestras de paleta de los vellones esquilados según Defosse [1], de tres establecimientos de la Patagonia Argentina, dos situados en la Provincia de Neuquén y uno en Río Negro.

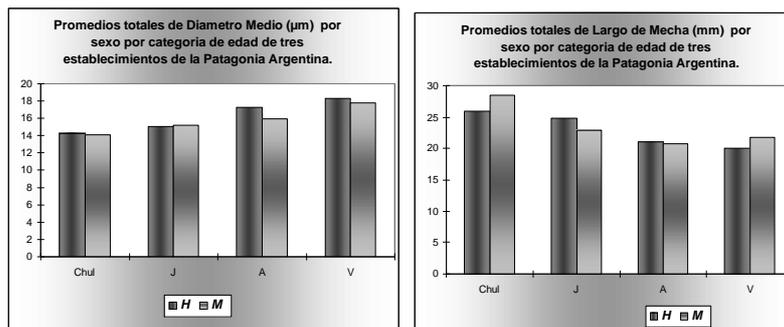
Los datos fueron analizados por establecimiento, separados por categoría de sexo y edad, y tratados de acuerdo a las especificaciones de las normas International Wool Textile Organization [2].

Se determinó: el promedio, Desviación estándar (Dst), Coeficiente de variación (CV) del Diámetro Medio Down (DM) con equipo Sirolan Laserscan y el promedio del Largo de Mecha (LM) para el down de la fibra con equipo Staple Length Machine (SLM). Se calcularon los promedios de los datos totales para los establecimientos: Cabeza de Vaca (CDV), Los Peucos (ELP) y La Constancia (ELC). Los datos también fueron analizados por sexo y por categoría de edad para los parámetros DM y LM, por tratarse de los principales parámetros que caracterizan la calidad de la fibra.

Se realizaron análisis estadísticos descriptivos y análisis de variancia (ANOVA) con programa SAS (versión 8). Las diferencias fueron posteriormente testeadas por el teste Tukey. Las diferencias entre tratamientos y los valores fueron testeados y considerados para ser significativos para  $p < 0,05$  y  $p < 0,01$ .

## Resultados y Discusión

Los promedios por establecimiento para el DM fueron de: CDV  $16.73\mu\text{m}$ , ELP  $14.45\mu\text{m}$  y ELC  $14.6\mu\text{m}$  (Gráfico 1); y para el LM fueron de: CDV 20 mm, ELP 26.85 mm y ELC 24.07 mm (Gráfico 2).



Algunos establecimientos no contaban con representación para todas las categorías de edad o el número de animales era muy pequeño por tratarse de emprendimientos nuevos, lo que conllevó a que se realizaran análisis estadísticos entre categorías de edad sin tener en cuenta los establecimientos.

Se observó un aumento del DM con la edad tanto para hembras como para machos sin embargo el LM varió entre establecimientos. Los análisis comparativos entre categorías de edad, demostraron que el DM fue significativo ( $p < 0,05$ ) para todas las categorías (Tabla 1), lo que sugiere que en guanacos ocurre lo mismo que se observó en otras especies. Mueller [3] y Casariego y col. [4] demostraron que el DM de la fibra de cabras Angora varía fuertemente con la edad. McGregor [5], comprobó que lo mismo ocurría en cabras Angora Australianas y con cabras cashmere. El mismo autor en colaboración con Butler [6] al realizar estudios con alpacas verificaron que el DM de las fibras está correlacionado con la edad. Frank y col. [7] comprobaron en llamas que era notable el incremento del DM a partir de la 2<sup>a</sup> esquila (3 años). Ya el LM, datos presentados en la Tabla 1, fue significativo ( $p < 0,05$ ) solo entre las categorías Chul - J, Chul -V y Chul - A. Es conveniente resaltar que la categoría Chul estaba representada por una sola estancia.

Tabla 1. Medidas promedios de Diámetro Medio (DM) ( $\mu\text{m}$ ) y Largo de Mecha (mm) por categoría de edad de la fibra de guanacos de la Patagonia. (n total= 157). Desvío Standard de DM (Std D DM), Error Standard de DM (Std E DM) y Promedio de LM (LM) , Desvío Standard de LM (Std D LM), Error Standard de LM (Std E LM).

Categ de Edad	Chulengos	Juveniles	Adultos	Viejos
n	72	46	26	13
DM	14.18*	15.12*	16.72*	17.94*
Std D DM	0.65	0.86	1.68	1.44
Std E DM	0.08	13	0.33	0.4
LM	27.19 <sup>1</sup>	23.62	20.95	21.23
Std D LM	8.89	5.1	2.26	4.44
Std E LM	1.05	0.75	0.44	1.23

\* Medidas que difieren significativamente ( $p < 0.05$ ) entre categorías de edad

<sup>1</sup> Categoría Chulengos difiere significativamente ( $p < 0.05$ ) de las demás categorías.

Al comparar los datos de DM por sexo, se observó que las hembras presentaban diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) entre las categorías de edad: V- J, V- Chul, A – J y A- Chul, y los machos tuvieron diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) entre: V- Chul, V- J, V- A, A- Chul y J- Chul. En ambos sexos no hubo diferencias significativas para el LM (Tabla 2).

Tabla 2. Medidas promedios de Diámetro Medio (DM) ( $\mu\text{m}$ ) y Largo de Mecha(LM) (mm) por categoría de edad y por sexo de la fibra de guanacos de la Patagonia. (n= 157). Desvío Standard de DM (Std D DM), Error Standard de DM (Std E DM) y Promedio de LM (LM), Desvío Standard de LM (Std D LM), Error Standard de LM (Std E LM).

Categ de Edad	Chulengos		Juveniles		Adultos		Viejos	
	Machos	Hembras	Machos	Hembras	Machos	Hembras	Machos	Hembras
Numero de muestra	35	37	30	16	10	16	9	4
DM	14.07 <sup>3</sup>	14.28 <sup>1</sup>	15.18	15.01 <sup>2</sup>	15.94	17.2	17.8 <sup>4</sup>	18.26
Std D DM	0.56	0.72	0.85	0.89	1.32	1.72	1.67	0.85
Std E DM	0.09	0.12	0.16	0.22	0.42	0.43	0.56	0.43
LM	28.5	25.95	22.99	24.8	20.8	21.04	21.78	20
Std D LM	8.92	8.79	5.03	5.2	1.75	2.58	5.33	0
Std E LM	1.51	1.45	0.92	1.3	0.55	0.64	1.78	0

<sup>1</sup> Medidas de Categoría Chulengos difieren significativamente ( $p < 0,05$ ) de las categorías Adultos y Viejos;

<sup>2</sup> Medidas de Categoría Juveniles difieren significativamente ( $p < 0,05$ ) de las categorías Adultos y Viejos;

<sup>3</sup> Medidas de Categoría Chulengos difieren significativamente ( $p < 0,05$ ) de las demás categorías;

<sup>4</sup> Medidas de Categoría Viejos difieren significativamente ( $p < 0,05$ ) de las categorías Adulto y Juveniles.

Para las categorías Adultos y Juveniles se realizaron analices comparativos entre estancias, los datos son presentados en la Tabla 3.

Tabla 3. Medidas promedios de Diámetro Medio (DM) ( $\mu\text{m}$ ) y Largo de Mecha (LM) (mm) para las categorías de edad Adulto y Juveniles de la fibra de guanacos de la Patagonia. Desvío Standard de DM (Std D DM), Error Standard de DM (Std E DM) y Promedio de LM (LM), Desvío Standard de LM (Std D LM), Error Standard de LM (Std E LM).

Categ de Edad	CD		EL		EL	
	Juveniles	Adultos	Juveniles	Adultos	Juveniles	Adultos
n	18	20	24	3	4	3
DM	15.33	17.2 <sup>1</sup>	15.06	15.21	14.54	14.69
Std Dev DM	0.62	1.53	0.97	0.54	0.97	1.33
Std Error DM	0.15	0.34	0.2	0.31	0.48	0.77
LM	20	20 <sup>2</sup>	26.35 <sup>3</sup>	24.77	23.55	23.47
Std Dev LM	0	0	5.18	1.66	6.85	4.54
Std Error LM	0	0	1.06	0.96	3.42	2.62

<sup>1</sup> Medidas de Categoría Adulto de CDV difieren significativamente ( $p < 0,05$ ) de ELC;

<sup>2</sup> Medidas de Categoría Adulto de CDV difieren significativamente ( $p < 0,05$ ) de ELC y ELP;

<sup>3</sup> Medidas de Categoría Juveniles de CDV difieren significativamente ( $p < 0,05$ ) de ELP.

Parece ser que el sexo no influencia en la característica de la fibra como demostraron los resultados de los análisis estadísticos, que para el total de muestras analizadas ( $n=157$ ) no hubo diferencia significativa ( $p < 0,05$ ) entre sexos.

Un estudio realizado por Mueller y col. [8] con ovejas merino demostró que el sexo no influencia en el crecimiento del vellón y largo de fibra. Estudios recientes comprobaron que el DM de la fibra esta asociado al hábito alimentario en cabras cashmere [5] y [9], sin embargo no se observó lo mismo en llamas y alpacas [10] y [11]. Restall y col. [12] comprobaron en cabras cashmere, que el DM es mayormente afectado por la nutrición y el crecimiento de la fibra estaría influenciado por los efectos de las estaciones del año.

Para el caso de CDV, sería interesante profundizar los estudios, dado que presentó un largo de mecha muy pequeño, con diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) para las dos categorías. Ese establecimiento se encuentra localizado en un ambiente con particularidades diferentes al resto, ya que se encuentra en el área fitogeográfica de Monte, con una calidad de forraje diferente y deteriorado, con una muy baja receptividad ganadera [13].

## Conclusión

Es evidente que la bibliografía si bien presenta algunos trabajos con camélidos, aun no reúne la información necesaria para comprender y determinar lo factores que determinan el crecimiento y la calidad de la fibra. Desde el punto de vista productivo, reconocer los factores ambientales y fisiológicos que influyen en la calidad de su fibra es fundamental para adecuar la estrategia de calidad y producción y los objetivos eventuales de mejora genética. Por lo tanto, las líneas de investigación deben cubrir aspectos referidos tanto al conocimiento de la biología de la fibra y los factores que la afectan.

## Bibliografía

1. Defosse, A., Garrido, J. L., Laporte, O. y Duga, L. 1981 Cría de guanacos en cautividad, variación de su crecimiento y calidad de su lana Comunicación Técnica Área Producción Animal INTA EEA Bariloche N<sup>o</sup>. 48:3-17
2. IWTO 2003 Measurement of the mean and distribution of fibre diameter using the Sirolan Laserscan fibre diameter analyzer International Wool Textile Organization, Specification IWTO-12-03.
3. Mueller, J. P. (1983). Experiencias en selección de caprinos angora. Comunicación Técnica Área Producción animal. INTA EEA Bariloche n<sup>o</sup>. 222
4. Casariego, H. M., Campbell G. y Somlo, R., 1982. Análisis de la variación de los parámetros de producción y calidad del Mohair con la edad del caprino angora. Comunicación Técnica Área Producción animal. INTA EEA Bariloche n<sup>o</sup>. 162

5. MacGregor, B.A. 1998 Nutrition, management and other environmental influences on the quality and production of mohair and cashmere with particular reference to Mediterranean and annual temperate climatic zones: a review. *Small Ruminant Research* N<sup>o</sup>. 28: 199-215 (203, 204, 206)
6. MacGregor, B.A. y Butler, K.L. 2004 Sources of variation in fibre diameter attributes of Australian alpacas and implications for fleece evaluation and animal *Australian Journal of Agricultural Research* N<sup>o</sup>. 55 (4): 433-442
7. Frank, E. N., Nuevo Freire, C. M. y Morini, C. L., 1985. Contribución al estudio de las características físicas del vellón de llama. *Rev. Argentina de Producción Animal* V 5 (7-8): 513-521.
8. Mueller, J. P, Duga, L., Giraud, C. y Bidinost, F, 2001. Calidad de vellones en una majada merino de la Patagonia. *Comunicación Técnica Área Producción animal. INTA EEA Bariloche* n<sup>o</sup>. 391
9. MacGregor, B.A. y Umar, M.Z.. 2000 Production and quality of cashmere grow by adult wether goats fed low quality forage with supplements of either whole barley or lupin grain *Australian Journal of Agricultural Research* N<sup>o</sup>. 40: 795-804
10. Russel, A.J.F. y Redden, H. 1993 Effects of season and nutrition on fibre growth in llamas *European Symposium on South American Camelids, Bonn, Germany* 179-186 (185)
11. Russel, A.J.F., Redden, H. y Kay, J. 1994/95 The effects of nutrition on fibre characteristics and production in the alpacas fine *Fibre News, Newsletter of the European Fine Fibre Network* N<sup>o</sup>. 4: Winter 17-18
12. Restall, B. J., Restall, H., Restall, M. y Parry, A., 1994. Seasonal production of cashmere and environmental modification in Australian cashmere goats. *European Fine Fibre network, Occasional Publication* n<sup>o</sup> 2:63-73.
13. Siffredi, G. Ayesa, J., Lopez, C. y Umaña, F., 2006. Evaluación del estado de los recursos forrajeros del Establecimiento Cabeza de Vaca. Área de Evaluación en Recursos Naturales – Laboratorio de Teledetección- SIG. INTA EEA Bariloche.

### **Bloque Carne**

Chañi Silvia, Lobo Manuel, Samman Norma - Caracterización de La Faena de Camélidos en la Provincia de Jujuy – Posibilidades de Implementacion de BPM Y POES

Lobo Manuel, Amaya Argentina, Sammán Norma - Producto Cárnico Fermentado conn Carne de Llama

Peredo Lucho, Vilca Miguel, Dávalos Rosa -

Riveros F. José Luis, Bonacic S. Cristian, Bas M Fernando - Desarrollo de Jamón Crudo y Carne Fresca de Guanaco (*Lama Guanicoe*) en la Zona Central de Chile

## **CARACTERIZACION DE LA FAENA DE CAMELIDOS EN LA PROVINCIA DE JUJUY – POSIBILIDADES DE IMPLEMENTACION DE BPM y POES**

Chañi Silvia, Lobo Manuel, Samman Norma

Cátedra de Bioquímica de los Alimentos. Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Jujuy  
Av. Italia esq. Martiarena. San Salvador de Jujuy (4600). Jujuy. Argentina. Tel. 54-388-4221590  
[nsamman@fi.unju.edu.ar](mailto:nsamman@fi.unju.edu.ar)

### **Resumen**

Se trabajó en la cadena de producción de carne de llamas para garantizar inocuidad y conservación de los atributos nutricionales, sin dejar de lado las costumbres y tradiciones del lugar.

El consumo de carne de llama en la región de la Puna de la provincia de Jujuy muestra una tendencia creciente en los últimos años. Actualmente las faenas son realizadas a campo, aplicando prácticas ancestrales sin las condiciones higiénico-sanitarias necesarias para la comercialización fuera de la zona de producción.

Se evaluó la faena a campo en el CEA-INTA Abra Pampa y se ensayaron faenas en matadero rural de la ciudad de Abra Pampa y matadero frigorífico categoría “C” ubicado en zona de los valles de la provincia. Se realizaron análisis

microbiológicos de muestras de carne, agua, ambiente, utensilios y manos de operarios en cada faena. Se realizaron recuentos de Microorganismos Aerobios Totales, Coliformes Totales, Hongos y Levaduras y Estafilococos coagulasa positiva. Se determinó presencia de Escheriquia Coli y aislamiento de Salmonella sp. y Pseudomona aeruginosa. La faena, el transporte y la comercialización de carne de llama no se realizan bajo normas establecidas. Si bien la carne producida cumple con los requisitos microbiológicos exigidos para su consumo, la posterior manipulación es incorrecta por falta de hábitos higiénicos y procedimientos operativos en toda la cadena productiva. Es necesario capacitar en manejo higiénico-sanitario apropiado y tecnología de producción cárnica. Se desarrolló un protocolo de calidad aplicable a la faena a campo, el cual incluye la capacitación continua, mejoras edilicias y procedimientos operativos.

## **Introducción**

Los Camélidos domésticos cumplen, desde hace miles de años, un papel importante en la economía de los habitantes andinos porque son productores de carne, fibra y cuero [1]. Son capaces de vivir, reproducirse, producir y brindar servicios en ambientes con insalvables restricciones, lo cual es imposible para otras especies ganaderas tradicionales. Esto impulsa a su desarrollo ya que constituye un recurso pecuario insustituible y una ayuda importante para la población del norte argentino [2].

Entre los productos que se obtienen, la carne tiene especial interés ya que es una de las fuentes proteicas más importantes. El consumo de carne de llama de la región de la Puna en la provincia de Jujuy muestra una tendencia creciente en los últimos años. Sin embargo se crían en forma tradicional, no siempre en forma eficaz, lo que impide alcanzar su verdadero potencial productivo. El manejo propiamente dicho del rebaño es realizado con la participación de todos los miembros de la familia y generalmente no se maneja parámetros y registros de producción y reproducción.

Estos animales alimentados con pasturas naturales, abundantes en las épocas de lluvia, sin ningún tipo de suplementos o estimulantes artificiales, conforman un producto ecológico con un gran valor agregado para consumidores exigentes [3].

Las evaluaciones nutricionales como parte de las investigaciones científicas realizadas en carne de llama muestran la importancia de sus cualidades nutricionales, hacen que la misma sea considerada un producto regional auténtico y original con todo un pasado histórico y cultural.

En este trabajo se estudió la posibilidad de optimizar la producción de carne de llama para garantizar inocuidad y conservación de los atributos nutricionales, sin dejar de lado las costumbres y tradiciones del lugar, a través de diferentes sistemas de gestión de inocuidad como Buenas Practicas de Manufactura (BPM), Sistema de Análisis de Peligros y Control de Puntos Críticos (HACCP), entre otros [4].

En general la faena y comercialización de la carne de llama se realiza en condiciones deficientes de higiene, sin un procedimiento de faena adecuado y sin control sanitario permanente, esto influye notablemente en la calidad y el nivel de consumo de esta carne frente a la de otras especies, el producto es subvalorizado culturalmente y además aumentan los riesgos de enfermedades de origen alimentario. Por otro lado, con la industria turística, se ha incluido la carne de llama en platos tradicionales como atractivo para las personas que visitan la región, situación que justifica medidas inmediatas en el proceso de producción para asegurar inocuidad. Además actualmente los productores y gobiernos municipales encaran la organización de un sello de calidad u origen que garantice atributos de valor diferenciadores, tales como el tenor de proteínas y lípidos en el aspecto nutricional y/o el origen orgánico.

## **Materiales y Métodos**

Se describió la cadena productiva informal para la carne de llama desde su producción primaria hasta la comercialización; las condiciones estructurales e instalaciones de los establecimientos disponibles para la faena, las condiciones en que se realiza la faena a campo y las que podrían realizarse en mataderos, demostradas experimentalmente a través de cámara de video y fotográfica. En cada faena se reconocieron tres etapas; prefaena, faena y posfaena.

Se evaluaron las condiciones ambientales de temperatura, humedad relativa y carga microbiana ambiental por exposición de medios de cultivo estériles.

Se realizaron análisis microbiológicos para evaluar la contaminación y condiciones de higiene en los 3 tipos de faena ensayados. La metodología empleada para el desarrollo de las determinaciones microbiológicas fue la indicada en ICMSF (1983) [5] y las especificaciones microbiológicas del SENASA fueron extraídas de Sobol (1995) [6].

Las tres faenas estudiadas fueron:

- Faena a campo (F1): se realizó en el CEA Abra Pampa del INTA ubicado en Ruta Provincial N° 11 Km 20 Miraflores, Abra Pampa
- Faena en matadero rural (F2): se realizó en el establecimiento ubicado en la ciudad de Abra Pampa situado a 280 Km de San Salvador de Jujuy
- Faena en Matadero tipo "C" (F3): se realizó en el establecimiento frigorífico "La Ganadera" ubicado en la ciudad de Perico a 45 km de San Salvador de Jujuy

En F1 y F2 se se utilizaron llamas de 10 y 4 años y capones de 2 años de edad provistos por el INTA CEA-Abra Pampa. En F3 se utilizaron capones de 2 años de edad criados en la localidad de Juan Galán, provincia de Jujuy.

En todos los casos se evaluaron los procedimientos y condiciones operacionales que faciliten la producción de la carne con calidad e inocuidad. Los puntos considerados para la evaluación, se establecieron según lo propone el Reglamento Técnico Mercosur [7] sobre las condiciones higiénico-sanitarias y de buenas prácticas de elaboración para establecimientos elaboradores/ industrializadores de alimentos en su RES N° 80/96

Se analizaron microbiológicamente muestras de carne, agua, ambiente, utensilios, superficies y manos de operarios.

Los cortes mayoristas estudiados fueron paleta (PA), pierna (PI), Lomo (LO) y Cogote (CO). Las muestras se tomaron en las faenas inmediatamente después de despostada las medias reses. Se trasladaron hacia el laboratorio refrigeradas, donde se comenzó el procesamiento según las indicaciones de la ICMSF (1983) [5].

Se realizaron recuentos en placa de microorganismos aerobios mesófilos, Coliformes totales, mohos y levaduras y Estafilococos coagulasa positivo. Determinación de Coliformes de origen fecal, presencia de *Escherichia coli* y aislamiento de *Salmonellas* sp.

## Resultados

La Provincia de Jujuy cuenta con la ley N° 4705 desde el año 1996 que establece que la cría de camélidos es una actividad ganadera y autoriza la faena, transporte y consumo de carne según las leyes Nacionales o Provinciales.

La producción de llamas es reducida, casi para autoconsumo y la situación social de los habitantes de la zona afecta en gran medida el aumento de la producción; Las majadas o grupo de animales no llegan a más de 30 cabezas por familia, aunque también existen algunos productores pequeños con 200 a 250 cabezas y unos pocos con alrededor de 2000 animales.

En la actualidad la carne de llama es demandada con un abastecimiento constante por empresarios hoteleros y restaurantes para sumarla a los atractivos turísticos, así lo muestra el incremento en el ingreso de carne al mercado de San Salvador de Jujuy.

Los animales son usualmente criados en condiciones extensivas y tradicionales, no hay instalaciones, por lo tanto no hay manejo, son libres para ramonear y beber agua de los espejos existentes. Manifiestan los pobladores que los animales se mantienen juntos durante todo el año, tienen un macho para un número variable de hembras.

El mayor número de cabezas se encuentra en el departamento de Cochinoca en la localidad de Abra Pampa. Para los lugareños es costumbre faenar los animales en sus domicilios, al aire libre, como se hace con el ganado menor en el campo; se obtiene una carne de características aceptables aparentes donde no se registra casos de infecciones intestinales causada por alimentos. No obstante el almacenamiento y el transporte no se realizan en buenas condiciones y esto trae aparejado su rápido deterioro. Controlando humedad y temperatura durante el transporte y la comercialización y manipulando correctamente la carne se lograría mayor tiempo de conservación.

La venta de carne se realiza directamente del productor a otros lugareños, carniceros del Mercado Central de la ciudad de San Salvador de Jujuy; a transportistas que hacen llegar el producto a la frontera con Bolivia, a vendedores ambulantes de la ciudad de San Salvador, que ofrecen el producto a menor precio en sus hogares, eludiendo la inspección bromatológica y el control comercial y a propietarios de hoteles y restaurantes de localidades turísticas como Purmamarca, Humahuaca y Tilcara en la zona de Quebrada.

Para comparar las distintas faenas estudiadas, se describe cada una, por etapas y por operación en los 3 lugares. De este estudio se observa la ausencia de la etapa izado, desangrado incorrecto, condiciones de oreo inapropiadas y la falta de higiene en los procedimientos.

En F1 las muestras analizadas microbiológicamente no superan los límites establecidos por el SENASA o el CAA para carne bovina fresca, los cuales indican para bacterias aeróbicas mesófilas un valor de  $1 \times 10^6$  ufc/gr, flora micótica total  $11 \times 10^2$  ufc/gr, donde las levaduras pueden estar presentes en  $1 \times 10^3$  ufc/gr; probablemente las condiciones de tiempo y temperatura durante la faena hayan sido un factor determinante en la multiplicación de las

mismas. Las determinaciones para Coliformes totales, *Estafilococo aureus*, *Escherichia coli* y *Salmonella* de las muestras fueron negativas en todos los casos.

En F2 los valores del recuento de bacterias aeróbicas mesófilas en todas las muestras analizadas son inferiores a  $1 \times 10^6$  Ufc/gr, Las muestras de CO y LO superan los valores de Coliformes totales, *Stafilococos aureus* y hongos y levaduras indicados por el SENASA. No se observó presencia de *Escherichia coli* y *Salmonella* sp. En ninguna de las muestras analizadas.

En F3 solo el recuento de Coliformes totales supera los límites establecidos (por problemas en la cloración del agua de tratamiento).

Los procedimientos operativos de limpieza en F1 y F2 están prácticamente ausentes, como así también cualquier cuidado en el tratamiento del animal en la prefaena.

## Conclusiones

Se propone la elaboración de un Protocolo de Calidad para la cadena productiva de carne de llama con aspectos básicos para ser usados como herramienta en la obtención de productos de calidad diferenciada. Estos puntos básicos tratan de especificaciones técnicas del producto “carne de llama” como un producto fresco producido en la región Puna, en la provincia de Jujuy, bajo condiciones sanitarias: faenado, transportado y almacenado en total cumplimiento de la reglamentación vigente.

Los puntos salientes del documento contemplan:

- Buenas prácticas de manejo agropecuario: principalmente para evitar transmisión de enfermedades con rotación de los campos de parición, empadre y manejo reproductivo.
- Prefaena: selección de los animales por edad, peso y estado sanitario (preferentemente capones de 2 – 4 años de edad), posibilidad de campos de engorde o terminación. Procedimientos operativos para captura, transporte y descanso del animal con mínima generación de estrés.
- Faena: adaptación de los mataderos “a campo” para cumplir minimamente con la reglamentación vigente (pisos, techos, izado del animal, provisión de agua, etc.) en todas las etapas. Confección de procedimientos operativos y de higiene y sanitización.
- Transporte y comercialización: mantenimiento de la cadena de frío y organización de cortes mayoristas.
- Capacitación: organización de cursos de capacitación nutrición, higiene alimentaria y producción y comercialización de carne de llama

## Bibliografía

- [1] Hansen, E. W. (1994) Los camélidos sudamericanos y la puna jujeña. Aclimatación en ambientes extra andinos Edición conjunta Universidad de Jujuy e Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria CHA. Salta-Jujuy.
- [2] Arévalo, S. (1995) Nuevos Recursos Alimenticios: Los Camélidos Sudamericanos. Universidad Católica Argentina. Facultad de Ciencias Agrarias. Buenos Aires. Ed. UBA
- [3] Andersen, M Y Pazderka, C. (2003). ¿Es la certificación algo para mí? - Una guía práctica sobre por qué, cómo y con quién certificar productos agrícolas para la exportación. Series de Publicaciones RUTA. Unidad Regional de Asistencia Técnica. RUTA-FAO. San José, Costa Rica.  
<http://www.rlc.fao.org/prior/desrural/agroindustria/pdf/guia.pdf>  
<http://www.rlc.fao.org/opinion/anterior/2002/tartanac.htm>
- [4] GMP / HACCP. Buenas prácticas de manufactura (GMP) y análisis de peligros y puntos críticos de control (HACCP). Guía breve desarrollada en INPPAZ sobre la aplicación del Sistema HACCP. (2004). PANALIMENTOS.ORG. <http://www.panalimentos.org/haccp2/GUIABREVE.htm>  
<http://www.panalimentos.org/haccp2/GUIA7.htm>
- [5] Microorganismos de los alimentos. Técnica de análisis microbiológicos The International Comisión on Microbiological Specifications for Foods, (1983). Ed. Acribia. Zaragoza. España.
- [6] SOBOL, R; Ruscica, M; Fourcade, L. (1995) Manual de procedimientos para análisis microbiológico de alimentos. Cátedra de Microbiología de los Alimentos. Editorial UADE. Buenos Aires Argentina.

[7] Comisión Mercosur (1998) Reglamento Técnico MERCOSUR sobre las condiciones higiénico sanitarias y de buenas practicas de elaboración para establecimientos elaboradores/industrializadores de alimentos. Resolución N° 80/96. Editorial Macchi.

## **PRODUCTO CARNICO FERMENTADO CON CARNE DE LLAMA**

Lobo Manuel, Amaya Argentina, Sammán Norma

Cátedra de Bioquímica de los Alimentos. Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Jujuy  
Av. Italia esq. Martiarena. San Salvador de Jujuy (4600) Jujuy. Argentina. Tel. 54-388-4221590  
[nsamman@fi.unju.edu.ar](mailto:nsamman@fi.unju.edu.ar)

### **Resumen**

Con el objeto de estudiar el comportamiento de la carne de llama, producida en la puna jujeña, en la elaboración de productos fermentados se preparó un salame. El animal, capón de 2,5 años, fue faenado a campo en el CEA - INTA Abra Pampa. Se utilizó el corte pierna para la elaboración.

El salame se preparó con carne de llama (80%) y grasa de cerdo (20%). Se utilizó un fermento láctico iniciador preparado con cepas aisladas por el CERELA: *Lactobacillus Plantarum* CRL 681 y *Stafilococos Carnosus*. Además se agregó sal, pimienta blanca, azúcar, nitrito de sodio, polifosfatos y ajo y clavo de olor hervidos en vino blanco. La masa resultante presentó una humedad del 60%, actividad de agua de 0,978 a 20°C y pH de 5,96.

Se fermentó por 48 horas a 30°C y 95% de humedad relativa ambiente. El secado y madurado se realizó en cámara con humedad relativa decreciente de 90 a 75% y temperaturas de 20 a 15°C, durante 3 semanas. La pérdida de peso total llegó al 30 % y el producto final presentó una humedad del 41,4% y actividad de agua de 0,929, el pH luego de alcanzar un mínimo de 4,86 a los cuatro días de proceso, llegó al valor final de 5,30.

Las condiciones microbiológicas, fisicoquímicas y composición proximal muestran un alimento con características semejantes a los preparados con carne vacuna o porcina. Más aún, presenta sabor y olor distintivos, característicos, conformando un producto de alto potencial para el mercado turístico.

### **Introducción**

La elaboración de productos cárnicos derivados de la carne de llama es una posible fuente de ingresos que aún no se explota correctamente en la zona andina de la provincia de Jujuy [1]. Los productos fermentados, como el salame, tienen en general un valor agregado alto, pueden producirse prácticamente sin inversiones elevadas y se pueden conservar durante largos períodos de tiempo a temperatura ambiente [2, 3]. En su formulación se pueden utilizar cortes de carne desaprovechados en la comercialización como carne fresca como el cogote y recortes en general. Las condiciones climáticas de la zona caracterizadas por bajas temperatura y humedad relativa ambiente [4] pueden retardar el fermentado y producir encostramiento superficial en el secado, por lo que el agregado de fermentos iniciadores es una buena alternativa para conseguir la acidificación de la masa cárnica en forma eficiente y rápida [5]; acortando el período de producción y protegiendo el producto con una barrera natural y sencilla al deterioro microbiano.

### **Materiales y Métodos**

Animales: fueron provistos por el Campo Experimental de Altura Abra Pampa del INTA- Provincia de Jujuy. Se utilizaron capones de 2 a 3 años de edad alimentados con pasturas naturales.

Faena: Se realizó a campo, según costumbres de la zona. Consistió en aturdimiento, desangrado, descuerado, eviscerado y despiece. Las características microbiológicas de la carne cumplió con las exigencias del Código Alimentario Argentino para este tipo de productos [6]. El peso vivo de los animales fue de 70 Kg aproximadamente.

Rigor Mortis: En base a estudios previos en la instalación y resolución del rigor mortis en carne de llama [7], se conservó la misma a temperaturas moderada (10 °C) hasta la instalación del rigor (aproximadamente 20 hs) y resolución del mismo (2 días).

Composición proximal: se usaron métodos oficiales AOAC: Preparación de muestra Método AOAC 983.18; humedad Método AOAC 950.46B; lípidos Bligh and Dyer, determinación de nitrógeno total y proteínas Método AOAC 428.08, determinación de cenizas Método AOAC 920.153, Contenido de cloruro de sodio Método AOAC 963.013.

Medidas fisicoquímicas: se utilizó un Peachímetro Mettler Toledo con electrodo de penetración Mettler-Toledo INLAB 427. Equipo medidor de actividad de agua AQUALAB modelo 3 TE.

Caracterización microbiológica: Se realizaron análisis microbiológicos sobre la carne de llama, masa o pastón y salame. Se determinó: mesófilos totales (AOAC 988.18); hongos y levaduras (ICMSF, 1983), Estafilococos carnosus (AOAC 987.09) y bacterias lácticas (ICMSF, 1983) [8].

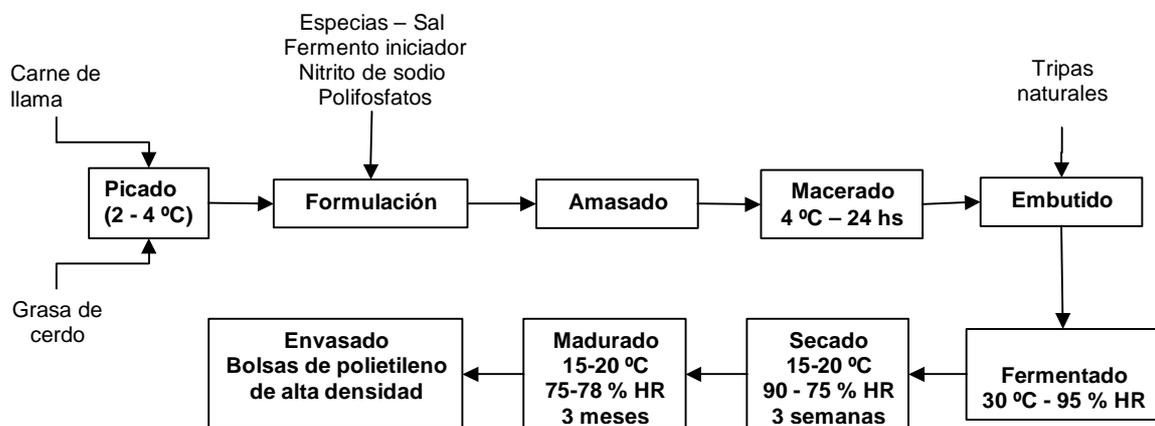
Componentes y aditivos: grasa de cerdo, fermento láctico iniciador: Lactobacillus plantarum CRL 681 y Stafilococos Carnosus, sal, pimienta blanca, azúcar, nitrito de sodio, polifosfatos y ajo y clavo de olor hervidos en vino blanco.

Equipamiento de proceso: picadora de carne, amasadora y embutidora manual. Envasadora al vacío. Cámara de fermentado y secado.

## Resultados y Discusión

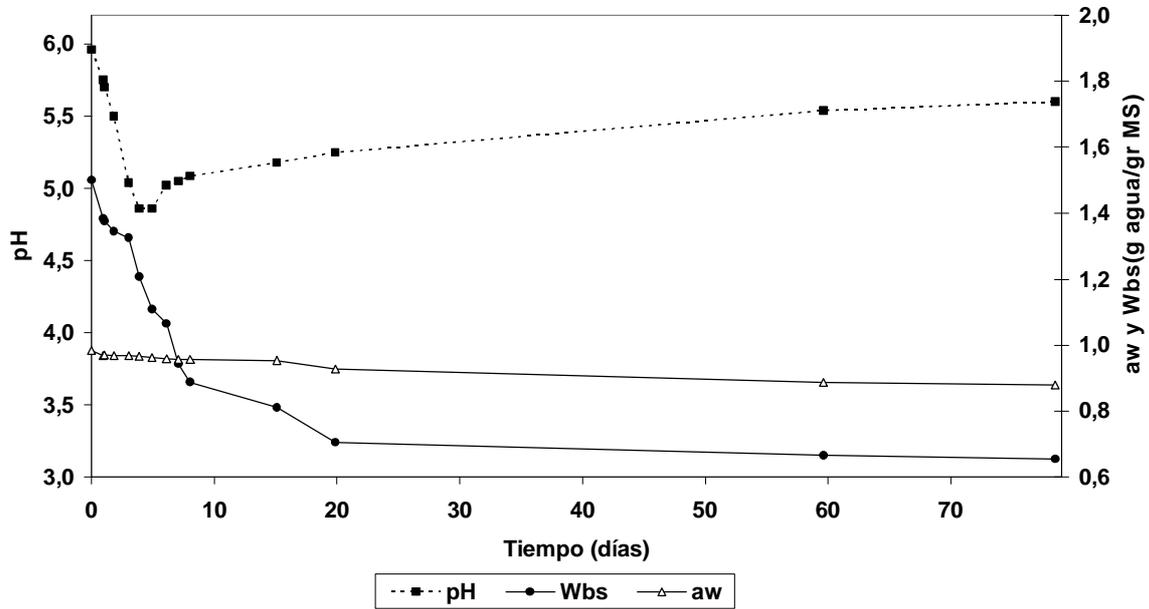
El salame se preparó con carne de llama (80%) y grasa de cerdo (20%). Se utilizó un fermento láctico iniciador preparado con cepas aisladas por el CERELA: Lactobacillus Plantarum CRL 681 y Stafilococos Carnosus en concentraciones de  $1 \times 10^6$  y  $1 \times 10^5$  UFC/gr de masa cárnica, respectivamente. Además se agregó sal, pimienta blanca, azúcar, nitrito de sodio, polifosfatos y ajo y clavo de olor hervidos en vino blanco. La masa resultante presentó una humedad del 60%, actividad de agua (aw) de 0,978 a 20°C y pH de 5,96. En la Figura 1 se esquematiza el proceso de producción.

Figura 1: Esquema de producción de salame de llama



La evolución del pH, aw y humedad en base seca (Wbs) del producto se muestra en el Gráfico 1

**Gráfico 1: Variación de pH, aw y Wbs  
Producción de salame de llama**

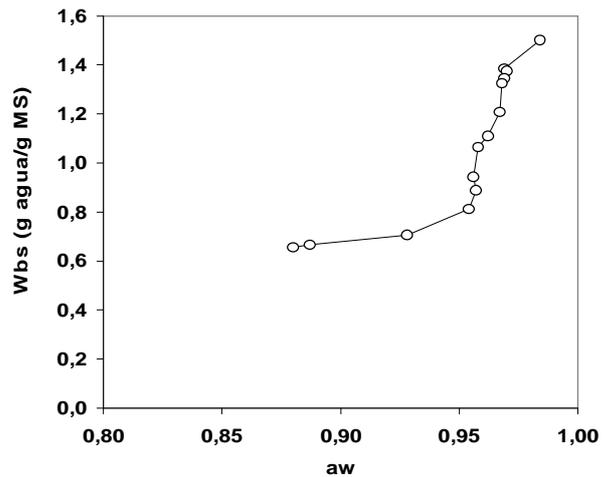


Se fermentó por 48 horas a 30°C y 95% de humedad relativa ambiente. El secado se realizó en cámara con humedad relativa decreciente de 90 a 75% y temperaturas de 20 a 15°C, durante 3 semanas. La pérdida de peso total llegó al 30 % y el producto final presentó una humedad del 41,4% y actividad de agua de 0,929, el pH luego de alcanzar un mínimo de 4,86 a los cuatro días de proceso, llegó al valor final de 5,30.

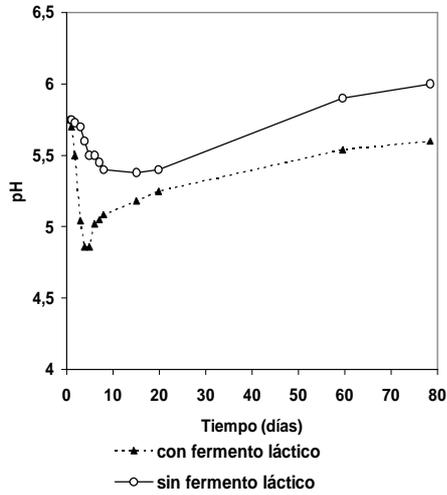
En el Gráfico 2 se observa la curva de desorción del producto para el rango de aw estudiado.

Con el objeto de comprobar las ventajas comparativas por el agregado de un fermento iniciador [5] se comparó la caída del pH para salames producidos con y sin fermentos lácticos (ver gráfico N° 3). Para descartar la influencia de este agregado en la evolución de la aw del producto, se representa la misma para salames producidos con y sin fermentos iniciadores (gráfico N° 4).

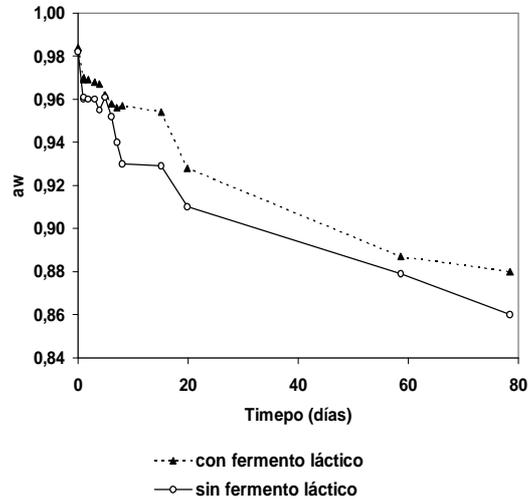
**Gráfico 2: Curva de desorción para salame de llama**



**Gráfico 3: Variación del pH en salame de llama**



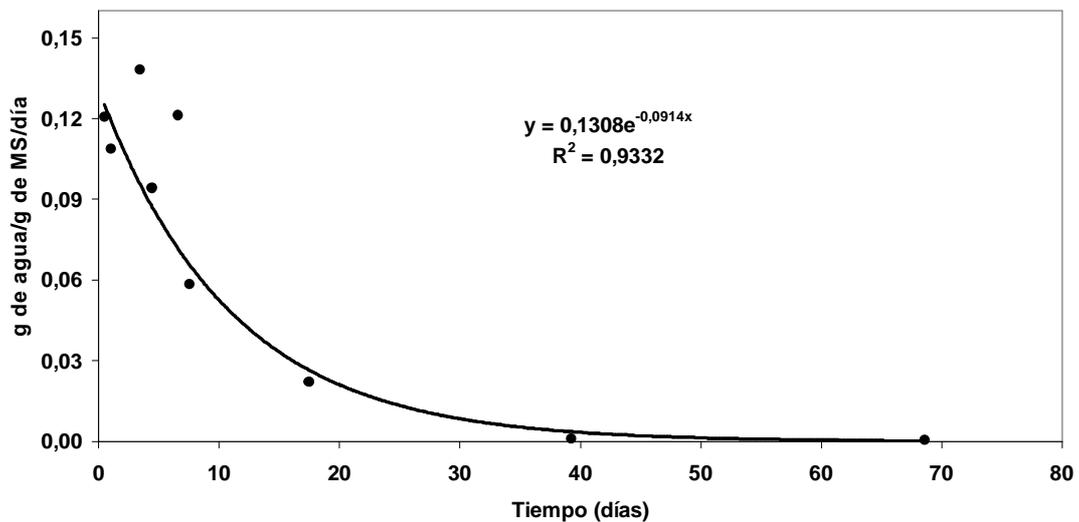
**Gráfico 4: Variación de aw en salame de llama**



El agregado de fermento no modifica notoriamente la evolución de la aw del producto, en cambio alcanza el mínimo valor de pH aproximadamente dos semanas antes que el producto sin fermento, lo que redundaría en la estabilidad e inocuidad del salame y en el acortamiento del tiempo de proceso.

En el gráfico 5 se representa la velocidad de secado del alimento, no se observa período de velocidad de secado constante debido a la baja humedad inicial del producto, los resultados muestran un buen ajuste exponencial de los datos experimentales.

**Gráfico 5: Velocidad de secado Salame de llama**



## Conclusiones

Las condiciones microbiológicas, fisicoquímicas y composición proximal muestran un alimento con características semejantes a los preparados con carne vacuna o porcina [3, 5, 9]. Más aún, presenta sabor y olor distintivos, característicos, conformando un producto de alto potencial para el mercado turístico.

La utilización de fermentos lácticos iniciadores [2, 5] favorece la conservación del alimento y a la vez disminuye el tiempo de producción.

El equipamiento utilizado es de fácil acceso para los pobladores de la Puna, más aún los procesos utilizados pueden ser realizados con utensilios comunes de cocina.

## Bibliografía

- [1] Hansen, E. W. (1994) Los camélidos sudamericanos y la puna jujeña. Aclimatación en ambientes extra andinos Edición conjunta Universidad de Jujuy e Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria CHA. Salta-Jujuy.
- [2] Varnam, A.; Sutherland, J. 1995. Meat and meat products. New York, NY: Chapman & Hall.
- [4] Buitrago, L. (2000) El clima de la provincia de Jujuy. Editorial UNJu. San Salvador de Jujuy. Jujuy
- [3] Moretti, V.; Madonia, G.; Diaferia, C.; Mentasti, T.; Paleari, M.; Panseri, S.; Pirone, G.; Gandini, G. 2004. Chemical and microbiological parameters and sensory attributes of a typical Sicilian salami ripened in different conditions. Meat Science 66 (2004) 845–854
- [5] Gonzalez, B., Diez, V. 2002. The effect of nitrite and starter culture on microbiological quality of ‘‘chorizo’’- a Spanish dry cured sausage. Meat Science, 60, 295–298.
- [6] Comisión Mercosur (1998) Reglamento Técnico MERCOSUR sobre las condiciones higiénico sanitarias y de buenas practicas de elaboración para establecimientos elaboradores/industrializadores de alimentos. Resolución N° 80/96. Editorial Macchi.
- [7] Lobo, M; Samman, N. (2003) Desarrollo de una Cadena productiva de carne y productos cárnicos de llama (*Lama glama*) con diferentes métodos de deshidratado. III Congreso Mundial sobre Camélidos. Potosí Bolivia.
- [8] Ecología Microbiana de los alimentos. Productos alimenticios The International Comisión on Microbiological Specifications for Foods (1985) Vol. 2. Editorial Acribia. Vol. I Zaragoza. España
- [9] Baldini, P., Cantoni, E., Colla, F., Diaferia, C., Gabba, L., Spotti, E., Marchelli, R., Dossena, A., Virgili, E., Sforza, S., Tenca, P., Mangia, A., Jordano, R., Lopez, M. C., Medina, L., Coudurier, S., Oddou, S., Solignat, G. 2000. Dry sausages ripening: influence of thermohygro-metric conditions on microbiological, chemical and physico-chemical characteristics. Meat Science, 33, 161–170.

## PRODUCCIÓN Y PRESERVACIÓN DE CHARQUI DE CAMÉLIDOS

Peredo Lucho<sup>1</sup>, Vilca Miguel<sup>2</sup>, Dávalos Rosa<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Practica Privada

<sup>2</sup>UNMSM-FMV-Laboratorio de Bromatología

<sup>3</sup>UNMSM-FMV-EE IVITA Mantaro

rosadava@hotmail.com

## Abstract

It was evaluated the methods of salad an the use of (preservantes) in the elaboration of charqui that came of llamas an alpaca carcasses, it was found significant differences at the slaughter in the percents of the appendices, fat and bones of 16.79% and 20.11%; 11.90% and 13.19%; 22.94% and 22.58% for the llamas and alpacas. The performance of the charqui over the meet was 49.02% and 45.27% for llamas and alpacas.

The treatment by humid salmuera of 50.82% and 50.08% and mix salmuera of 47.22% and 41.85% for llamas and alpacas

In the charqui was determinate a humidity of 22.73% and 21.22% by humid salmuera on 24.59% and 22.00% and 20.87% and 20.43% by mix salmuera on llamas and alpacas. The charqui was 100% negative to sarcocystis.

The variation was determinate during the tests of the control since the second control observing a 50% of degradation.

The charqui with the treatment of addition of EST had a 70% of degradation.

The charqui with the treatment of the addition of SoK had 0% of degradation.

It was conclude that the application of SoK in the used proportions is good technique for preserve the organoleptic characteristic of the charqui of alpaca and llama for a period no longer than a year.

Key words: Sperm, alpaca, charqui, beff alpaca,

## **Introducción**

La elaboración de Charqui a partir de carne de Camélidos Sudamericanos domésticos (CSAd), es una costumbre común de la población Alto andina y se hace para conservarla por largos períodos de tiempo para su posterior consumo, sin embargo; por ser un proceso artesanal, existe variación en los métodos usados por lo que el producto final es muy variable, afectándose la calidad por la presencia de defectos sensoriales, físicos y sanitarios alterando su adecuada comercialización. Este trabajo tiene como objetivo comparar dos técnicas de producción de charqui, establecer parámetros de cada ciclo productivo, medir la acción de la sal común, probar dos aditivos preservantes en el salado, medir el rendimiento y la duración de los productos obtenidos, además de señalar pautas que logran mejorar y uniformizar la tecnología de charqui.

### *Revisión de Literatura*

La alpaca y llama han sobrevivido dentro de un marco de organización socioeconómica tradicional porque son elementos esenciales de la cultura andina (1) y por que se han adaptado a ambientes por encima de 3900 msnm. Actualmente la mayor producción de CSAd esta en manos de pequeños productores y en las comunidades campesinas y manejados bajo un sistemas mixto.

Respecto a la conservación el proceso de secado se ha realizado añadiendo sal a la carne lo cual no reduce el valor biológico de la proteína ni afecta la composición de las vitaminas (2), para ello se usa concentraciones desde 5% hasta la saturación según el tiempo, temperatura, método utilizado y el producto, lo que formara una película superficial compuesta principalmente de levaduras.

Actualmente es posible añadir preservantes químicos que permiten un mayor tiempo de conservación del producto terminado como es el uso del ácido sórbico o sorbato de Potasio (SoK) , el cual es un potente bacteriostático y fungistático, logrando disminuir el ritmo de deterioro microbiano y metabolizándose en el organismo de los que la consumen como un ácido grasos (3).

## **Materiales y Métodos**

### *Materiales.*

El trabajo fue realizado en la EE IVITA-Mantaro de la UNMSM, para lo cual se utilizaron 4 Llamas y 6 Alpacas y se construyo un secador solar de madera y revestimiento de láminas de plástico transparente con malla tipo mosquitero

### *Metodología*

Previo al sacrificio los animales tuvieron un descanso ante mortem de 24 horas agua ad limitum, fueron registrados sus pesos y pesos de apéndices para obtener el rendimiento por animal y por especie, posteriormente la carcasa obtenida fue dividida en derecha e izquierda y seleccionada cada lado en pulpa de carne (Ppu), grasa (PG) y huesos (PH) y pesada cada una para obtener el rendimiento de cada fracción sobre el peso de canal. Entonces según cada grupo de filete, especie, media canal, método y preservante aplicado se formaron los siguientes grupos:

- Grupo 1: Salazón por salmuera húmeda sin tratamiento preservante.
- Grupo 2: Salazón por salazón mixta sin tratamiento preservante.
- Grupo 3: Salazón por salmuera húmeda y tratamiento con SoK.
- Grupo 4: Salazón por salazón mixta y tratamiento con (SoK).
- Grupo 5: Salazón por salmuera húmeda y tratamiento con extracto de semilla de toronja (EST)

- Grupo 6: Salazón por salazón mixta y tratamiento con extracto de semilla de toronja (EST)
- Grupo 7: Testigo

Cada uno de los cuales fueron colocados en el secador solar con volteos de filetes cada 24 h

*Parámetros a evaluar:*

En la carne fresca: Determinación del pH, de la humedad, evaluación organoléptica (color, olor, consistencia y aspecto), Evaluación sanitaria (cultivo en placa para bacterias, hongos y levaduras) y Evaluación parasitaria

En el charqui: evaluación organoléptica (color, olor, consistencia, aspecto), evaluación del estado de conservación se realizó sobre el charqui recién acabado y embolsado en el lugar de producción, a los 06 y 12 meses.

*Análisis de Datos.*

Se utilizaron pruebas paramétricas para determinar las diferencias significativas por efecto de la especie, proceso y tratamiento preservante sobre los rendimientos de apéndices, canal oreado, pulpa de carne, grasa, hueso, charqui y las evaluaciones organolépticas, físicas y microbiológicas.

**Resultados**

Los resultados sobre rendimientos se encuentran en el cuadro 1

Cuadro 1. Rendimientos promedios para alpacas y llamas

Característica	Llama (%)	Alpaca (%)
Rendimiento de apéndice (pata, cabeza, cuello) sobre PV	16,79 ± 2,89	20,11 ± 2,05
Rendimiento de canal oreada sobre peso de canal fresca caliente	95,85 ± 1,32	97,26 ± 1,26
Rendimiento de pulpa de carne sobre peso de canal oreada	65,16 ± 3,94	64,22 ± 1,16
Rendimiento de grasa sobre peso de canal oreada	11,90 ± 3,12	13,19 ± 4,30
Rendimiento de hueso sobre peso de canal oreada	22,94 ± 1,15	22,58 ± 3,52

*Rendimientos de Producción de Charqui.*

Se obtuvo un rendimiento de charqui sobre peso de pulpa de carne de 49.02% y 45.27% en llamas y alpacas respectivamente, describiéndose a continuación rendimientos según los métodos de salado y tratamiento preservantes aplicados:

Cuadro 2. Rendimiento de charqui y contenido de humedad con el método de salado y preservante

Característica	Rendimiento de charqui (%)		Contenido de Humedad (%)	
	Llama	Alpaca	Llama	Alpaca
Salmuera húmeda	50,82	50,08	24,59	22,00
Control	48,54	41,31	26,50	22,13
SoK	50,20	41,37	24,60	22,47
EST	53,98	43,90	22,68	21,40
Salmuera mixta	47,22	41,85	20,87	20,43
Control	47,30	40,55	19,20	21,47
SoK	47,03	43,89	23,60	20,00
EST	47,32	41,11	19,80	19,82

### *Evaluación Parasitaria*

Sensorialmente el charqui demostró ser 100% negativo a la presencia de macro quistes de *sarcocystis* en ambas especies y no variaron ante ningún tratamiento

### **Discusión**

Con respecto a la similitud de rendimientos en llamas y alpacas es probable que sea debido a que son animales que descienden taxonomicamente de un tronco común

La pulpa de carne adquirió una apariencia considerada típica para la especie. Se determinó que las características sensoriales varían en la canal por su composición, la proporción y distribución de los tejidos (grasa, carne magra, tejido conjuntivo y hueso), sin embargo esto no afecta los valores de pH.

La evaluación parasitaria positiva a *sarcocystis* en el 100 % de animales ha sido observada como un grave problema para la comercialización como carne fresca, siendo este proceso una alternativa.

La metodología de producción de charqui comprende el siguiente proceso: selección del ganado, ayuno 24 horas antes, determinación del PV, beneficio, sangrado, preparación de la carcasa, desgrasado, deshuesado, tasajeo, salado húmedo, prensado y secado.

El flujo de operaciones para la obtención de charqui sería: carcasa, deshuesado, desgrase, selección, fileteado, salado, lavado, escurrido, salmuerización con 8% de Carbonato de Potasio, deshidratado, control de calidad, embolsado, pesado, sellado y comercialización.

Se observó mayor pérdida de la calidad sensorial del charqui a través del tiempo de conservación en el tratamiento con EST posiblemente debido a que es una biomasa orgánica la cual tiende a degradarse hasta sus componentes iniciales en solución y por la presencia de microorganismos residuales que logran replicarse días después de su aplicación.

El tratamiento control (G7) alcanzó un mayor tiempo de conservación que el G5 y G6. Los tratamientos de G3 y G4 revelaron ser buenos preservantes al alcanzar el mayor tiempo de conservación en relación a los demás, esto posiblemente por ser una sustancia inorgánica y no interferir con la evolución de la salmuera evitando así la oxidación de los ácidos grasos.

### **Conclusiones**

- Es de suma importancia la implementación de mataderos para CSA para asegurar la salubridad del producto.
- Es necesario crear un estándar de control de calidad para el charqui en base a sus características sensoriales y físicas que impriman uniformidad al producto.
- Se debe asegurar la mínima carga contaminante de la carne por medio de controles microbiológicos.
- Debe crearse una tecnología y control sanitario propio para el proceso de Charquinizado.
- La especie de CSA no influye en la calidad del charqui, se deben de controlar las condiciones del ambiente de Conservación periódicamente.
- El envasado prolonga la vida útil del charqui.
- El tratamiento con Sorbato de Potasio ha resultado más apropiado para el proceso de charquinizado.

### **Bibliografía**

1. Gaetano G.P. 1992. Elaboración de productos cárnicos. Editorial Trilles II Edición. 224 pag.
2. Visiec A. 1980. Industria de la carne, salazones y chacinería. Bibliotecas Técnicas AEDOS. España. Pag 39-48
3. Telles J. 1980. Exposición procesamiento de carnes de alpaca. UNAL.

## DESARROLLO DE JAMÓN CRUDO Y CARNE FRESCA DE GUANACO (*LAMA GUANICOE*) EN LA ZONA CENTRAL DE CHILE

Riveros F. José Luis, Bonacic S. Cristian, Bas M. Fernando

Pontificia Universidad Católica de Chile Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal  
Departamento de Ciencias Animales  
Vicuña Mackenna 4860 Santiago Chile  
jlriverosf@uc.cl

### Resumen

El presente trabajo describe el desarrollo de un producto con valor agregado y caracterización de carne fresca de guanaco, especie que en Chile se encuentra actualmente fuera de peligro de extinción y con la cual desde aproximadamente diez años a la fecha se han llevado a cabo experiencias en cautiverio, con altos índices de reproducción y baja mortalidad. Estas condiciones, se fundamentan en criterios de bienestar animal, agricultura orgánica y manejo sostenible. Esto hizo posible elaborar un producto basado en materia prima de alta calidad, libre de residuos y enfocada a generar un producto tipo *delicatessen*, no existente en el país y con un gran potencial de desarrollo. La faena se realizó en una planta habilitada para bovinos y el procesamiento en un horno de secado deshidratador. Después de obtenido un producto piloto, un exhaustivo estudio de mercado y diversas campañas de difusión, fue posible producir por primera vez en Chile jamón crudo patagónico de guanaco, a partir de animales mantenidos en condiciones semi-extensivas, sin aditivos alimenticios, promotores de crecimiento y alimentados en base a pradera natural del secano interior de la zona central de Chile. Este producto se presenta como una nueva alternativa a la emergente cocina chilena y al desarrollo de sistemas productivos innovadores basados en especies nativas de Chile. El impacto de este trabajo apunta a la valorización de una especie nativa a partir de su uso a través de la elaboración de un producto nuevo y la promoción de los cortes finos de carne fresca.

Palabras claves: guanacos, carne, cautiverio.

### Introducción

El guanaco (*Lama guanicoe*) fue utilizado como recurso ganadero por comunidades aborígenes del extremo sur de Sudamérica, principalmente la Selk'nam y Tehuelches que habitaban la Patagonia. Estas culturas sentaron las bases del uso integral de la especie, generando productos en base a su carne, cuero, fibra y huesos. Posteriormente en Chile, con la introducción del ganado ovino traído por los españoles y la consecuente competencia por el recurso forrajero, junto a su cacería indiscriminada, se evidenció una fuerte caída en sus poblaciones, llegando a estar en peligro de extinción. Sin embargo gracias a planes de manejo y conservación del recurso, desde más de una década a la fecha, la población se ha incrementado permitiendo manejarlo productivamente, ya sea a través de la formación de criaderos en cautiverio y de la cosecha técnica desde el medio silvestre.

Los sistemas productivos desarrollados se han basado principalmente en la explotación de la fibra, lográndose la adaptación de la especie al cautiverio, reproducción exitosa y explotación en esquilas anuales. Sin embargo, el bajo volumen de producción y un mercado demandante principalmente de materias primas, han convertido al rubro en una alternativa económicamente poco atractiva. Por otro lado la falta de articulación entre los entes productivos ha generado sistemas poco eficientes y con escaso poder de negociación frente al poder comprador. Posteriormente, durante el último quinquenio se han establecido sistemas de explotación desde el medio silvestre, a través de cosechas técnicas, para la obtención de carne y pieles, orientado fundamentalmente al mercado internacional.

En base a los antecedentes descritos, una alternativa de desarrollo completo para el recurso y económicamente rentable, se fundamenta en la integración al sistema de la producción de carne, orientado a abastecer mercados demandantes de productos novedosos, de alta calidad, inocuos y con valor agregado. De esta manera, es factible dar uso productivo al 50% de las existencias en cautiverio compuestas por machos, sumado a la producción proveniente de la cacería. Sin embargo una de las principales dificultades del sistema productivo carneo, se asocia a lo perecible de la materia prima, alta incidencia de parasitosis (*Sarcocystes guanicoecanis*) en guanacos silvestres y el escaso valor agregado asociado a un producto *comodity*.

Basado en lo anterior, el proyecto tuvo como objetivo principal desarrollar una línea de productos con valor agregado a partir de la carne de guanaco, poco perecible, inocuo y diferenciado, junto con la promoción de cortes nobles de carne fresca.

## Material y Método

La elaboración de productos cárnicos procesados y cortes nobles, provino de animales nacidos en cautiverio de criaderos de la Región Metropolitana, zona central de Chile, con alimentación en base a pastoreo y ramoneo de pradera natural, sin utilización de promotores de crecimiento ni de subproductos. Los animales fueron machos castrados, de 18 a 24 meses de edad años y peso vivo de 60 a 88 Kg., los cuales fueron transportados y sacrificados en un planta faenadora bovina. El sacrificio se llevó a cabo con pistola neumática, con el animal en posición recumbente y encapuchado.

Posteriormente fue procesado hasta canal, siendo almacenadas por un lapso de 24 horas a 4°C. A continuación fueron despostadas en cuartos, manteniéndose el carne como una unidad, con el objetivo de obtener cortes finos (*T-bone*). El producto a desarrollar, fue seleccionado en base a las características técnicas de la carne; tanto sabor, aroma, textura y porcentaje de grasa, y se oriento a definir claramente la identidad de la carne, como una carne de un sabor suave con tintes vegetales, magra con un bajo porcentaje de grasa, rica en proteínas, con un aroma suave y levemente vegetal, de un color rojo violáceo oscuro, lo cual le otorga una identidad propia, muy parecida a la carne de ciervo.

La elaboración del jamón crudo contemplo las siguientes etapas, muy similar al proceso del Prosciutto di Parma, italiano. Se Obtiene a través de varios procesos, dentro de estos podemos definir los siguientes:

1. Maduración: proceso de la carne fresca dentro de cámaras de frío o con pre-maduradores químicos.
2. Porcionado: Se cortan las piezas de carne en un tamaño medianamente estándar.
3. Curado: fijación del color y activador de levaduras de la carne, esto se logra con el uso de sales de cura o nitritos.
4. Secado: dentro del horno por un lapso de 48 horas aproximadamente dependiendo del tamaño de la pieza.
5. Segunda maduración: varía según el peso de las piezas en la cual se busca la evolución de sabores y aromas de la carne, esto en un ambiente con humedad y temperaturas controladas.

Para efecto de análisis se evaluó peso vivo, peso canal fría, rendimiento a la canal, rendimiento carnicero y peso de cortes nobles. El análisis organoléptico de cortes nobles y del producto diferenciado, se realizó con degustación por parte de un panel experto y no experto, evaluándose características de color, marmoleo, sabor y ternura.

## Resultados

Los resultados obtenidos se expresan con media aritmética y desviación estándar. En las características organolépticas se asignaron valores de 1 a 3, otorgándose el valor 1 la mejor calidad y 3 a lo menos deseable. A continuación se detallan los resultados obtenidos en rendimientos productivos de canal, cortes con hueso y cortes deshuesados. Los resultados obtenidos fueron comparados con carne bovina e indicaron: Aroma: característico, ligeramente a salvaje, a pasto. Color: dos principales rosáceo y rojo intenso, con nivel de infiltración y cobertura de grasa mínimas. Sabor: intenso. Tersura: similar a la carne de novillo.

Figura N° 1 Relación peso vivo peso canal expresado en kilos y porcentaje

Edad de Animal	Peso vivo Kg	Peso canal Kg	Rendimiento Canal
36	88	52	61,27%
30	77	46	61,45%
24	65	39	61,44%
18	60	36	61,44%
<b>Promedio</b>	72.50	43.18	61,40%
<b>Dest</b>	12.56	7.42	0,09%

Figura N° 2 Rendimientos de cortes finos expresado en kilos

Edad de animal	Peso total carne Kg	Peso filete bruto Kg	Peso filete limpio Kg	Peso lomo Kg
36	14,44	0,62	0,54	2,80
30	11,89	0,59	0,49	2,20
24	18,36	0,48	0,40	1,96
18	16,95	0,44	0,37	1,81
<b>Promedio</b>	15,41	0,53	0,45	2,19
<b>Dest</b>	2,85	0,09	0,08	0,43

A continuación se entregan resultados del estudio organoléptico elaborado con panel de degustación experto.

Figura N° 3 Percepción organoléptica de cortes

Corte	Color <sup>a</sup>	Marmoleo <sup>c</sup>	Tersura <sup>a</sup>	Sabor <sup>b</sup>
Lomo limpio	1	1	1	1
Filete limpio	2	3	1	2

<sup>a</sup> Intensidad de color: 1 Rojo, 2 Rojo pálido, 3 Rosado

<sup>b</sup> Marmoleo: 1 Infiltrada, 2 Poco infiltrada, 3 Magra

<sup>c</sup> Intensidad de Sabor: 1 Intenso, 2 Moderado, 3 Suave

<sup>d</sup> Grado tersura: 1 Blando, 2 Poco resistente, 3 Resistente

Finalmente se describen los resultados gastronómicos de la evaluación organoléptica de Jamón crudo de guanaco, realizado con panel experto y no experto

*Descripción:* Jamón crudo de guanaco.

*Materias Primas:* se utilizaron los siguientes cortes principales: piernas y paletas completas, el resto del animal no es factible utilizarlo para un producto como este, por el poco volumen de carne., azúcar, sales de cura, especias, vinagre y sal común.

*Características:* Jamón artesanal de pierna y paleta de guanaco. Duración indefinida. Se presenta en láminas o lonchas muy delgadas de 1,5 Mm. de espesor, similares al jamón serrano, en un envase transparente al vacío para prolongar su duración.

*Evaluación:* Agradable textura, sabor suave, pero marcada diferencia con el jamón crudo tradicional de cerdo. Paladar delicado poco grasoso, con toques aromáticos a hierbas y especias, y sabor con toques verdes atribuibles a la dieta en base a pastoreo, con leves toques a pimienta y semilla de cilantro tostada. Con una textura suave, resistente y firme, la cual debería tener una evolucionar con un mayor tiempo de maduración post secado. De un color rojo cereza con pequeñas vetas blancas de grasa en algunos cortes.

## Discusión y Conclusiones

Los resultados productivos obtenidos de rendimiento a la canal y carnicero, entregan información complementaria a estudios realizados en especies camélidas domésticas. En rendimiento a la canal, los resultados se encuentran dentro de los parámetros descritos para guanaco (1), con un promedio de 60,1 %, (2) sin embargo en estudios descritos en Llamas macho, se obtuvieron valores inferiores de 56,1 % (3) y 50,53%, y 53,23% para Alpacas (4). De los cortes estudiados el filete entregó resultados menores a los descritos por (2) de 0,81 kg como promedio, lo cual se debería a las diferencias en edad y peso de los animales estudiados. En el aspecto organoléptico

la carne entrega valores, similares a los obtenidos en carne bovino, siendo la principal dificultad desde un punto de vista además gastronómico la escasa infiltración grasa o marmoleo, siendo semejantes a las encontradas en estudios de carne de Llama y Alpaca, caracterizadas por una baja fracción lipídica lo cual entrega al producto características semejantes a la carne de ciervo o venison (4) y (5). Los cortes estudiados se fundamentan en el mejor aprovechamiento de la canal desde un punto de vista comercial y tiene directa relación con el tipo de faena y desposte de otra especie silvestre como es el ciervo. A lo largo de los paneles de estudio no se evidenciaron diferencias perceptibles entre las distintas edades evaluadas, sin embargo desde un punto de vista de presentación y tamaño de cortes los animales de mayor tamaño fueron preferidos, de edades equivalentes a 30 y 36 meses. En el aspecto de tresa uno de los tratamientos potenciales sería la maduración de la carne en cámara posterior al desposte, lo cual plantea estudios posteriores orientados a establecer el proceso más adecuado para la obtención de una mejor calidad, siendo necesario estandarizar metodologías complementarias de evaluación organoléptica con instrumentos de medición objetiva. Adicionalmente estudios futuros deberían orientarse a caracterizar los efectos de edad, sexo y sistema de alimentación, sobre la calidad cárnica y su influencia sobre el producto final.

La carne de guanaco presenta potencial de desarrollo, en función de su calidad como producto culinario y de sus características productivas, acordes a lo demanda de la cocina actual: orgánica, sin colesterol, sin aditivos, orientadas a obtener un producto saludable. El naciente mercado de los productos elaborados a partir de carne de guanaco, plantea una futura línea de investigación y desarrollo que permitiría adicionar valor a la materia prima y a la vez dar uso comercial a materia prima proveniente de cosechas técnicas. Finalmente esto puede generar una demanda nacional interesante y un potencial mercado exportador, dependiendo de la capacidad de comercialización para este producto, hasta ahora boutique.

## **Bibliografía**

1. Riveros, J.L., González, L., González, B., Bonacic, C. y Bas, F. 2004. Características organolépticas y uso gastronómico de carne de guanaco en cautiverio en Chile. 4° Seminario Internacional de Camélidos Sudamericanos. Córdoba, Argentina.
2. González, F. Rubilar, L. Skewes, O. and Heisenger, A. 2000. Guanaco y sus posibles productos comerciales. In Manejo sustentable de la Vicuña y Guanaco. Actas del Seminario Internacional. Pontificia Universidad Católica de Chile.
3. Pérez, P., Maino, M., Guzmán, R., Vaquero, A., Köbrich, C. and Pokniak, J. 2000. Carcass characteristics of llamas (*Lama glama*) reared in Central Chile. Small Ruminant Research, 37 93-97.
4. Cristofanelli, S., Antonini, M., Torres, D., Polidori, P. and Renieri, C. 2004. Meat and carcass quality from Peruvian llama (*Lama glama*) and alpaca (*Lama pacos*). Meat Science, 66 589-593.
5. Stevenson, J.M., Seman, D.L. and Littlejohn, R.P. 1992. Seasonal variation in venison quality of mature, farmed red deer stags in New Zealand. Journal of Animal Science, 70 1389-1396.

## **EJE TEMÁTICO SOCIOECONOMÍA**

### **1. Bloque Socioeconomía**

Choque P. y K. Calani Gonzalez, El proyecto Manejo Integral y Sostenible de Llamas Mis Llamas

Nurnberg M., A. Stemmer y A. Valle Zárate, Uso de recursos limitados en sistemas agropastoriles de los andes boliviano

Raziq A. and M. Younas, Socioeconomic profile of camel herder in the suleiman mountaineou region of Balochistan Pakistan

Rigalt F., G. Sabadzija y M. Rojas, Análisis económico del sistema de uso en silvestría de vicuñas en la reserva de Laguna Blanca

Yépez J., Experiencia del proyecto llamas de la diócesis de Riobamba-Ecuador

Zimerman M., E. Domingo y J. Von Thungen, Información preliminar: Composición de canales de guanacos patagónicos

### **MANEJO INTEGRAL Y SOSTENIBLE DE LLAMAS MIS LLAMAS PCI BOLIVIA**

Choque Porfirio, Calani González Kenny R.

[pchoque@pcioruro.org.bo](mailto:pchoque@pcioruro.org.bo), [kenleoda@hotmail.com](mailto:kenleoda@hotmail.com)

### **Resumen**

El proyecto Manejo Integral y Sostenible de Llamas MIS LLAMAS ejecutado en 18 municipios de 3 departamentos Oruro, Potosí Cochabamba de Bolivia, años 2004 y 2005 cuyo ejecutor fue el Project Concern International P.C.I Bolivia, con el objetivo de mejorar la seguridad alimentaria y generación de ingresos de familias dedicadas a la crianza de llamas. El enfoque del proyecto fue realizar intervenciones integrales en mejoramiento de la producción, capacitación, transformación, gestión y comercialización. El equipo técnico estuvo conformado por 1 Gerente General, 2 Coordinadores, 2 Sub-coordinadores regionales, 19 técnicos multidisciplinarios, 1 responsable evaluación-monitoreo y personal administrativo. Los resultados de una evaluación externa fueron los siguientes: El proyecto ha beneficiado a 5160 familias con capacitación, 1727 familias con corrales y 1712 con claustros forrajeros, 1709 familias con sistemas de abastecimiento de agua, 28 promotores capacitados, ha fortalecido a 6 asociaciones de productores y 9 de mujeres. Con sus intervenciones logro reducir la mortalidad en crías de 39% a 11% e incrementar la población de llamas hembras en 23% en zonas de intervención, factores que influyeron en mejores niveles de ingresos económicos de familias, así mismo se proporcionó alimentación complementaria, sanidad animal y mejoramiento genético en 42505 llamas. A pesar del periodo corto del proyecto (dos años), es importante dar continuidad a las intervenciones, enfatizando en el fortalecimiento de las organizaciones, cadena productiva, transformación, comercialización y búsqueda de nuevos mercados; es importante sistematizar y difundir la información generada en el proyecto.

### **Antecedentes y justificación del proyecto**

La crianza de llamas en Bolivia forma parte de la tradición, historia, cultura y economía, esta especie reviste significativa importancia para un vasto sector de la población alto andina del país. Se estima que alrededor de 60,000 unidades familiares, principalmente de origen aymará y quechua, basan su subsistencia en la crianza de camélidos

sudamericanos, de los cuales 34,200 familias mantienen solamente llamas en sus Thamas, el resto combina la crianza con alpacas o cruces inter específicos entre ambos, denominados huarisos o mistis.

La cría de las llamas, la transformación de sus productos y una justa y equitativa comercialización son estratégicas para alcanzar niveles óptimos de seguridad alimentaria y generación de ingresos de estas familias y consecuente desarrollo de sus comunidades.

El cuadro 1, describe el inventario de camélidos en cuatro departamentos de Bolivia, el número de unidades productivas y la distribución de razas de llama y alpaca.

El total de camélidos bolivianos está compuesto por llamas y alpacas. La primera representa el 85 % de la población total de camélidos y la segunda el 25 %. Entre 1990 y el año 2003, la población llama, se incrementó en un 23 % y el de alpacas en un 30 %. La tasa de crecimiento promedio anual de la población de alpacas fue 2.7 %, mayor que la de llamas (2.1 %). Ésta última tiene mayor importancia económica que aquella por su mayor población, calidad de fibra y adaptación a condiciones de cría marginales.

Las áreas de mayor concentración de llamas se encuentran en los departamentos de Oruro y Potosí con alrededor de 84 % del total nacional.

Cuadro1. Composición de la thama (conjunto de llamas) y tenencia de camélidos en Bolivia.

	Total Camélidos			Familias criadoras de camélidos			Promedio por familia		Distribución de llamas por raza		Distribución de Alpacas por		Producción de fibra	
	Total	Llamas	Alpacas	Total	Llamas	Alpacas	Llamas	Alpacas	Thampulli	Kara	Huacaya	Suri	Llamas	Alpacas
Nacional	2.815.524	2.398.572	416.952	53.708	51.997	13.603	46	31	26	74	92	8	151	149
La Paz	505.817	295.894	209.923	10.970	92.228	4.710	32	45	29	71	89	11	21	83
Oruro	1.399.152	1.205.823	193.329	17.539	17.478	3.708	69	52	17	83	98	2	83	53
Potosí	810.586	797.790	12.796	22.093	22.093	5.140	36	2	35	65	53	47	32	3
Cochabamba	99.611	98.707	904	3.168	3.163	45	31	20	47	53	85	15	15	22 Kg.
Otros*	358	358	0	35	35	0	10	0	-	100	-	-	-	-

\* Sucre y Chuquisaca

Fuente UNEPCA, 1997

En llamas se cuenta con dos ecotipos K'ara y T'hampulli y en alpacas las razas Huacaya y Suri. Por diversas razones el porcentaje de llamas y alpacas esquiladas anualmente en el país es solo de 9 y 32% del total, respectivamente.

En la última década el valor de la producción pasó de 19.8 millones de dólares a más de 48 millones con un ritmo de crecimiento de la oferta sectorial de 7.2 por ciento. Por el lado de la demanda nacional, el consumo interno de productos de la ganadería e industria fue mayor a 24 millones de dólares, superior a 10 millones registrados en el año 1990. En términos relativos el consumo de estos productos se incrementó en 8.3 por ciento anual.

Los diferentes usos de carne, fibra, pieles y cueros, con múltiples usos industriales y artesanales, son un enorme potencial para las familias, para su seguridad alimentaria y generación de ingresos. El estiércol se usa como fertilizante o como combustible en áreas rurales, donde la “segunda crisis energética” acondiciona a este derivado ganadero como la única fuente de leña para la cocina de la familia rural. Por su fortaleza, rusticidad y resistencia, la llama también presta servicios como animal de carga y cumple un papel importante en el transporte de otros productos agrícolas, especialmente en las áreas rurales alto andinas carentes de vías de comunicación caminera.

El aporte de divisas por exportación de fibras es importante para Bolivia; no obstante, en la actualidad la mayor parte del aprovechamiento de los camélidos sudamericanos se lleva a cabo solamente en las áreas localizadas por encima de los 3.500 metros sobre el nivel del mar. Una absoluta mayoría de las llamas en Bolivia pertenecen a pequeños productores, generalmente pobres y carentes de recursos que constituyen el sector más vulnerable de la sociedad boliviana; sin embargo, las llamas constituyen un valioso recurso genético y económico que debe ser conservado y aprovechado sustentablemente, son una nueva alternativa de desarrollo económico para las poblaciones rurales alto andinas.

Por lo expuesto anteriormente, y en respuesta a lo crítico de la situación descrita, se generó el proyecto Manejo Integral y Sostenible de llamas “MIS LLAMAS” habiendo sido sometido a consideración del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA por sus siglas en inglés), para solicitar un financiamiento que pueda contribuir a mejorar los sistemas de producción del 5 % del total de criadores de llamas en Bolivia.

El departamento de Oruro, debido a la vocación para sustentar la ganadería camélida, en especial de la llama, a contado durante muchos años con el concurso de varias organizaciones que han dedicado variados recursos y tiempo a este sector; sin embargo, los resultados no han sido del todo promisorios, instituciones tales como el COMPAC, UNEPCA y muchas otras ONG's más pequeñas, no han tenido sostenibilidad en el tiempo y consecuentemente han demostrado impactos que no lograron cambiar los aspectos críticos que afectan la ganadería departamental.

La situación en Potosí, especialmente en el norte del departamento, y en el occidente de Cochabamba es similar, pero en ambos departamentos, la asistencia técnica y los resultados obtenidos en beneficio de los criadores han sido aun menores que en Oruro.

## **Análisis del Problema**

En las regiones montañosas de los andes altos bolivianos, la desnutrición crónica es prevalente en más del 49.2% de niños menores de tres años de edad y más del 70% padecen anemia. La mayoría de las familias sobrevive en la agricultura de subsistencia y/o producción animal. Este último tiene el potencial para contribuir a la disponibilidad de alimentos a través de carne seca que puede durar bien por más de 12 meses, así como el aumento de los ingresos familiares a través de la comercialización de esa misma carne (secó o fresco), pieles, fibra y otros subproductos.

Desafortunadamente hay muchas barreras que evitan el aprovechamiento de este potencial. Las enfermedades infecciosas y los parásitos causan una alta mortalidad entre los animales jóvenes y constituyen las causas primarias para que los criadores obtengan niveles óptimos de capacidad productiva. Contribuyendo a este problema esta la falta de conocimientos sobre salud animal y la falta de productos veterinarios. Los animales de estas áreas del proyecto padecen de desnutrición pobre debido a la biomasa vegetativa insuficiente y la calidad pobre de las praderas en el altiplano y las llanuras de la región montañosa de la puna.

Los corrales para los animales son construidos y usados inadecuadamente por que permiten la fácil penetración de predadores nocturnos y sobre todo no protegen a las llamas, sobre todo a las crías recién nacidas, contra las severas inclemencias climáticas.

Las áreas del proyecto se caracterizan por condiciones desérticas o semi-desérticas, con precipitaciones anuales menores a 300-420 mm, concentradas en un periodo de 90-110 días al año. Debido a la falta de riego, no hay agua para los restantes 246-266 días del año. Las malas prácticas de manejo de las praderas nativas permiten un acentuado sobre pastoreo y consecuente empobrecimiento de la biomasa vegetativa.

El mal manejo de llamas ha producido un marcado deterioro genético que produce descendencia defectuosa y pobre capacidad reproductiva.

Existe falta de organización a nivel de productores y criadores de la zona de intervención. Bolivia es uno de los países más pobres con mayor inseguridad alimentaria en América del Sur. Las economías rurales están saturadas por cadenas de agro-negocio débiles utilizadas por los criadores sin organización y en escalas muy pequeñas; los recursos para la infraestructura productiva y los procesos tecnológicos para transformación de subproductos de la llama son inadecuados; los esfuerzos de comercialización son débiles, generando instancias incapaces para satisfacer las demandas del mercado con las cantidades demandadas de productos de una manera oportuna. Estas limitaciones dentro de la cadena de agro-negocios de las llamas disminuyen los ingresos per capita a aproximadamente \$600 anuales, confinando a los productores a un estado incesante de pobreza.

## **Contribución del proyecto a la solución del problema**

El enfoque del proyecto Mis Llamas, mantuvo un carácter integral (producción, capacitación, transformación y comercialización), cuyos objetivos estuvieron concentrados en primera instancia a mejorar la seguridad alimentaria y la generación de ingresos de las familias dedicadas a la crianza de llamas.

Para lograr esto, PCI ha empleado estrategias integrales, que combinan aspectos técnicos y sociales que combinados deriven en una producción animal mejorada que ayuden a los criadores a mejorar su situación financiera y disponibilidad alimentaria, proporcionando capacitación y soporte técnico que a su vez contribuyan a mejorar el manejo de los recursos naturales. Es importante mencionar que las actividades del proyecto también fueron respaldadas por el Ministerio de Agricultura y otras dependencias estatales responsabilizadas por las "Políticas Nacionales de Desarrollo Rural. A nivel regional, el proyecto apoyo al Plan de Desarrollo Social y Económico para el Departamento de Oruro que da énfasis a la importancia de "consolidar a futuro la producción de llamas mediante la utilización de sub productos para la exportación y la comercialización local". Del mismo modo, este proyecto contribuyo a fortalecer el Plan de Desarrollo Rural de Potosí que enfoca su estrategia en la creación de condiciones favorables para el desarrollo rural, basado en cambios de niveles de subsistencia tradicional a sistemas productivos sustentables y mercados que fomenten la interacción entre el sector público y las organizaciones privadas.

## **Objetivos del Proyecto**

### *Objetivo general*

Elevar el nivel de vida de uno de los sectores productivos privados más vulnerables de la sociedad boliviana, otorgándole al mismo tiempo alternativas para incrementar sus instancias de seguridad alimentaría.

### *Objetivos específicos*

- Incrementar la disponibilidad de alimentos en las familias campesinas dedicadas a la crianza de llamas.
- Incrementar los ingresos económicos de las familias campesinas dedicadas a la crianza de llamas

## **Cobertura del Proyecto**

Municipios beneficiados con el Proyecto MIS Llamas: En el Departamento de Oruro se trabajó en 12 municipios (Huanuni, Machacamarca, Choquecota, Corque, Poopo, Antequera, Huari, Quillazas, Challapata, Pampa Aullagas, S. Pedro de Totora y Andamarca; en el Departamento de Potosí en 2 Municipios (Llallagua y Colquechaca ) y en el Departamento de Cochabamba en 3 Municipios (Morochata, Quillacollo y Tiquipaya).

### *Localización Geográfica*

En el diseño de este proyecto, PCI identificó municipalidades que continúan lidiando con niveles altos de pobreza, desnutrición, y mortalidad infantil. Información pertinente fue colectada del Mapa de Pobreza de Bolivia y del Ministerio de Salud.

### *Población Beneficiaria*

PCI trabajó en 18 provincias, 17 municipios de tres departamentos, con una población aproximada de 4,272 familias ó 18,370 personas. Para alcanzar esa proyección, PCI firmo convenios con gobiernos municipales, ONG's locales, jefes de familia de 1,709 familias beneficiarias con acciones de infraestructura, y con organizaciones comunales en todas las áreas de trabajo propuestas. El resto de familias fueron beneficiadas con capacitaciones y actividades de sanidad animal.

### *Componentes del Proyecto*

- a. Componente de Alimentos por Trabajo APT
- b. Componente Alimentos trabajo de mujeres.
- c. Componente Alimentos para Capacitación
- d. Componente Alimentación complementaria llamas
- e. Alimentación complementaria en llamas

### *Sostenibilidad del Proyecto*

La sostenibilidad del proyecto se enmarca y se ve al mismo tiempo respaldado, principalmente por tres factores:

- a) El empoderamiento de las diferentes actividades del proyecto por parte de los clientes beneficiarios, las asociaciones de productores y de los gobiernos municipales, quienes fortalecen las instancias de sostenibilidad, asumiendo el compromiso de incorporar en futuros planes municipales y presupuestos de cada alcaldía, montos de contraparte para la ejecución y continuidad de los proyectos
- b) Como segundo factor se tiene perduración de la infraestructura construida, tales como los corrales, claustros forrajeros y sistemas de obtención de agua, construcciones que si son bien mantenidas tienden a permanecer en el tiempo contribuyendo continuamente a elevar los índices productivos ganaderos.
- c) Como tercer factor se puede destacar el nuevo nivel del estado del conocimiento que fue adoptado por los clientes del proyecto a partir de los múltiples eventos de capacitación, principalmente los referentes a la consecución de títulos de técnicos medios veterinarios otorgados por la Universidad Campesina de Tiahuanaco.

## **Metodología Aplicada**

Para la implementación del proyecto se han aplicado metodologías que permitan alcanzar resultados satisfactorios.

El proceso de monitoreo y seguimiento al proyecto, tuvo la metodología de ser participativa a nivel del equipo MIS LLAMAS, cada técnico tuvo el plan de su trabajo para los dos años de duración del proyecto, de esta manera, la responsabilidad del monitoreo del trabajo era individual, la planificación de las actividades para el cumplimiento de los indicadores de proceso y resultado para alcanzar satisfactoriamente los metas y poder cumplir con los objetivos del proyecto. Se utilizaron instrumentos de monitoreo como los check list, para monitorear el proceso constructivo y la calidad, proceso que permitió hacer el monitoreo hasta alcanzar el 100%, principalmente en obras de infraestructura. La evaluación del proyecto a nivel de campo, fue un proceso continuo que estuvo retroalimentado con los clientes del proyecto y los técnicos, fue un intercambio de conocimientos que permitió mejorar la calidad y la gestión del proyecto y también se empleó la metodología de aprender haciendo para las capacitaciones en los diferentes rubros.

## **Resultados Obtenidos**

### *Resultados por Objetivos*

La implementación de este proyecto de dos años de duración, involucro acciones de monetización, estrategias de alimentos por trabajo y alimentación directa, PCI logro mejorar sustancialmente las instancias de desarrollo del sector agropecuario privado, ejecutando acciones que mejoraron las condiciones de infraestructura productiva y economía con mercados más expectables, en el altiplano y zonas de puna de Bolivia, a través de actividades incluidas en los dos objetivos centrales:

Se ha realizado el diagnóstico actual de agricultura y ganadería en las zonas de trabajo de los departamentos de Oruro y Potosí y la línea de base.

Se ha promovido el mejoramiento de la infraestructura de corrales con cubierta para proteger a las madres y ancutas de las inclemencias climáticas.

Se ha implementado Infraestructura de riego para garantizar el acceso al agua y mejorar sus praderas nativas (bofedales).

Se ha impulsado la construcción de claustros forrajeros para mejorar la disponibilidad de alimento para las madres y ancutas en periodos de deficiencia de producción de forrajes (época secas) dentro de un cercado de 800 m<sup>2</sup>.

Se ha promocionado y Fomentador la producción de nuevas especies y variedades de forrajes (gramíneas y leguminosas).

Se ha complementado la alimentación de las llamas madres con alimento balanceado

Se ha entrenado a los criadores de ganado llamuno en técnicas de selección animal, sanidad animal y la producción higiénica de la carne deshidratada / charque.

Se ha apoyado al fortalecimiento de las asociaciones y organizaciones de base para consolidar su personería jurídica.

Se ha promovido la participación de la mujer en el proceso de descordado para mejorar la calidad del hilado de la fibra.

Se ha apoyado en la comercialización para mejorar los canales y relaciones con los compradores nacionales

Coordinación Interinstitucional para promover el desarrollo participativo y el apalancamiento de mayores oportunidades y recursos a los clientes, se firmaron convenios con diez instituciones: CEDPAN, CIPE, SARTAWI, CeHerKa, SENASAG, SEDAG, CUERPO DE PAZ, UAC-TIAHUANACU, UMSS y UTO.

## **Conclusiones**

El Proyecto Mis Llamas produjo impactos positivos inmediatos en las áreas de intervención, se asume que esto se debe al carácter integral que presento en toda su concepción técnica, social y de género, en cada una de sus actividades y sub programas, el plan de trabajo fue concluido en el plazo previsto, habiendo alcanzado logros en más del 100% de su ejecución, en un plan de corto plazo de dos años, por cuanto para ganadería fue relativamente muy corto. La suma de acciones que posibilitaron la consecución de los objetivos planteados al inicio del proyecto, han permitido elevar el nivel de vida de las familias clientes del proyecto, lo cual se verifica mediante el incremento en la disponibilidad de alimento en sus hogares y una mayor gama de posibilidad y destrezas que les pueden permitir incrementar sus ingresos familiares.

La construcción de las obras de infraestructura fueron concluidas en su totalidad y en algunas comunidades las familias han ampliado el tamaño de sus corrales y replicado los mismos sin la intervención ni asesoramiento técnico de PCI, e incluso sin esperar el financiamiento del proyecto, esto significa efecto multiplicador y sostenibilidad del mismo.

En la implementación de corrales las familias han mejorado su infraestructura productiva para proteger sus animales contra predadores nocturnos y factores climáticos adversos, de los 1,709 corrales planificados, al finalizar el proyecto se cuenta con un total de 1,723 corrales, debido a la gran demanda y contrapartes efectivas.

Para mejorar la alimentación complementaria se han instalado claustros forrajeros de corte, la producción de este forraje se utilizó como alimento complementario, después del pastoreo realizado en la pradera nativa, que por la pobreza del mismo, solo alcanza a satisfacer menos del 80% de su requerimiento diario. Inicialmente se planificaron y se instalaron 1,709 claustros forrajeros.

Experiencias aisladas en las que incluso se formaron claustros de hasta 25 ha, como el caso del municipio de Antequera en el departamento de Oruro, permitió alcanzar una superficie de siembra de forrajes de 312 hectáreas de forraje de corte con avena, triticale y alfalfa y en la misma regional se pudo consolidar 97 fondos comunales para administración de 18,200 kg de semillas forrajeras, como un fondo autónomo en su administración y gestión.

Los 1,709 rebaños de llamas tienen acceso al agua en bebederos metálicos, los cuales son proveídos de fuentes de agua locales y 32 rebaños en Oruro tienen acceso al agua en bebederos de hormigón proveídos de pozos a través de bombeo y sistemas de micro-riego.

Como parte de la transformación tecnológica de la carne de llama, se han incorporado ocho secadores solares de charque con tecnología INOX, de acuerdo a normas IBNORCA, lo cual facilita al productor la producción de charque con fines de comercio al exterior.

El proyecto ha fortalecido la destreza de los clientes, mediante eventos de capacitación la esquila de la fibra de llama, para ello se ha implementado 24 playas de esquila de las seis planificadas en Oruro y tres de dos planificadas en Cochabamba, actualmente hacen uso de esta infraestructura, facilitando el acopio de 9.80 toneladas de fibra bruta al año.

Con financiamiento de AGI se hizo la compra y entrega de 1,678 reproductores machos a los clientes del proyecto, con la finalidad de poder hacer un refrescamiento de la sangre de su rebaño, ya que en muchos casos existía una alta consanguinidad, en consecuencia estaba ocasionando defectos congénitos y animales de bajo producción. Durante el proceso de compra y selección participativa se han entrenado y capacitado en técnicas de selección y descarte de reproductores machos a 1,972 ganaderos.

La entrega de alimento balanceado complementario a casi 40,000 llamas hembras, tuvo un efecto positivo en la mejora del ganado, mayor ganancia de peso y reducción de la mortalidad de las crías y ancutas, de igual manera la vitamización coadyuvo a este incremento nutricional de todos los animales. El efecto de la alimentación complementaria produjo un incremento del peso del 12% en las crías recién nacidas, respecto al testigo de la media poblacional que no recibieron alimentación complementaria.

Las campañas de sanidad animal y la coordinación interinstitucional permitió desparasitar a 66,679 llamas en todo el área de influencia del proyecto, esta alianza ha permitido realizar un control más eficiente de las enfermedades parasitarias de mayor importancia económica para el ganadero, a su vez con la finalidad de poder cortar el ciclo biológico del parásito, de igual forma se ha desparasitado a 2,466 perros pastores.

La introducción de semillas de forraje para 320 ha. para la producción de forraje de corte para periodos críticos en claustros forrajeros y la introducción de 164,400 plantines de la halófito forrajera *Atriplex* sp. presento un impacto favorable en periodos críticos de escasez de forraje y también de protección del medio ambiente, habiendo alcanzado una longitud de cerco arbustivo de 164.4 km.

Las actividades de capacitación 15,237 participantes en forma permanente para la adopción y mejoramientos de las prácticas ganaderas fueron de importancia en el mejoramiento y manejo de los animales.

La conformación de nueve asociaciones de mujeres para la transformación de la fibra bruta en fibra de buena calidad, para la industria textil, así como la dotación de algunos materiales y equipos para la continuidad de los mismos.

La Promoción y realización de 13 ferias regionales a objeto de incentivar y promover el desarrollo socio económico y cultura, así como el incentivo al mejoramiento de la ganadería camélida tuvo su resultado de mucho impacto microregional.

## **Bibliografía**

1. FIDA-FDC-UNEP-CAF., Centro de Formación para el Desarrollo, 1999. Censo Nacional Llamas y Alpacas Bolivia. D.L. La Paz Bolivia.
2. Raúl W. Ponzoni., 1996. Manual de Prácticas de Manejo de Alpacas y Llamas. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación FAO. Roma.

3. EMI.OEA., 1993. Simposio Internacional Camélidos Sudamericanos, Argentina, Bolivia, Chile, Ecuador, Perú. La Paz Bolivia.
4. Teodoro Huanta., Coordinadora Inter-Institucional del Sector Alpaquero, 1995. Manual de Sanidad en la Crianza de Alpacas. Arequipa Perú.
5. IICA-FIDA., 1999. Camélidos la Ganadería del Futuro. La Paz Bolivia.
6. Román Morales., 1997. Tipos de Llamas en el Altiplano Boliviano. Unepca. Oruro Bolivia.
7. PROQUIPO., 1995. Zonificación de sistemas ganaderos asociados con la producción de Camélidos en el área de cobertura del programa quinua. Potosí Bolivia.
8. Kenny R. Calani.G., 2003. Manual de Proceso de Faeneo de Camélidos Sudamericanos Domésticos. Matadero Turco Marka, Proyecto de Investigación y Mejoramiento de Camélidos Tika Huta IMCATH, Colegio Departamental de Médicos Veterinarios y Zootécnicos. Ed. Intergraf. Oruro Bolivia.
9. Rolando Huanta; Kenny R. Calani G., 2003. Guía de Amasamiento y Adiestramiento de llamas. Prefectura del Departamento de Oruro, Proyecto Investigación y Mejoramiento de Camélidos IMCATH.Ed. Intergraf. Oruro Bolivia.
10. Eduardo Atahuichi G., Programa Regional de Camélidos. 1996. Manual de Elaboración de Charque en Cámara solar, UNEPCA.Turco-Oruro-Bolivia.

## USO DE RECURSOS LIMITADOS EN SISTEMAS AGROPASTORALES DE LOS ANDES BOLIVIANOS

Nürnberg Michaela<sup>1</sup>, Stemmer Angelika<sup>2</sup>, Valle Zárate Anne<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidad de Hohenheim, Departamento de Producción Animal en los Trópicos y Subtrópicos, Stuttgart, Alemania

<sup>2</sup>Universidad Mayor de San Simón, Cochabamba, Bolivia  
[nuernber@uni-hohenheim.de](mailto:nuernber@uni-hohenheim.de)

### Abstract

This study aims at analysing production systems in the Bolivian Andes with the objective to determine their limitations and to develop concepts for improvement. Six communities of Ayopaya region, located at 3800 to 4800 masl, were included. Data were collected by structured questionnaires and long term participative observation. Production systems of the eastern Bolivian cordillera are agro-pastoral; their main components are potato production and livestock husbandry with llamas and sheep as predominant animal genetic resources. The mixed systems benefit from subsistence production, use of manure as fertilizer in cropping and the transport of agricultural produces by llamas. However, animals and crops compete for the same resources. This situation is actually worsened by the reducing access to land and labour. Farmers increasingly depend on achieving higher yields which can only be met by the increased use of external inputs or by expanding areas used for potatoes in exchange for pastures. The number of animals remains however stable leading to shortages in feed supply, and as a consequence, to higher pressure of infectious diseases. Shortage of labour is due to higher workload in crop production but also due to long-lasting migration for temporary work. The magnitude of benefits to be reaped from agro-pastoral systems largely depend on the availability of human and ecological resources. A stepwise adaptation to a more sustainable production system should consider both, crop and animal production as well as their interactions.

### Introducción

En la cordillera altoandina del este de Bolivia, los métodos de producción son agropastorales [1]. El cultivo de plantas y la crianza de llamas y ovejas son partes integrales del sistema. En la actualidad, modificaciones en las condiciones externas obligan a los productores a utilizar los escasos recursos de una manera más sostenible. El presente trabajo tiene como objetivo analizar el sistema de producción agropecuario, determinar sus actuales limitaciones y delinear conceptos que permitan mejorarlo.

## Metodología

El estudio se realizó en seis comunidades indígenas en la Cordillera Oriental del Departamento de Cochabamba, situadas entre 3800 y 4800 msnm. El clima es semihúmedo con una precipitación anual de 600 mm y una temperatura media anual de 3,3° C. En estas comunidades pudo evaluarse la información obtenida de 47 explotaciones. En todas las comunidades se llevaron a cabo encuestas estructuradas (47 campesinos: 5 mujeres y 42 hombres) y semi-estructuradas (entrevistas grupales entre 10 y 20 personas por comunidad) sobre aspectos de producción agropecuaria, el sistema de pastoreo y la situación socioeconómica de los 47 campesinos.

Adicionalmente, en una comunidad elegida como referencia (comunidad de Wallat'ani) se investigaron a largo plazo las condiciones de producción y se obtuvieron datos sobre el rendimiento y manejo de llamas y ovejas. También se llevó a cabo un estudio exhaustivo sobre la producción agraria. En esta comunidad se reportaron a su vez datos sobre las condiciones ecológicas que reinan en la región de estudio. Junto a resultados basados en números métodos estándar de las ciencias agrícolas (registro de animales y hatos, análisis de fibra, determinación de la flora existente, estudios climatológicos, estudios del suelo, análisis de aguas) se obtuvieron informaciones a través de la observación participativa sobre el marco de producción para describir el sistema en su integridad. El estudio de campo se ejecutó en 16 meses.

## Resultados y discusión

La cría de llamas es tradicionalmente de gran importancia para la subsistencia de los campesinos en los Andes bolivianos. Junto a mecanismos de aclimatación a un frágil ecosistema, las llamas ofrecen un amplio espectro de producción. En la actualidad, cambios en las condiciones externas obligan a los productores a utilizar los escasos recursos de una manera todavía más sostenible.

La producción es orientada a la subsistencia. El sistema se basa en la agricultura y los pequeños productores tienen como pilar la producción animal o el cultivo vegetal.

Llamas, ovejas y en menor cantidad alpacas son los recursos pecuarios de la zona. El tamaño medio del rebaño es de 50 llamas (desviación estándar 38) y cerca de 70 ovejas (desviación estándar 47). La evolución del número de animales no sigue una clara tendencia. El tamaño del rebaño se ve muy afectado por la situación individual de cada campesino y varía de 9 a 218 en llamas y de 1 a 200 en ovejas. El rebaño de llamas se caracteriza por la presencia de una gran cantidad de machos castrados (20 % del rebaño) que se emplean para el transporte de mercancías. Por la alta mortalidad, el número de crías y animales jóvenes por rebaño es muy reducido, tanto en las llamas como en las ovejas.

Según los campesinos, las llamas son el principal animal en la producción. Sin embargo, diferentes autores [2, 3, 4] ven en la oveja una mayor importancia en la cordillera del este. Las llamas ofrecen productos como fibra y carne. Los excrementos de la llama son empleados como combustible. Además de servir como animal de carga, los camélidos tienen importancia sociocultural. La cría de llamas se complementa en todos los casos con la cría de ovejas. Estas proveen en parte al campesinado con los mismos productos que las llamas, pero con ellas se obtiene un ingreso adicional por la venta de queso, el cual se dirige a un mercado que podría expandirse. Mientras que los excrementos de llama se emplean como fuentes de energía para cocinar, los de oveja se usan como abono en la producción de papa. El abono presentó en los análisis de las heces secas una mayor cantidad de fósforo y nitrógeno en relación a los excrementos de los camélidos.

Carne se consume con escasa frecuencia, y las llamas se sacrifican con menos asiduidad que las ovejas. Con la fibra de llama se producen sacos y sogas necesarias para utilizar a las llamas como animales de carga. Casi no se usa la fina fibra de la capa interna. Las llamas en la región de estudio presentan una alta calidad de fibra fina con una media de diámetro de 20,8  $\mu\text{m}$  (desviación estándar 7  $\mu\text{m}$ ) y un porcentaje de fibras finas de un 89 %. Esta calidad excepcional de la fibra de llama en esta zona ha sido previamente reportada [5]. La lana de oveja se usa para hacer mantas. 60 % de los productores crían alpacas para vender la fibra.

En la producción agrícola, debido a la altura, únicamente es posible la producción de tubérculos, en primera parte de papa. Su producción es económicamente interesante, ya que la venta de la cosecha asegura mayores ingresos entre mayo y junio. 40 % de los campesinos indican que sus ingresos vienen principalmente de la producción de papas. Unas zonas para el cultivo de papa están en manos de la comunidad y otras son propiedad privada. Como media, cada explotación labora de una a dos hectáreas.

Este sistema agropastoral integrado muestra múltiples ventajas como por ejemplo el apoyo a la subsistencia, el uso de abono para los cultivos o el transporte de productos agropecuarios con las llamas [6]. También la diversidad en la producción es un factor crucial a fin de reducir el riesgo bajo las condiciones del medio ambiente existentes [7], unas

condiciones caracterizadas en la Cordillera Oriental por las bajas temperaturas, una alta frecuencia de noches con helados y en general un ecosistema frágil.

Sin embargo, la producción animal y vegetal compiten simultáneamente por los mismos recursos. Especialmente los recursos de tierra y agua son factores limitantes, sobre todo en la estación seca. La existencia de este riesgo en sistemas agropastorales ha sido a su vez reportado [6].

Por cambios en las condiciones de producción, los campesinos tienden a depender cada vez más de mayores ingresos al aumentar sus necesidades por insumos del mercado. El resultado es la expansión del cultivo de papa a expensas de los pastos. Esta situación se puede observar también en otras regiones de Bolivia, como en el sur del Altiplano [7]. La pérdida de pastos y el número de animales constante hasta creciente trae como consecuencia la carencia de forraje. Esta situación favorece a incidencia de enfermedades contagiosas como por ejemplo parasitosis. En resumen, las zonas de pastoreo se reducen significativamente en número y dimensión. Esta situación origina sobrepastoreo debido a que la alimentación de los animales se fundamenta en el pasto. La deficiente alimentación de los animales está reportada por los campesinos como uno de los principales problemas de la producción pecuaria. Para solucionar este problema se debe mejorar el aprovechamiento de las parcelas mediante rotación. Hoy en día cerca del 25 % de los campesinos no tienen un sistema de pastoreo definido.

La intensificación de la producción de papa origina problemas de fertilidad del suelo porque cada vez menos productores realizan hoy en día los tradicionales períodos de barbecho que habitualmente duraban muchos años. Así, los productores informan en las encuestas del aumento de enfermedades en el cultivo de la papa en los últimos años. Asimismo el cultivo de la papa presenta una serie de limitaciones y riesgos como una producción no predecible debido a las condiciones climáticas y la inestabilidad de los precios y la venta. Por ello, la actual expansión de los cultivos de papa debería realizarse de una forma más controlada y acompañada de actividades complementarias en otros rubros de producción.

La producción de papa es muy laboriosa y requiere de abundante mano de obra. Como consecuencia la carga laboral estacional ha aumentado considerablemente en los últimos años, resultando en una escasez en la disponibilidad de mano de obra, un problema que también ha sido descrito [8]. La escasez de mano de obra se debe también a prolongadas ausencias de varios miembros de familia, no siempre aportando la gerencia de recursos externos. Esta situación puede ser tan solo parcialmente compensada por la reciprocidad en la cual se apoyan los campesinos y que aún hoy en día permite el mantenimiento de una estructura imprescindible para la subsistencia en la zona.

## Conclusiones

Los sistemas agropastorales tienen varias ventajas como la reducción del riesgo de producción bajo las condiciones medioambientales alto andinas y el apoyo a la subsistencia. Sin embargo, estas ventajas están sujetas marcadamente a la disponibilidad limitada de recursos ecológicos y humanos. La producción integrada animal-vegetal debe considerarse en subconjunto para un cambio adaptado y sostenible del sistema.

## Bibliografía

- 1: Iñiguez, L., Rodríguez T., Sanchez de Lozada, D., Sanchez de Lozada, R. (1997). Estudio de base sobre la situación de la producción de camélidos en Bolivia. UNEPCA, FDC, FIDA, CAF, IICA, La Paz, Bolivia
- 2: Bilbao, J.D. (1994). Caracterización y análisis del sistema ganadero en la comunidad de Japo. Tesis, Universidad Mayor de San Simón, Cochabamba, Bolivia
- 3: Rodríguez, C.A. (1994). Sistema de pastoreo en la comunidad de Chorojo, prov. Quillacollo del Departamento de Cochabamba, Universidad Mayor de San Simón, Cochabamba, Bolivia
- 4: Rojas, V.F. (1995). La crianza de llamas y su importancia en la organización de la producción de la comunidad de Challa Grande, Tesis, Universidad Mayor de San Simón, Cochabamba, Bolivia
- 5: Delgado Santivanez, J. Perspectivas de la producción de fibra de llama en Bolivia, Potencial y desarrollo de estrategias para mejorar la calidad de la fibra y su aptitud para la comercialización. 1-198. 2003. Institut für Tierproduktion in den Tropen und Subtropen, Universität Hohenheim
- 6: McCorkle, C.M. (1992). The agropastoral dialectic and the organization of labor in a quechua community. In: McCorkle, C.M. (Ed.), Plants, animals and people. Westview Press, Boulder, Colorado, USA
- 7: Caro, D. A. (1992). The socioeconomic and cultural context of Andean pastoralism. In: Valdivia, C. (Ed.), Proceedings of an SR-CRSP Workshop on Sustainable Crop-Livestock Systems for the Bolivian Highlands, University of Missouri-Columbia, USA

8: McCorkle, C.M. (Ed.) (1992). Plants, animals and people – Agropastoral system research. Westview Press, Boulder, Colorado, USA

## **SOCIOECONOMIC PROFILE OF CAMEL IN SULEIMAN REGION OF BALOCHISTAN**

Raziq A., Younas M.

Dept of Livestock Management  
University of Agriculture, Faisalabad-38040, Pakistan  
[raziq374@yahoo.com](mailto:raziq374@yahoo.com)

### **Abstracts**

Suleiman region is situated in the northeastern mountainous belt of Balochistan Province of Pakistan. Livestock farming has been a centuries old occupation of a vast majority of the population in Suleiman region. It was the only source of food winning for most of the households; hence all the family members were used to graze their livestock. The livestock farmers follow a regular pattern of seasonal migration. Livestock raising communities live throughout the region, especially in the mountainous areas. Women help feeding animals at home if fodder is available and do the milking and taking care of young and sick animals. By grazing the animals women and children share in the economic burden of the household. On the other hand, it deprives the children of getting an education, which is a basic constitutional right of every child. This survey was aimed at to highlight the characteristics of the camel breeds available in this area and to know better about their role in the life of the herders of Suleiman region. Camels are an animal genetic resource and constitute an indispensable natural resource in Suleiman region that must be properly managed. Many studies praised their unique characteristics especially under the most stressful conditions and rugged mountains.

### **Topography Suleiman region**

Suleiman region is situated in the Northeastern region of the Balochistan province of Pakistan. The region is situated from 29° \_ 32° at North latitudes and from 67 ° \_ 70 ° at east longitudes, with annual precipitation ranging from 200-700 mm. The climate of Suleiman region, generally located 600-1300 m above sea level, can be placed in the "arid to semi arid with warm summer and cool winter" category. The summers are warm with mean temperatures ranging from 21-32 °C. Summer is usually longer than winter and lasts for about 7 months (Apr-Oct). In winter the temperature drops below 0 °C. In most of the areas of the region total annual precipitation remains below 250 mm. However, annual rainfall exceeds some parts of the region, most of which takes place in summer due to monsoon.

### **Human resource in Balochistan**

Balochistan makes up 5.1% of the national population and its share would improve (8.5%) by the year 2010. From 1972 to 1981, the human population multiplied annually by 7% (equally contributed by both internal growth and influx of Afghan refugees). Children are perceived as a source of labor for subsistence operations. The sex ratio is 112 males to 100 females. This is probably due to a lower life expectancy of women.

### **Migration patterns in Balochistan**

The migratory period starts with the onset of winter. A migration may originate from central and southern Afghanistan and may end up in any part of Balochistan or the Indus plains. In most cases, migrations start from a locality in the northern highlands (Suleiman mountainous region) with a final destination in the southern foothills or irrigated plains of the adjoining provinces. They stay there with their animals until February or March. With the onset of the spring season, they move back to the mountainous areas. The movement is along traditionally fixed routes. The

migration involves both activities (pastorals and trade) as the migrants are accompanied by their flocks and trade goods are transported on camels. [1].

### **Population of Camel**

There are 15 million camels in Asia, out of which 40 % are found in India and 25 % in Pakistan. At present national herd comprises 0.8 million heads of camels out of which 41 % is present in Balochistan province alone, while 27 % of the camels of Balochistan are found in the Suleiman region [2]. According to last Census [3] total camels in Balochistan were 3,38,502, of which males were 1,74,394 and female were 1,64,111. Two types of camels are found in Suleiman region i.e.; (1) Kohi and (2) Pawenda breeds. White camels are also found in this area, which have been discussed separately [7].

### **Characteristics of Suleiman region's Camel**

Two types of camel is found in the region viz; Kohi and Pawinda. Most of the work of this study was confined to the Kohi camel and their breeders. Kohi camel is mainly kept by the local camel breeders mainly called as transhumant and sedentary production systems. The body size of Kohi camel is smaller as compare to the camel of desert and low land area. An average value from this study revealed that the average live weight of the male camels was about 550 kg and that of female was observed as 485 kg. The feet of the camels were round and hard. The values averaged from this survey on some of the productive and reproductive characteristics of the Suleiman region camels are summarized in Table 1. The wool of white Kohi camel is short and fine.

### **Management and Feeding**

There are three major camel production systems in this region viz; nomadic, transhumant and sedentary. Landless peasants may be hired as camel shepherds for extensive grazing. Socio-economic importance of camel is closely associated with existed production systems. Some scientists had reported that these systems are largely determined by climatic conditions, topography of the land, plant growth phenology, water sources, etc [1]. There is no special arrangement of housing for the camels in this area. As the camels are always on move, they hardly spend more than one month at one place. They move according to the season and availability of the vegetation in the area.

### **Major Vegetation of Suleiman region**

The vegetation in Suleiman region consists mainly of grasses and spiny scrubs. Grass and fodder plants are fairly numerous in the region. Some of the plants and shrubs species found in Suleiman region area are given in the Table 2. Among these, spánda and sperkai are used as medicine. Most other plants and shrubs are used as fodder for goats, sheep, cattle and camels. Trees growing in the region provide fruits, fuel wood and timber to the people.

### **Grazing Methodology**

This survey revealed that the camels proceed early in the morning to the grazing areas, where they allowed drinking water first, then they move towards the salt bushes, and graze at the bushes, after enjoying the salt taste they go towards the shrubs and the trees where they eat the twigs and shoots. According to the majority of the herders, if they are not allowed to graze at the salt bushes then they will not browse properly. The transhumance grazing is practiced, no stall-feeding is provided in any part of the year. In the season of the crop harvesting like wheat, maize and sorghum the animals are allowed for grazing aftermath in the fields. The stubbles of maize and sorghum are also offered if available. The weak and diseased animals, which are unable to graze are provided the wheat straw, if available. Majority of the camel herds were grazing by the camel shepherd called as Jath locally. Jaths are not the owner rather they collect the camels from different owners of the community and they graze them on annually basis. The Jaths go behind camel along with his family and move the herds continuously on the well-established routes. They graze the herds on the community lands and the entire community shares these herds. Some big herders have their own camel herds ranging

from 200-1000 heads, but such big herds are not common now because of the long prevailing drought and other reasons.

### **Milk Production Practices**

As the importance of camel as an important food resource is now being appreciated. In some parts of the country camel milk is an essential diet of nomads and in the peak season it is sold in the cities either pure or by mixing with cows' milk. Average milk production is 5 liter per milking (10 liters/d), and milking is practiced 2X daily, however, camels can be milked at any time of the day, when needed [5]. But in Suleiman region regular milking is not practiced, Jaths only milk the animal when they need it. The lactation period was reported as normally one year, but some animals either fail to produce milk the whole year or produce milk more than 18 months. The camel milk has also medicinal values as it grazes on herbs. The Suleiman ranges are famous for herbs and shrubs having medicinal value. As the camel graze on these herbs and shrubs, therefore the milk having reasonable medicinal value. In the survey area milk was used for the treatment of different diseases i.e. water belly (acities), typhoid and arthritis.

### **Camel as a Meat Animal**

In Pakistan, camels are slaughtered but at a very small scale and their meat is sold in the retail market as minced meat. Camel slaughtering is also carried out on religious festivals. The Pushtoon tribes slaughter camel for drying the meat for the winter. Such a meat is called as Lanthi meat (as charqui in South America from Llamas meat). According to the majority of the respondents the camel meat has also medicinal value as it decreases the backache, and the long bones pain. The hump is crushed and tied at the lower abdomen of the infertile women, with the opinion that it will help in the fertility, and will stop the abortion. Meat of old camel is also use for the removal of the internal parasites of small ruminants. The meat is cooked and thrived, and viscous solution is prepared and fed to the animals.

### **Camel Utility**

The wool produced is also sold by the Jaths, and the income will goes to them. Shearing is done only once a year, and almost 2-3 kg wool is produced. The wool is locally used for making the ropes, handicrafts and making carpets. The wool is also used locally for medication, by burning a small piece and giving smell to the newborn child with the view that the child will be resistant to the tetanus. The wool is also use for the treatment of the chronic respiratory problem and asthma of the small ruminants, by making a rope of the camel's wool and tie to the neck of the animal. The rope made of the leaves of *nannorhops richieana* is also tied for the same purpose. In addition, camel hairs and skin are used for making blankets, carpets, rugs, tents and many other handicrafts. Camel also provides recreational opportunity to the people. Camel race and camel wrestling are very popular among the people of desert area.

The camel is used for draft purpose as for bringing of the burning wood, turning Persian wheel, riding especially by Jaths and rarely for the ploughing. The animals are trained for riding and the training is called locally as Mahri. Male is put to work when it reaches at the age of 4 years. When the body growth is attained, females are put at work rarely if it is put at the work then the age will be 3 years.

On an average camel hide has the value of Rupees (Rs.) 500/- (almost 10\$) in Suleiman region area. Locally the animals are not slaughtered commonly; therefore, the hides are not usually available for selling in the market. The camel plays its role in the tribal disputes also by giving camels against the loss of the opposite tribe or family. Thus camel is deeply involved in solving many other socio-economic riddles of the tribes.

### **Socio-economic Contour of Grazers**

This survey revealed that camels provide important sources of subsistence and income to the people residing in the mountainous areas of Balochistan, which has also been reported by [1]. Open grazing is practiced in the area. The camels are grazed by the poor people of the Mari tribes called as Jaths. Jaths are not the owner of the camels, they haven't got any schooling, only graze the animals and they earn their livelihood. They eat bread with the camel's milk. All members of the family manage and take care of camels. They live with the camel and go along with their animals in

search of vegetation round the year. They have no facility of modern health care and are the neglected people of the society. The grazers earn 36-40 kg of wheat and rupees Rs. 100/ per animal annually. In addition the land owners will give 6 Bharrie (bundles) of wheat {bharrie is a bundle of the wheat shoot with the kernels, having the weight of approximately 3 kg per bharrie) to their respective Jaths. Jaths use packed camels for bringing and collection of the crop harvestings. They are allowed to use the camels without any prior approval of the owner to earn their livings.

According to Mr Kaiser Khan [6], a teacher by profession and belonging to Mari (Bijarani) by his tribe, who is known as encyclopedia of camels in the area stated a lot more facts to complete our preliminary survey. Being an owner of more than 200 best animals, he explained well about the socio-economic status of camel in their lives. According to him Government policies are not much friendly for profitable camel production. The Pakistani scientist while studying the socio-economic profile of camels in Pakistan with special emphasis on management and production aspects has explored in detail [4] and reported that camel is unaccounted animal specie in its qualities for its valuable services with low inputs rendering to the human being in almost all types of environments within the highly marginalized ecosystems.

One of the main reasons to keep camels in the area is that this is their profession since long time over the generations; therefore they love their profession and try to keep best animals in a best mode available to them. The camel and its number is the sign of identity of their tribes. They are proud of their camel. Those who have more animal they have high tribal status in their tribal society. The drought prevailed (1994-2004) in the area had adversely affected the number of camels in the area, therefore, the demand has risen along with the price. The best animals are now exported to the neighboring countries and Persian Gulf through legal or illegal means, thus raising the price of camels and making good earnings for the owners and the grazers.

### **Reproductive aspects**

At the 4 years of age, male become ready to mate the female animal. And the female reach to the time of mating at the age of 3 years. About 50 she camels are normally bred by one bull camel. The gestation period is reported as one year with plus minus of 15 days. While the service period remains for 6 days. If the she camel is being conceived by the mating then she change her behavior at 6<sup>th</sup> day of service period and show a different behavior as erecting her tail when an animal or a person come near to her and vice versa in other case. It takes 2 years between two calving. Average reproductive life of a female is about 20 years. She may reproduce further but the eyesight gets weak after 20 years of age. Camel can live for 25 to 30 years, and some camel may live for even 40 years. Conception rate of camel is as about 85 %, and the calving percentage is about 80 %. Abortion rate is very low, it occurs when there is scarcity of water. No twinning percentage is yet reported; in the area male and female ratio is almost 1:1. Weight of the calf at the birth is almost 35-45 kg, depending upon the sex, nutritional and health status of the mother camel. Weaning weight at 1 year is about 160-180 kg.

### **Role of Women in Camel Production**

Women play a pivotal role in the production and management of camels in Suleiman region. They milk cow camel, take care of the diseased animal and the young one and all the concerned management at home. But their status is very poor in the society; they have no power to even discuss the issues related to them. They are malnourished and completely illiterate. Their men are also illiterate but they are free to wonder in the area and have the power to converse and discuss the issues of mutual interest with the other people.

### **Marketing of camel**

The animals are grazing in uplands of Suleiman region since March to the end of the September and after that, the animals who reach the age of marketing, are moved to the (mela) fair of Mangrota, Tehsil Wahova District Dera Ghazi Khan of Punjab province, while rest of the animals are taken to the lowlands of Suleiman region and the adjoining areas of Sibi region, where they spend the autumn and winter season. Other areas of marketing camels are camel shows being held in the area. These shows are held each year at the Sakhi Sarwer (14 Apr) and Mangrota (14 Oct) of Dera Ghazi Khan Region of the Punjab province. Mangrota animal fair is the biggest of the area, and the biggest sale point for the camels. This fair is also called as Kathee (Donkey) mela as before partition, the Hindus were doing the business of the asses but now this fair is famous for camel trade/business. Camels are given the names according to their

age group as shown in Table 3 and are priced accordingly. The large sized camels are purchased by the people of the southern NWFP province, where the people use it for hauling down the woods for marketing. The prices of the fuel are very high in Vana and D I Khan area. The woodcutters of the said area purchase the compact body sized camel at comparatively higher prices. According to these woodcutters they earn the price of a camel in one season by bringing the wood and selling to the people. Table 4 indicates the average price collected from the Mangrota Fair area by [6].

### **Common Ailments in the Locality**

- ? Mange in the main problem, which is called Gerri. There is natural raw oil spring in the mountain of the (Karr). This natural oil is mixed at 1:1 ratio with the oil of rapeseed and applies at the effected areas.
- ? Trypanosomiasis or Surra is also common disease in the area, which a local name of Sokhra. The animal is branded at the base of the ear by hot red iron during this disease for recovery.
- ? Among the internal parasite, the lung worm infestation is common, which is locally called as Phaloo. Herders recommend branding at the right part of the rib by red hot iron as a preventive measure. For intestinal worms the well thrived solution of highly boiled and cooked meat of old camel is recommended.
- ? The Hematuria or Phosphorus deficiency is very common, which is given a name as Rindak. Again branding by red hot iron or hot stone at both flanks is recommended.

### **Extension Activities**

The Livestock and Dairy Development Department of the Balochistan Government is involved in providing vaccination cover against contagious diseases, like enterotoxaemia, anthrax, and treatment of different diseases like trypanosomiasis, lung worm and other diseases is also provided, when needed.

### **Problems of the Camel Breeders**

While reviewing the problems faced by the local herders [6], it was revealed that the grazers, herders and camel breeders are facing the following hurdles.

- a) Expanding agriculture: The need for crop cultivation is continuously increasing with the passage of the time. Where there is electric supply, the agricultural activities creep very progressively. For getting more lands under agriculture, the natural vegetation is being removed. The shrub, trees and the bushes are removed to prepare the land for crop production. So the area for grazing of the camels is progressively decreasing.
- b) Deforestation: The demand for firewood is increasing with the increase in human population. The cultivable land is declining, the natural resources are over-burdened, thus therefore the natural grazing areas are decreasing day by day. When energy sources are limited, and the firewood is the only source for the cooking, heating home in the winter and also burn the fire by wood to save from the predators at nighttime. The wood may be selling to the nearing cities at higher prices. The government has no control as the ranges of tribal controlled area. The people of the area are very poor; therefore, they sell the natural fauna to fill their bellies.
- c) Tribal disputes: Tribal disputes in the area between different tribes have also limited the area of grazing; especially the people of the said area are seriously involved in the tribal feuds. Now the Maree tribe is bound to a very limited area for grazing of their livestock. These complexes are also limiting the historic routes of the camel's movement.
- d) Prevailing Drought: The drought since last decade (since 1994) has seriously effected the rangelands and the livestock productivity. The immunity of the animals against the different diseases decreased due to the poor availability of their feed requirements. More than 15 % of the camel of the area was affected badly due to the poor vegetation and the severe mange problem.
- e) Marketing issue: No proper facilities have been provided to the camel owners for marketing. A camel project once launched for the improvement of camel export to the Gulf, but the project ceased very soon, due to some unavoidable reasons. Illegal export of camel is there, the camel, cattle and sheep is being smuggled through Afghanistan and Iran to the Gulf countries. The income goes in the pockets of the smugglers and the real farmers are exploited. The Government is losing a heavy income in this context. Moreover the rates of camel are at the highest in the history due to smuggling. If Government can provide legal export facility, it will be beneficial both for the breeders and the Government, as well.

## Work in Progress

After conducting the preliminary survey in Suleiman region, many points of interest were observed which have been included in a planned study underway in the six northeastern Regions of Balochistan. The problems of the camel herds and the herders including the marketing, export potentials, disease control (especially mange and trypanosomiasis), availability of vegetation for grazing and the broader of the pastoralists' life has been included. The results of the study will be available very soon and will be presented after proper evaluation.

## Summary

Camels are an animal genetic resource and constitute an indispensable natural resource in Suleiman region that must be properly managed. Many studies praised their unique characteristics especially under the most stressful conditions and rugged mountains. Agricultural development and food security are becoming the main components in the agricultural policies of the Balochistan province. It is becoming clear that the food security argument is putting a value on local agricultural products irrespective of their opportunity costs. The strategic idea is to minimize the country's dependence on external food supply sources. This choice should allow camels in the future to regain economical importance. If a sharply rising human population in the province is to achieve higher real incomes and a better quality of life, livestock production output must rise more rapidly than population growth. In order for the rise in output to be maintained over time, natural resources, including camels, which provide the basis for such output, must be preserved and new technologies offering higher productivity must be developed.

Table 1. Showing the Body Characteristics of White Kohi Camel.

S #	Traits	Values	
		M	F
A.	Productive		
	Av birth Wt	35 - 45 kg	
	An weaning Wt	160 - 180 kg	
	Av live Wt	550 kg	485 kg
	Av milk production	10 lit/d	
	Lactation period	1 yr	
	Wool Produced	3 kg	
	Ready for workload	4 yr	3 yr
B.	Reproductive Traits		
	Age of puberty	4 yr	3 yr
	Gestation period	375-385 d	
	Calving interval	2 yr	
	Calving rate	80 %	
	Conception rate	85 %	
	Abortion rate	Rare cases	
	Reproductive life	25-35 yr	

Table 2. Some of the Forage Plants and Shrubs found in Suleiman region area.

Trees	Medicinal herbs	Grasses	Shrubs
Chilghoza (Pinus Geranandiana), Pine (Juniperus macropoda), showan (olivea cuspidata), shung (wild ash), ghaz (tamarix galica), ber (zizyphus), pah, palosa (acacia nilotica), shane (Pistacia Khunja)	pamangi (boucerosia aucheriana), spalmai (calotropis gigantea), spandai (peganum harmala), sperkai (carum copticum), tamarisk (tamarix indica), shorae (haloxylon grifithii), uman (ephedra pachyclada), urgalami (rhazya stricta),	parwat (cocculus leaba), ragholae, saba (stipa capillata), sargarae, shang (fraxinus xanthoxyloides), shezgi (eremurus aurantiacus), shinbutae, surai (rosa lacerans),	barar (periploca aphylla), azghai, tindan (albagi camelorum), Titok (convolvulus spinosus), girdae butae (althaea ludwigii), khar (suada fruticosa), khokhae (allium sphaerocephalum), makhae (caragana), manri, mashkanri, mazari (nannorhops ritchieana), ghalmae (anabasis multiflora), khâr or zumai (suada fruticosa), khazal, khokhai (allium sphaerocephalum)

Table 3. Ethnic terminology used for various Age Groups.

Age group (Yrs)	Local Name Given
0-1	Hirr
1 yr	Kotail
2 yr	Mazath
3 yr	Thran
4 yr	Chathar
5 yr and above	Dawak

Table 4. Average Price of Camels collected from the Mangrota Fair.

S No	Age of the Camel	Av Price (in Rs.)
	Mature healthy and heavy male of Kohi breed	Rs. 50,000/-
	Mature healthy female of the Kohi breed	Rs. 23,000/-
	One year old male of the same breed	Rs. 10,000/-
	Yearling female of the same breed	Rs. 8,000/-..
	Bi-yearling male	Rs. 15,000/-
	Bi-yearling female	Rs. 12,000/-

## Bibliografía

1. Aujla, K.M. and A.W. Jasra. 1996. Socio-economic constraints on small ruminants production in arid and semi-arid regions of Pakistan. Pak. J. Agric. Soc. Sci. PARC, PO Box 1031, Islamabad.
2. Economic Survey. 2004-05. Government of Pakistan, Finance Div. Economic Advisor's Wing, Islamabad.
3. GOP. 1998. Government of Pakistan. Livestock Census of 1996. Agricultural Census Organization (ACO), Statistics Division, Gulberg, Lahore.
4. Iqbal, A. 2002. A socio-economic profile of camels in Pakistan with special emphasis on management and production aspects. Proc. International Workshop on Camel Research and Development. Wad Medani, Gezira State, Sudan. pp 45-50.
5. Qureshi, M.H. 1986. The camel. A paper presented at FAO seminar on camel production and health. Oct 20-23, Kuwait.
6. Raziq, A. 2004. Personal communications during frequent visits to Musakhel and Suleiman regions of Balochistan regarding socioeconomic studies of camel herders.
7. Raziq, A. and M. Younas. 2006. White Camels of Balochistan. Paper submitted to the Sci International, Lahore, Pakistan.

## ANÁLISIS ECONÓMICO DEL SISTEMA DE USO EN SILVESTRÍA DE VICUÑAS EN LA RESERVA DE LAGUNA BLANCA, CATAMARCA, ARGENTINA

Rigalt F, Sabadzija G., Rojas M.

INTA EEA Catamarca. CC 25 4700.

\*Dirección de Ganadería, Catamarca

## Resumen

La producción y comercialización de fibra de vicuña proveniente de la esquila de animales vivos, se presenta como una alternativa sustentable y emblemática de ingresos adicionales para los productores altoandinos de la República Argentina.

Estudios de mercado reportan una demanda constante y precios en ascenso. A pesar de las acciones para la regulación del comercio de la fibra de esta especie, la caza furtiva y el comercio ilegal continúan. Esta fibra conforma un eslabón importante en la cadena textil artesanal, actividad arraigada en la región.

El objetivo es aproximarse a la determinación de los beneficios económicos del sistema en silvestría (captura, encierro, esquila y liberación), considerando aspectos socioculturales y de la legislación local.

Se analizan los datos de 5 capturas y 4 esquilas realizadas a partir de 1998 a 2005, en la Reserva de Laguna Blanca, 26° 38'49" S, 66°56'02,6" W, 3210 m.s.n.m.

Para el cálculo de resultados económicos se considera toda la información técnica obtenida en el sistema real de captura: eficiencia, número de animales esquilados, peso de vellón, peso de recortes o bordel o garra y barriga, mano de obra empleada en captura, encierro y esquila; se consideran tasas por uso de tierra y recurso fauna y precios obtenidos por campaña; se identifica y valora la inversión. Se presentan resultados económicos por año e indicadores de recupero de inversión, para dos sistemas de esquila, total y parcial, con y sin valoración de la mano de obra.

El sistema de uso en silvestría incrementó un promedio de 253,6 u\$s anuales los ingresos de cada familia beneficiaria. La esquila total incrementa un 11 % el ingreso. La producción no es suficiente para abastecer la demanda local.

Palabras clave. Vicuña, fibra, costo, silvestría

## Introducción

Argentina posee alrededor de 70.000 vicuñas en la región puneña y altoandina de las Provincias de Jujuy, Catamarca, Salta, La Rioja y San Juan. Las poblaciones de Jujuy se encuentran en Cites II desde 1997 y las de Catamarca desde 2002. El resto se encuentra en Apéndice I. [9-10] Esta especie incorporada a los sistemas de producción puede considerarse, como un ejemplo de retorno de la inversión pública en tecnología agropecuaria. [3]. Las posibilidades de desarrollo en Catamarca son concretas, están autorizados dos sistemas: silvestría y semicautiverio. En Catamarca además está permitida la captura de aproximadamente 700 animales por año para introducir en criaderos. INTA Abra Pampa ha desarrollado y validado la tecnología de crianza en semicautiverio. Catamarca está desarrollando desde 1998 la captura en silvestría. Para la fibra existe un mercado firme y estable a nivel internacional. Los precios recientes obtenidos en licitaciones de fibra vellón es de 890 u\$/kg, y recortes 200 u\$/kg. Argentina es el segundo exportador mundial de fibra de vicuña, después de Perú. El 100 % de la fibra que se produce y exporta en Argentina, proviene de criaderos en semicautiverio.

La especie vicuña ocupa un vasto territorio despoblado de la Puna y región altoandina Argentina con poca accesibilidad en algunas zonas. A pesar de los controles por los organismos pertinentes nacionales y provinciales, "aún persiste la caza furtiva de vicuñas, habiéndose detectado 70 puntos georeferenciados de caza y 15 puntos de compra venta de fibra de vicuña sólo en las Provincias de Salta, Jujuy y sur de Bolivia" [7]. Estudios sobre 450 cueros decomisados en Salta demuestran que la caza furtiva no respeta edades ni sexo [4].

Es necesario incrementar la extracción-producción-cosecha de fibra de vicuña obtenida de vicuñas vivas (Cites II) para satisfacer la demanda local de la Provincia de Catamarca y regional por parte de hilanderos, teleros y artesanos de la misma. El total de fibra producida en los últimos 3 años en el sistema en Silvestría es de 98,9 kilos, [1-17] lo que resulta insuficiente para abastecer a los 140 artesanos de la fibra, oficialmente registrados. (Secretaría de Ambiente, 2006). Los no registrados se estiman más de 160.

Una de las alternativas para incrementar la producción de fibra legal es a través de la determinación de nuevos sitios de manejo en silvestría [6-16], para lo que resulta necesario definir la conveniencia socio-económica y de conservación en función de la expectativa de captura de animales en los sitios determinados como de manejo en silvestría.

Es necesario conocer algunos indicadores económicos para los tres años de captura realizados. Además, dada la aleatoriedad del sistema en silvestría es necesario determinar el número mínimo de animales que al momento de tomar la decisión de captura, justifique económicamente el costo de la misma y la esquila. También es necesario determinar la factibilidad de instalación de nuevos módulos de captura, y definir la conveniencia económica en función de la expectativa de captura de animales en los sitios determinados como de manejo en silvestría, con densidades poblacionales de una vicuña por km<sup>2</sup>. En Perú, el sistema en silvestría trabaja con densidades de hasta 10 vicuñas por km<sup>2</sup>, por la mayor capacidad de carga del altiplano Peruano.

La otra alternativa es la producción en semicautiverio, cuya factibilidad técnica, sustentabilidad y rentabilidad ha sido demostrada. [2-12-13-22-23], siendo las zonas de vega, humedales o bofedales de la Puna Catamarqueña un ambiente apropiado para su desarrollo y permitido por la legislación internacional, nacional y provincial vigente. Perú exporta anualmente 5000 kilos de fibra de vicuña, el 80 % proveniente de sistemas de "cercos", donde a fines de 2005 en el informe del Convenio de Países, (Jujuy, Argentina) se reportan 28000 vicuñas en semicautiverio en 250 criaderos.

El sistema en semicautiverio del INTA Abra Pampa, en Puna a 3400 m.s.n.m., con 350 mm. anuales de precipitación, trabajó con excelentes resultados con una densidad de hasta 500 vicuñas/km<sup>2</sup>. Siendo la carga, en ese ambiente, recomendada para los productores de 3 animales/ha. [2-18].

#### *Antecedentes de capturas y esquilas en silvestría y crianza experimental en semicautiverio en Catamarca:*

El primer criadero en semicautiverio experimental en la Provincia de Catamarca se realizó en 1996 en la Sierra de Ancasti, con animales de INTA Abra Pampa, a los 3 años se cerró por problemas graves de predación por puma. [25-26].

La primera captura experimental en la República Argentina se realiza en 1998 [14], donde, por el método de encierre en la aguada de Hoffman y Col. (1983), se capturaron 89 ejemplares, con una eficiencia del 93 % y una mortandad de 6,5 %. Los animales no fueron esquilados y 23 ejemplares se destinaron a 2 criaderos experimentales en las Estaciones de Altura de Laguna Blanca y Antofagasta de la Sierra. (Dirección de Ganadería. 1998). En la captura experimental de 1999, sólo se capturaron 6 animales con un 100% de eficiencia y 0% de mortalidad. (Ferraro, 1999). Posteriormente se realizan capturas sucesivas en 2003, 2004 y 2005 que son sujeto del presente estudio.

## **Material y Métodos**

Se toma como modelo real el sistema ya existente, con condiciones buenas para el manejo en silvestría. Se analizan datos de capturas 1998, 2003, 2004 y 2005 y esquilas realizadas en 2003, 2004 y 2005, en la Reserva MAB de Laguna Blanca (Vera 1983), ubicada a los 26°38'49" S, 66° 56'02" W, a 3210 m.s.n.m..

#### *Descripción del módulo de captura*

El módulo de captura, diseñado por Vera, R. y Ferraro, A. en 1997, encierra una superficie de 40,38 ha, de forma rectangular irregular, orientado de sur a norte sobre la costa occidental sur de la laguna, tiene un largo de 950 m al E, 321 m al norte, donde se encuentra la aguada, 1269 m. al oeste y 482 m. Al S-SE por donde ingresan los animales a través de 3 aberturas de 30 m. cada una. Presenta 2932 m. de alambrado perimetral de 11 hebras de alambre liso hasta 1,3 m de altura, con postes cada 10 metros y 8 trabillas alternadas en altura, por cada claro entre postes. Durante la captura todo el tramo S-SE y parte de los laterales W y E son cubiertos con tela plástica blanca de 1,2 m., que asienta sobre las instalaciones fijas de alambrados, con una longitud de 980 m.

Manga de encierre: Mejorada en su diseño por Fra, E. en 2004 se ubica en la parte S-SW del módulo, tiene forma de embudo irregular con una longitud total de 920 m de los cuales 420 m se asientan sobre el alambrado E, el resto atraviesa el módulo hasta el alambrado E. Asentada sobre postes de 3 m. de altura cada 30 m. El total de la manga es recubierta con malla plástica negra de 2,2 m. De altura, tipo media sombra, sostenida por 2 hebras de alambre liso, que se instala luego de la captura en el módulo.

Corrales de encierre: De forma circular con 2 subdivisiones, de aprox. 400 m<sup>2</sup>. Compuesto por postes fijos cada 3 metros, 2 hebras de alambre liso y tela plástica verde de 2 m. De altura.

Esquila: Se realiza en el piso, con tijera sobre una lona plástica de 6 m. X 10 m., con 10 equipos de esquiladores, de 3 operarios cada uno, utilizándose 2 mesas de envellonar, y otros elementos considerados en el estudio. La longitud mínima de largo de mecha para la esquila es de 30 mm.

#### *Ingreso de animales al módulo*

La serie de datos disponibles de ingreso de animales al módulo en época de captura son escasos para predecir la rentabilidad a largo plazo, ya que el comportamiento de los animales es errático y no ha sido estudiado en función de otras variables como por ejemplo, tipo y época de año, presencia de aguadas secundarias y otras. Se consideran los datos de ingreso al módulo en horas pico de 1501 animales durante 13 observaciones[1]. Registrándose un mínimo de ingreso de 18 animales y un máximo de 220. Comunicaciones extraoficiales citan ingresos de hasta 330 animales al módulo.

#### *Eficiencia de captura y mortandad*

Se utilizan los datos promedio de eficiencia de captura de los años citados: estos datos incluyen escapes en la captura y mortandad. Esta última ha descendido por la mayor experiencia, las mejoras de diseño, instalaciones y manejo, a 0,78 % en 2005.

### *Reingreso al módulo*

Se considera reingreso, a las vicuñas esquiladas el año anterior, que no pueden ser esquiladas por no superar el largo de mecha, se analizan datos de 450 animales en 2003-04 y 05, 2004= 23%, 2005= 22%. Valores que se toman para el estudio. En esquilas sucesivas el mismo año con diferencia de 30 días en 2005, se registró casi el 50% de reingreso de esquiladas, que coincide con los datos anteriores. Se estima que una tercera captura sucesiva incrementaría a 67,5% el número de animales que reingresan ya esquilados. El presente estudio analiza una captura anual y esquila bianual, existiendo la posibilidad de una segunda captura sucesiva en la misma época.

### *Producción y calidad de fibra*

Un crecimiento registrado anual promedio de 22 mm. por año, es considerado no apropiado para el hilado, a pesar que se cita que algunas artesanas pueden hilar con 20 mm. de largo de mecha. Se toman los datos totales y/o promedios de la fibra esquilada en las capturas 2003, 2004 y 2005. En 2004 y 2005 se realiza esquila parcial, sólo vellón. Como dato complementario de calidad se citan resultados de 61 muestras de vellones analizados en Laboratorio de lanas INTA Bariloche. La edad promedio de 119 animales en 2005 es de 4,7 años (Dirección de Ganadería 2006). En 2005 (Dirección de Ganadería) se observa un pico de mayor producción (383 g. promedio) en animales de 8 años. No se considera en el estudio.

### *Valor de la fibra*

Se realiza el análisis con distintos valores de precio de fibra vellón y bordel obtenidos a nivel local y regional. La referencia de lo pagado por la Dirección de Artesanías en 2003 (357 u\$/kg.), de lo vendido por la Dirección de Fauna en 2004 (400 u\$/kg. vellón) y para 2005, un promedio de lo ofrecido por compradores europeos (700 u\$) [1] y lo obtenido en la licitación 2005 en INTA Abra Pampa (890 u\$/kg vellón y 200 u\$/kg bordel) [24].

### *Sistema actual de distribución de fibra*

20% Secretaría de Ambiente. La ley Provincial de Fauna establece que la misma es un bien público. Este porcentaje se considera una tasa cobrada por el estado por el uso de un bien público. Supone uso para fiscalización y control. Se destina a venta a artesanos a 1200 \$/kg. (u\$ = 3.07 \$). 5 % para el propietario de la tierra y 75 % para 60 pobladores de 45 familias (incluidos 23 artesanos) de Laguna Blanca, Aguas Calientes y Corral Blanco. [28]

### *Análisis económico*

Se realizó utilizando métodos convencionales para evaluar actividades de renta, con la salvedad de las limitaciones metodológicas que pueden tener para reflejar los resultados (económicos, sociales, ambientales) de esta actividad por los siguientes motivos:

- Se trata del uso de un recurso natural y de un bien público.
- Es una actividad en proceso de desarrollo en la zona.
- Adquiere un matiz de evento social, ya que si bien aun no esta instalada como una tradición por ser relativamente reciente, se experimenta más bien como un acontecimiento comunitario que como una tarea.

En primer lugar se identificaron los bienes que componen el capital involucrado, cuantificándose y valorándose posteriormente los mismos. Se organizaron de la siguiente manera:

- ? Instalaciones: módulo de captura, manga de encierre y corrales de encierre.
- ? Equipos: balanza, mesas de envellonar.
- ? Implementos: malla media sombra negra, tela plástica verde, tela plástica blanca, lona para esquila (piso), sogas gruesas, tijeras y otros.

En el estudio, no se les asigna valor económico a los animales por no tener suficientemente ajustada una metodología para ponerle precio a un recurso natural de alto valor. La posibilidad de hacerlo por el potencial productivo a lo largo de su vida útil (en este caso de 1,44 a 1,57 kg. de vellón, en 10 años o 5 esquilas), no se la considero pertinente debido a la falta de información suficiente que permita conocer el comportamiento del animal.

La valoración a nuevo se realizo mediante el precio de mercado (ciudad capital) para los bienes de adquisición directa; tal el caso de los equipos e implementos. Las instalaciones se valoraron por su costo de construcción (según detalle citado) con precios de plaza (en la ciudad capital) mas flete (450 km.) para los insumos; y precio contratista para la mano de obra. Dado que al momento del estudio los bienes manifestan cierta antigüedad, también se calculo el valor actual por el método del VRACi (Valor Residual Activo Circunstanciado).

Se identifican, cuantifican y valoran dos de los componentes del costo (gastos y amortizaciones). Dentro de estos, se consideran variables y fijos, en función a que se realice o no la captura; son variables aquellos en los que se

incurrir si se realiza la captura y esquila, y fijos aquellos en que se incurre independientemente de ella. Se tienen en cuenta los siguientes ítems:

- ? Mano de Obra: considera la cantidad de personas involucradas durante las jornadas que dura la actividad y la duración de las mismas. Se valoran según legislación vigente. Se toman los datos de mano de obra utilizada en las capturas 2004 y 2005 y tiempos requeridos por cada actividad. A pesar de la convivencia ancestral de los pobladores con la especie vicuña, la actividad propia de captura y esquila de vicuñas vivas no es una tradición entre los pobladores de la Puna Argentina. Los pobladores no reciben pago por el trabajo. Son beneficiarios de la fibra. Se consideran dos supuesto, con y sin valoración de la mano de obra. Esta se comporta como un componente fijo para la primera jornada, y variable en la segunda jornada (con pequeñas variaciones en función a la cantidad de animales capturados y esquilados).
- ? Insumos: se consideran insumos veterinarios (sanidad, identificación), elementos de limpieza y bolsas para guardar los vellones. Se valoran con precios de plaza en ciudad capital. Se comporta como un componente variable del costo, ya que esta en función de la cantidad de animales capturados, animales esquilados y del manejo técnico realizado en cada captura.
- ? Mantenimiento: se considera un valor como un porcentaje del valor a nuevo de los bienes (instalaciones, equipos e implementos). Se comporta como un componente fijo del costo.
- ? Amortización: el desgaste anual o pérdida del valor de los distintos bienes que componen la inversión, ocasionada ya sea por el uso de los mismos y por el transcurso del tiempo. Se calcula por el método lineal. Se comporta como un componente fijo del costo.
- ? No se valoran los aportes del Estado Provincial en las gestiones de diseño, construcción, mantenimiento y manejo del módulo, tampoco el asesoramiento técnico.

Los costos se expresan en pesos totales por captura, y en valor producto, tanto en kilos de fibra como en animales esquilados.

El ingreso bruto se calcula como cantidad de fibra esquilada, por el precio en dólares (convertidos en pesos al cambio vigente) para cada captura, según los datos citados.

En este sistema de captura en silvestría participan tres actores: las familias o pobladores en su rol de beneficiarios; el propietario de la tierra, con la cesión de la misma en calidad de préstamo para la instalación del módulo de captura y demás instalaciones; y el Estado, en su rol de promotor y desarrollo de la actividad.

Para las capturas 2003, 2004 y 2005 se presentan los resultados como: costos en pesos totales, con y sin valoración de mano de obra; componentes fijos del costo en valor producto (kg/fibra y animales esquilados); distribución fibra e ingresos brutos por familia.

Se presenta un modelo teórico con los datos de expectativa de ingreso de animales, y datos promedios de precios y gramos de fibra por animal tomados de las capturas anteriores. Se presentan los resultados como: beneficios sistema silvestría y costos en valor producto (kg/fibra y animales esquilados), para esquila parcial y total, con y sin valoración de mano de obra; fibra e ingresos brutos por familia, para esquila parcial y total.

## Resultados y Discusión

El promedio de expectativa de ingreso es de 115 vicuñas, con una alta desviación DT: 49,63. Expectativa de captura es de 109 vicuñas. Eficiencia de captura 94,5 % DT= 1,75%, min. 92,96 % máx. 97. El % esperado de réingreso al módulo es de 22,5 %.

*Expectativa de esquila en una captura anual* = 85 animales con una alta desviación. Mínima: 13,18 animales máxima: 161,12 animales.

### *Producción y calidad de fibra vellón*

2003: media de vellón = 206 g/an. , bordel = 76 g/an. (26,9 %) en 169 animales. 2004: 286,23 g de vellón en 77 animales, 2005: 313 g de vellón en 93 animales. Producción total de fibra (3 años): 98,9 kg.

La media ponderada de 370 esquilas usada como dato para el análisis es de 262 g de vellón/ animal

Largo de mecha: 61 muestras analizadas de animales nunca esquilados. : 37,67 mm. DT 7,879

Finura (61 muestras): 12,6475 micras. DT: 0,55

DATOS TÉCNICOS Y ECONÓMICOS	
Mano obra	
Primera jornada (8 horas): encierre e instalación de telas plásticas.	52 personas
Segunda jornada (8 a 10 horas): arreo y esquila	67 personas
Cantidad de familias beneficiarias	45 familias
Mantenimiento	
Instalaciones e implementos	2 %
Equipos	5 %
Distribución de fibra	
Secretaría Ambiente	20 %
Propietario tierra	5 %
Familias pobladoras beneficiarias	75 %

DATOS TÉCNICOS Y ECONÓMICOS (continuación)			
Datos capturas	2003	2004	2005
Animales capturados	208	122	119
Animales esquilados	169	77	93
Grs. vellón/animal	206	286	313
Kilos fibra	47,7	22,0	29,2
Kg. vellón	34,9	20,0	29,2
Kg. bordel	12,8	0	0
Precio fibra (u\$/kg)			
u\$/kg vellón	357,0	400,0	795,0
u\$/kg bordel	96,0		
SUPUESTO CON EXPECTATIVA INGRESO			
Animales ingresados			115
Animales capturados			109
Animales esquilados			85
Grs. vellón/animal			262,0
Grs. bordel/animal			96,4
Kilos fibra			30,5
Kg. vellón			22,3
Kg. bordel			8,2
Precio fibra (u\$/kg)			
u\$/kg vellón			517,3
u\$/kg bordel			148,0
Valor Dólar (\$/u\$)			3,07

La inversión total requerida para la instalación del modulo de captura y los demás bienes involucrados asciende al monto de \$40.900, correspondiendo la mayor erogación a las instalaciones; el valor actual de dicha inversión es de \$31.017 (cuadro 1).

Cuadro 1: Rubros de la Inversión, valoración e incidencia

RUBROS DE LA INVERSION	Valor Nuevo (\$)	Valor Actual (\$)	Incidencia (%)
Instalaciones	33.198	26.014	82%
Equipos	1.350	1.040	3%
Implementos	6.352	3.964	14%
<b>Total</b>	<b>40.900</b>	<b>31.017</b>	<b>100%</b>

Los costos por captura oscilan entre \$ 3.500 a cerca de \$ 4.200 y entre \$ 6.200 a poco mas de \$ 7.500 respectivamente, según se valore o no el trabajo de los participantes beneficiarios. La amortización y/o la mano de obra, según el caso, son los ítems de mayor incidencia (Cuadro 2).

Cuadro 2: Costos y composición; con y sin mano de obra (en \$/captura).

Ítems/Capturas		2003		2004		2005	
		sin M.O. (\$)	Con M.O. (\$)	sin M.O. (\$)	con M.O. (\$)	sin M.O. (\$)	con M.O. (\$)
GASTOS	Mano obra		3.393,8		2.765,6		2.975,0
	Insumos	780,2	780,2	153,8	153,8	142,5	142,5
	Mantenimiento	879,5	879,5	879,5	879,5	879,5	879,5
Amortizaciones		2.479,0	2.479,0	2.479,0	2.479	2.479	2.479
TOTAL		4.138,7	7.532,5	3.512,3	6.277,9	3.501,0	6.476,0

Se expresan los componentes fijos del costo en valor producto, tanto en kilogramos de fibra como en cantidad de animales esquilados. Vemos que, con las producciones de fibra por animal y las cotizaciones de precios de cada año, hay que obtener entre 1,36 kg a 3,79 kg. Para recuperarlos; o bien, capturar y esquilar entre 4 y 19 animales (cuadro 3).

Cuadro 3: Componentes fijos del costo en valor producto (kg/fibra y animales esquilados)

	2003		2004		2005	
	Kg. fibra	Anim. esquil.	Kg. fibra	Anim. Esquil.	Kg. fibra	Anim. Esquil.
Amortizaciones	2,800	14	2,000	7	1,000	3
Gastos mantenimiento instalaciones, equipos e implementos	0,990	5	0,720	3	0,360	1
TOTAL (amort.+ mantenim.)	3,790	19	2,720	10	1,360	4

La distribución de fibra entre las familias pobladoras representa un ingreso promedio anual (valorada como valor bruto de fibra), de \$ 778,79 por familia (cuadro 4).

Cuadro 4: distribución fibra e ingresos brutos por familia.

	2003	2004	2005	Total 3 años	Promedio anual
Fibra familias (kg. Totales)	35,7	16,5	21,9	74,1	24,7
Fibra por familia (kg. / flia.)	0,794	0,367	0,486	1,6	0,549
Ingreso bruto familia (\$/flia.)	699,46	451,09	1.185,83	2.336,4	778,79

En el modelo teórico, para *esquila parcial*, los gastos variables en que incurrimos si decidimos la captura y esquila oscilan entre 0,3 a 4,8 animales esquilados, y entre 85 gramos a 1,27 kilos de fibra, según se valore o no la mano de obra. Esto quiere decir que si el numero de animales en el módulo de captura es igual a ese valor, o bien, si se obtiene esa cantidad de fibra, cubriremos dichos gastos. A partir de allí, empezamos a cubrir los costos fijos (mantenimiento y luego amortizaciones). La diferencia entre los ingresos y el total de gastos, ambos expresados en producto, seria el beneficio del sistema de silvestría en su conjunto, sin discriminar el beneficio de cada uno de los actores del mismo. Este oscila entre 18 a 20 kilos de fibra, según se valore o no la mano de obra.

Para *esquila total*, los gastos variables oscilan entre 0,3 a 4,8 animales esquilados, y entre 106 gramos a 1,737 kilos de fibra, según se valore o no la mano de obra. Es decir que si el número de animales en el módulo de captura es igual a ese valor, o bien, si se obtiene esa cantidad de fibra, cubriremos dichos gastos. A partir de allí, empezamos a cubrir los costos fijos. El beneficio del sistema de silvestría con esquila total oscila entre 25 a 28 kilos de fibra, según se valore o no la mano de obra. (cuadro 5).

Cuadro 5: Beneficios sistema silvestría y costos en valor producto (kg/fibra y animales esquilados), para esquila parcial y total, con y sin valoración de mano de obra.

MODELO CON EXPECTATIVA DE INGRESO	ESQUILA PARCIAL				ESQUILA TOTAL			
	Sin mano obra		Con mano obra		Sin mano obra		Con mano obra	
	Kg. fibra	Ani. esquil	Kg. fibra	Ani. esquil	Kg. fibra	Ani. esquil	Kg. fibra	Ani. esquil
Ingresos (datos estimados)	22,300	85	22,300	85	30,500	85	30,500	85
Gastos variables* (insumos+m.o. 2° día)	0,085	0,3	1,270	4,8	0,106	0,3	1,737	4,8
Gastos fijos (m.o. 1° día)			0,820	3,1			1,01	2,8
Mantenimiento	0,554	2,4	0,554	2,4	0,554	2,4	0,554	2,4
Amortizaciones	1,600	6	1,600	6	1,600	6	1,600	6
Total Gastos	2,2400	8,7	4,240	16	2,260	8,7	4,900	16
<b>BENEFICIO SISTEMA</b>	<b>20,060</b>	<b>76,3</b>	<b>18,060</b>	<b>69</b>	<b>28,240</b>	<b>76,3</b>	<b>25,600</b>	<b>69</b>

(\*) Solo insumos, para resultados sin mano de obra.

La distribución de fibra entre las familias pobladoras representa un ingreso promedio anual (valorada como valor bruto de fibra), de \$587 a \$651, según se considere esquila parcial o total. (cuadro 6).

Cuadro 6: fibra e ingresos brutos por familia, para esquila parcial y total.

MODELO CON EXPECTATIVA DE INGRESO	Promedio anual	
	Esquila parcial	Esquila total
Fibra total (kg. Totales)	22,300	30,500
Fibra familias (kg. Totales)	16,73	22,88
Fibra por familia (kg. / flia.)	0,37	0,51
Ingreso bruto familia (\$/flia.)	587,60	651,6

## Conclusiones

- Para las capturas realizadas, con datos de fibra obtenida y cotizaciones de precios citados:
  - Los costos fijos por captura (amortizaciones y mantenimiento de bienes) fueron equivalentes a un rango entre 1,36 a 3,79 kg. de fibra, o 4 a 19 animales capturados y esquilados.
  - La actividad represento un incremento promedio en los ingresos anuales de \$778,79 por familia, valorados como fibra bruta.
- Para el modelo con expectativa de ingresos, producción promedio por animal y precio de fibra promedio:
  - El solo hecho de tener inmovilizado un capital y mantenerlo en buenas condiciones, ocasiona costos fijos (amortizaciones y mantenimiento) equivalentes a poco más de 2 kg de fibra (8,4 animales esquilados).
  - El beneficio del sistema en silvestría oscila entre 18 a 20 kilos de fibra, según se valore o no la mano de obra, si la esquila es parcial.
  - La actividad representaría un ingreso adicional anual de \$ 587 por familia, y se incrementa alrededor de un 11% si la esquila es total.
  - El sistema en silvestría recupera la inversión al segundo año de captura con esquila parcial.
  - La fibra producida en los últimos 3 años en el sistema en Silvestría no alcanza a satisfacer la demanda actual de los artesanos y otros.
  - Es necesario desarrollar nuevos módulos de captura y esquila en silvestría.
  - Es necesario desarrollar módulos de cría en semicautiverio para incrementar la producción a mediano y largo plazo.
  - Es necesario determinar si la esquila total estimula un mayor crecimiento de fibra.
  - Es necesario profundizar e investigar en métodos de valoración de este recurso natural, y adecuar aquellos para evaluación de la actividad.

## Bibliografía

- 1- Rojas, M., Palacios, C. Dirección de Ganadería Catamarca. Informe de Captura 2005. No publicado.
- 2- Bertoni, J. Memoria Anual CEA INTA Abra Pampa. 1990. Inf.
- 3- Muller, J. Presentación Proyecto Integrado Fibras especiales de origen animal. INTA .2006.
- 4- Vorano, A. Información obtenida de cueros de vicuñas provenientes de cacería ilegal decomisados en Salta Informe Proyecto Regional Vicuña 2003. INTA EEA Salta. (Aceptado en el IV CM Camélidos)
- 5- INTA, UNJu, SAGJ. 1995. Bioecología y uso sustentable de las poblaciones de vicuñas en la Provincia de Jujuy-Argentina. Ed. Arturo Canedi. UNJu.
- 6- Canedi, A. Virgili, R. Censo de Vicuñas de la Provincia de Catamarca. 1999. CFI 2000.
- 7- Barbarán, F. Sitios de caza ilegal y puntos de venta de productos de vicuña (*Vicugna vicugna*) y guanaco (*Lama guanicoe*) en las Provincias de Salta, Jujuy (República Argentina) y sur de la República de Bolivia. UNSa. Conicet. 2006. no publicado. (Presentado al IV CMC)
- 8- Cancino, K. Informe Producción de fibra de vicuña captura Laguna Blanca 2003. INTA Abra Pampa. N.p.
- 9- República Argentina. Pasaje de Apéndice I al II de las poblaciones de vicuña de la Provincia de Catamarca, CITES COP 12, Santiago de Chile, 2002.
- 10- República Argentina. Pasaje de Apéndice I al II de las poblaciones de vicuña de la Provincia de Jujuy, República Argentina. CITES COP 10, Zimbabwe 1997.
- 11- Perch, L., Evaluación de los recursos naturales: II El caso del Caribe. 74 p. CEPAL, Serie Manuales, N° 18.
- 12- Rigalt, F., Sabadzija G., Rebuffi, G. 2003. Análisis económico de criadero de vicuña en semicautividad en zona de vega. Expuesto en I Foro Internacional sobre la Vicuña y el Guanaco. Lima Perú. 23-25/07/03.
- 13- Rebuffi, G., Cancino, K., Rigalt, F., Aller, J., Amendolara D. 2003. Producción de fibra de Vicuña en Criaderos Privados en Argentina. Expuesto en I Foro Internacional sobre gestión sostenible de la Vicuña y el Guanaco. Lima Perú. 23-25 /07/03
- 14- Vera, R., Ferraro A. 1997. Proyecto Módulo de captura en Laguna Blanca. Dirección de Ganadería Catamarca.
- 15- Fra, E. Plan de manejo de captura y esquila de poblaciones silvestres de vicuña (*Vicugna vicugna*) en Laguna Blanca (Dpto. Belén). 2004.
- 16- Fra, E, Salinas, R., Rojas, M., Rodríguez, G., 2005, Manejo comunitario de vicuñas en silvestría, en Laguna Blanca, Catamarca. XX Jornadas Argentinas de Mastozoología. Buenos Aires.
- 17- Fra, E. Información sobre 2da esquila 2005. Com. Pers. 2006.
- 18- Rebuffi, G. Informe criaderos INTA Abra Pampa. 2003.
- 19- Rebuffi, G. E., Sánchez Rodríguez, M., Aller, J. F., Martos Peinado, J., Duga, L. y A. K. Cancino. 2.003. Producción de Fibra de Capones Vicuñas (*Vicugna vicugna*) en Semicautiverio de Argentina. III Congreso Mundial sobre Camélidos Sudamericanos. Potosí – Bolivia.
- 20- Rojas, M. Presentación Proyecto Minifundio Puna. 2004. INTA.
- 21- Rojas M. Informes resultados de capturas. 2004. Dirección de Ganadería Catamarca.
- 22- Rebuffi, G. Proyecto Regional Vicuña. Informe 2003.
- 23- Rebuffi, G. E. 1999. Caracterización de la Producción de Fibra de Vicuña en el Altiplano Argentino. Tesis Doctoral. 363 páginas. Departamento de Producción Animal. Facultad de Veterinaria. Universidad de Córdoba – España.
- 24- Cafrune, M., Salatin, O., Rigalt, F., Pivotto, R., Vera, R., Ruiz, H., Aguirre, D. Coprología parasitaria en vicuñas (*Vicugna vicugna*) de la Reserva de Laguna Blanca, Catamarca, Argentina. 2006. Presentado y aceptado en el IV Congreso Mundial de Camélidos.
- 25- Rigalt, F., Vera, R., Rebuffi G., Pivotto R. Evaluación preliminar de la calidad de fibra de vicuña de la reserva de Laguna Blanca. 1999. no publicado.
- 26- Rigalt, F., Ferrando C, Pivotto R., Krapp, C., Gómez R. Ajuste de la técnica de determinación de la nota de condición corporal en vicuñas (*Vicugna vicugna*). 2006. Conferencia Internacional de Camélidos Sudamericanos. 30 y 31 de marzo 2006. Arequipa. Perú.
- 27- Actas 1 2 y 3. Comisión Local de la Vicuña de Laguna Blanca. 2004
- 28- Herrera. I. Sistema de distribución de fibra entre los pobladores. Prodernoa. Com. Pers. 2006.
- 29- Frank, R.1981. Introducción al cálculo de costos agropecuarios. El Ateneo. Bs. As.
- 30- González, Paglietini. 2001. Los costos agrarios y sus aplicaciones. Ed. Fac. Agronomía. UBA.

## EXPERIENCIA DEL PROYECTO LLAMAS DE LA DIÓCESIS DE RIOBAMBA-ECUADOR

Yépez Jorge

[vepezjh@yahoo.es](mailto:vepezjh@yahoo.es)

### Resumen

El Proyecto Llamas constituye uno de los programas de la Pastoral de la Tierra y Medio Ambiente de la Pastoral Social de La Diócesis de Riobamba.

La Diócesis de Riobamba, es una Institución Religiosa, sin fines de lucro, encargada de dirigir y controlar las actividades religiosas en todas y cada una de las 53 Parroquias Eclesiales de la Provincia de Chimborazo. Según Proaño, J., (1915), fue fundada por Su Santidad Pío IX, el 29 de Diciembre de 1862, bajo la denominación de Diócesis Bolivarense. La función social de la Diócesis de Riobamba consiste en trabajar con los grupos más desposeídos y marginados, fortaleciendo la organización y la fe para mejorar su autoestima. Es una parte viva de la Iglesia Católica, pastoreada por el Obispo bajo las normas de Su Santidad Benedicto XVI.

El Proyecto Llamas de la Diócesis de Riobamba está repoblando con llamas la zona altoandina de la Provincia de Chimborazo, localizada en la parte central de la Región Interandina de Ecuador.

El Proyecto Llamas inició el mes de Octubre del año 2001. La entrega de las Llamas se realiza mediante el sistema de créditos a un plazo de dos años con un interés del 8% anual. El 50% de capital más los intereses deben cancelarse al cumplirse el primer año y el restante 50% con sus respectivos intereses al final del segundo año. Los créditos son concedidos a grupos organizados en un número mínimo de diez personas; al momento este proyecto cuenta con 81 grupos llamangueros localizados en 18 parroquias de 6 Cantones en la Provincia de Chimborazo, conformados por un total de 2500 socios beneficiarios que están al cuidado de 3500 Llamas.

Actualmente se observa un inusitado y creciente interés de las comunidades indígenas campesinas de la Provincia de Chimborazo y otras Provincias vecinas por ingresar al Proyecto Llamas y formar parte de la Asociación de Llamangueros del Ecuador "INTIÑAN".

### Objetivo General

Mejorar las condiciones de vida de las comunidades indígenas campesinas de la provincia de Chimborazo.

### Objetivos Especificos

- ⌘ Fortalecer la personalidad del indígena, en base a valores humanísticos; mejorando su autoestima, su fuerza de voluntad, la confianza en sus propias potencialidades.
- ⌘ Conservar la ecología del páramo de Ecuador, fuentes de agua dulce, oxígeno y sumideros de carbono, a través de una actividad sustentable y sostenible como es la crianza de llamas.
- ⌘ Conservar y mejorar el recurso genético de las llamas, mediante la aplicación de técnicas de selección y mejoramiento y un manejo técnico apropiado.
- ⌘ Mejorar el estado nutricional de grupos humanos vulnerables.
- ⌘ Fortalecer la capacitación técnica en los grupos llamangueros.
- ⌘ Fortalecer la organización indígena.

### Enfoques Metodológicos de Operatividad

#### *El desarrollo humano*

Se propone reformar el pensamiento del actual hombre andino mediante el fomento de la personalidad humana, el fortalecimiento de valores cristianos, una nueva visión de organización, capacitación técnica, formación humana integral, en busca de un hombre andino actual campesino e indígena orgulloso de su cultura, con una gran confianza en sí mismo, en sus propias capacidades, dotado de una gran fuerza de voluntad y convicción y poder de decisión para enfrentar los retos que impone la sociedad actual, consciente de su real situación y de su propia

responsabilidad y su propia acción en el desarrollo real e integral de su familia, comunidad, organización, país y de toda la humanidad.

#### *La conservación de la ecología altoandina*

Se propone la recuperación de zonas erosionadas en el ecosistema altoandino mediante la forestación con plantas nativas, y la utilización racional, sostenible y sustentable del subpáramo, páramo y superpáramo a través de la crianza de Llamas en un sistema silvopastoril.

#### *El desarrollo económico rural*

Se propone aportar al crecimiento de la economía campesina mediante la producción y comercialización de llamas y plantas nativas, con la creación de fuentes de empleo y fuentes de ingreso a través de sus programas de industrialización y comercialización de productos que ofrece la crianza de Llamas, lo que permitirá reducir y mas tarde detener el éxodo del sector campesino a las ciudades.

### **Ejes de Operatividad**

#### *Formación humana*

La formación humana cristiana, se realizará basados en la doctrina social de la iglesia católica y su tendencia liberadora. Se propende al reestablecimiento y fortalecimiento en el convivir humano de valores humanos como libertad, justicia, dignidad, solidaridad, honestidad, etc. También se ha dado un paso hacia el ecumenismo, por cuanto el proyecto trabaja con personas de distintas creencias religiosas.

#### *Organización*

El fortalecimiento organizativo se fomenta en base a propuestas y no solo a protestas, para el efecto se propende a profundos análisis participativos respecto a la realidad local, nacional e internacional, a la investigación de nuestro pasado precolonial y a la importancia en los momentos actuales de una nueva etapa en la organización indígena campesina en Ecuador.

La Asociación de Llamingueros del Ecuador "INTIÑAN" obtuvo su personería jurídica mediante Acuerdo Ministerial N° 748 del Ministerio de Bienestar Social el 5 de Julio de 2006. Es la primera y única organización indígena campesina en la producción de camélidos sudamericanos en Ecuador.

#### *Transferencia de tecnología*

La transferencia de tecnología se basa en la capacitación técnica que se realiza a los beneficiarios del proyecto. Se capacita a dos promotores veterinarios en cada uno de los grupos. Se elaborarán trípticos, folletos, carteles, videos y presentaciones en power point. Mensualmente se publica el periódico "La Llama". Semanalmente se emite el programa radial "Tawantinsuyu Ñusta Kutimunmi" (El retorno de la reina de la civilización andina) en Escuelas Radiofónicas Populares del Ecuador (ERPE), los domingos de 19h00 a 20h00.

#### *Convenios*

Se han elaborado y presentado proyectos y propuestas de crianza, industrialización, comercialización, investigación, a diversas instituciones u organismos públicos y privados nacionales e internacionales. Es necesario el fomento de convenios interinstitucionales de apoyo financiero, técnico y logístico para el eficaz desarrollo del Proyecto Llamas.

#### *Forestación*

Para la forestación y reforestación de zonas de páramos con plantas nativas como el quishuar, aliso, yagual, etc., que a la vez permitirán recuperar los suelos erosionados y pueden servir como elementos para la construcción de corrales y cercas para el manejo y también como alimento de las Llamas en un sistema silvopastoril.

#### *Industrialización*

Se han instalado una hilandería hidráulica y una hilandería eléctrica para el procesamiento de fibra de llamas y alpacas. También se está elaborando productos cárnicos de llama como mortadela, salchicha, chorizo. De la grasa se está elaborando pomadas para el tratamiento de resfriados.

A inicios del próximo año se iniciará la construcción de una camal y una planta de curtiembre de pieles.

### *Comercialización*

Actualmente se está comercializando en la Ciudad de Riobamba embutidos de carne de llama. Productos como mortadela, salchicha, chorizo y carne fresca de llama tiene una gran aceptación por la ciudadanía. Los demás productos como fibra, hilo, pieles, abono, cabeza, patas, vísceras se comercializa en las comunidades a pequeña escala, y productos como la orina, la grasa y la sangre son utilizadas en medicina tradicional para el tratamiento de algunas enfermedades.

### *Ecoturismo*

Para la elaboración de paquetes turísticos y el aprovechamiento del potencial turístico de las comunidades beneficiarias del proyecto, para lo cual, se está realizando el inventario turístico de cada una de las comunidades beneficiarias del proyecto, donde se utilizará a las Llamas como medio de transporte y recreación.

Con el apoyo de un grupo cinematográfico de Francia se editó la película "Llamapungo" (La puerta de la Llama) sobre el transporte de hielo en llamas desde el nevado Chimborazo hasta la ciudad de Riobamba, en una ruta de 12 horas, como la hacían nuestros ancestros; para promocionar en Europa el Ecoturismo andino.

### *Investigación*

Para la ejecución de proyectos de investigación en áreas zootécnicas, ambientales y sociales. Para el efecto se establecieron dos "Centros de investigación, capacitación y producción de camélidos sudamericanos" del proyecto, El Centro Mauca Corral y el Centro Ichubamba Millmahuanchi. Uno de los programas mas ambiciosos que está en marcha es la formación de una raza de llama ecuatoriana.

### *Difusión*

Para la difusión del proyecto a nivel local, nacional e internacional. Se han publicado reportajes del Proyecto Llamas en medios de prensa locales, nacionales e internacionales.

Uno de los eventos de difusión de mayor trascendencia es la "Expoferia Nacional de la Llama" donde se organizan diversas actividades como la exposición de llamas, juzgamiento, comercialización de productos y subproductos, concursos de dibujo, pintura con los niños, festivales de música y danza andina con los jóvenes, concurso de hilado manual con mujeres, concurso de cuentos antiguos con los ancianos, preparación de comida con carne de llama, etc. esta Expoferia se realizará anualmente en el mes de Noviembre con ocasión de las festividades de la ciudad de Riobamba.

### **Beneficios**

El Proyecto Llamas ha logrado beneficiar en cinco aspectos: social con el aporte a la revitalización cultural andina; ambiental con la conservación del páramo; nutricional con el aporte a la seguridad alimentaria rural; técnico con la capacitación y económico con la comercialización de productos y subproductos que ofrece la crianza de Llamas.

Se ha logrado fomentar una nueva organización indígena campesina, una organización de pequeños productores agropecuarios cuya visión es la consecución de un desarrollo integral de las comunidades indígenas y su misión es constituirse en la portavoz del pensamiento indígena actual.

También ha logrado aplicar un modelo alternativo de desarrollo rural, centrando su acción principal en el ser humano, buscando su desarrollo integral mediante el fomento de su personalidad, y capacitándolo para una apropiada administración de sus reducidos recursos.

### **Lecciones Aprendidas**

- ⌘ El desarrollo de la sociedad se basa en el fomento de la personalidad humana.
- ⌘ La primera fase de un proyecto de desarrollo rural debe ser la organización.
- ⌘ El resultado es producto del esfuerzo
- ⌘ El ejemplo tiene un efecto multiplicador
- ⌘ Los técnicos son parte de la solución de los problemas.
- ⌘ Vivir lo que se dice y hablar de lo que se vive.
- ⌘ El consenso en la toma de decisiones genera participación y organización
- ⌘ Partir siempre desde lo cultural
- ⌘ En todo proyecto de desarrollo rural debe haber formación cristiana

- ✍ El sentido de solidaridad que tiene el pobre
- ✍ La confianza de los pobres a la Iglesia de Riobamba.

### Potencialidades

- ✍ El proyecto Llamas está dirigido por técnicos indígenas campesinos, criadores de llamas, descendientes de antiguos domesticadores de llamas.
- ✍ El Ecuador posee 2,700.000 ha de páramo y subpáramo según Cañadas, L. (1983) y con una capacidad de carga de 2 camélidos por hectárea, el potencial sería para unos 5 millones de camélidos sudamericanos.

### Desafíos

- ✍ Propiciar la creación de una Red InterDiocesana a nivel nacional e internacional para la conservación de los páramos fuente de agua dulce y oxígeno mediante la producción de llamas.
- ✍ Continuar el proceso de conformación de una raza de llama ecuatoriana.
- ✍ Propiciar alianzas interinstitucionales a nivel nacional e internacional.
- ✍ Continuar con las investigaciones en la utilización de desparasitantes naturales para ofrecer al mercado carne de llama orgánica y ecológica.
- ✍ Ser un punto de encuentro y un espacio para la conformación de un Consejo nacional de Camélidos Andinos en Ecuador.
- ✍ Continuar fortaleciendo la organización de la Asociación de Llamingueros del Ecuador “INTIÑAN”.
- ✍ El Proyecto Llamas de la Diócesis de Riobamba debe mantener el liderazgo en la producción de camélidos andinos en Ecuador y en el proceso de reconstrucción y desarrollo rural en Ecuador.

### Bibliografía

1. Cañadas, Luis. 1983., El Mapa Bioclimático y Ecológico del Ecuador. Banco Central del Ecuador. Quito, Ecuador.
2. Proaño, Juan. 1915., Memorias de la Diócesis de Riobamba. Imprenta La Moderna. Riobamba, Ecuador.

## INFORMACIÓN PRELIMINAR: COMPOSICIÓN DE CANALES DE GUANACOS PATAGÓNICOS

Zimmerman María, Domingo Ernesto, Von Thungen Julieta

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria EEA-Bariloche.  
[mzimmerman@bariloche.inta.gov.ar](mailto:mzimmerman@bariloche.inta.gov.ar)

### Resumen

Las nuevas tendencias del consumo exigen productos inocuos y producidos en sistemas amigables con el medioambiente. Las carnes no tradicionales, como la del guanaco, se presentan como productos innovadores y más sanos que las carnes tradicionales. Con el objetivo de seleccionar cortes y caracterizar las canales de guanacos, se sacrificaron 3 machos adultos (MA), 3 machos juveniles (MJ) y 3 hembras juveniles (HJ). El rendimiento a la faena varió entre 56,0 % y 68,1 %. El desposte se realizó siguiendo el esquema de cortes vacunos promocionado por el IPCV-A, y se observó que no todos los cortes fueron aprovechables en guanacos. En MA el peso del cuarto y la paleta, como la mayoría de los cortes fue significativamente mayor ( $p < 0,05$ ) que en los MJ, sin embargo, el peso vivo y la contribución de cada uno de los cortes al peso de la media canal no presentó diferencias significativas ( $p > 0,05$ ), exceptuando el bife ancho, que fue mayor en MA. Los porcentajes de los cortes (media $\pm$ DE) sobre la media canal en machos son: lomo (1,79 $\pm$ 0,26), bife angosto (6,26 $\pm$ 0,70), bife ancho (3,83 $\pm$ 0,40), nalga (7,27 $\pm$ 0,37), peceto (1,31 $\pm$ 0,05), cuadrada (3,76 $\pm$ 0,13), cuadril (3,25 $\pm$ 0,23), colita de cuadril (1,12 $\pm$ 0,08). Al comparar MJ y HJ no se

encontraron diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) en los pesos del cuarto y la paleta. Se continuará con el muestreo y estudio de las canales para caracterizar este producto.

Palabras claves: Camélidos sudamericanos, carne, reses.

## Introducción

Las carnes no tradicionales constituyen un pequeño segmento dentro de la producción cárnica mundial. Según datos de la FAO [7] el volumen total de carne producido en el año 2004 fue de 257.9 millones de toneladas, de las cuales solo 5 millones de tn fueron aportadas por carne de burro, equinos, patos y camélidos.

La producción de carnes no tradicionales en nuestro país carece todavía de un desarrollo potencial y para poder alcanzarlo es fundamental su estudio, caracterización y valoración.

El guanaco puede considerarse como una especie productora de carne no tradicional, y su incorporación, con un manejo racional en sistemas productivos tradicionales, como lo son los sistemas laneros patagónicos, podría resultar en beneficios no solo económicos, sino también ecológicos, ya que podría contribuir al control de problemas importantes de esta región como lo son el sobrepastoreo y la desertificación.

De acuerdo a un relevamiento aéreo realizado en las provincias patagónicas que registran la mayor concentración de guanacos, existen alrededor de 400.000 cabezas en dicha región, lo cual la ubica en primer lugar entre las regiones del país en cuanto a la existencia de dicha especie [1].

Actualmente en la región existen más de veinte criaderos inscriptos, los cuales suman una existencia aproximada de 1700 guanacos. El principal producto obtenido de los mismos es la fibra, la cual se presenta como una importante alternativa económica debida a su alto valor en el mercado. La carne no es aún aprovechada, debido a las restricciones impuestas por distintos organismos del estado. Sin embargo, la alta eficiencia reproductiva de la especie en cautividad hace prever que en un futuro próximo existan suficientes excedentes como para justificar su aprovechamiento comercial. En Chile, por ejemplo, se lo ha explotado e incluso se han realizado exportaciones de esta carne.

## Materiales y Métodos

El presente trabajo se llevó a cabo en un establecimiento ubicado a 30 Km de la localidad de Piedra del Águila, Neuquén, Argentina (  $40^{\circ} 15' \text{ lat S}$  y  $70^{\circ} 15 \text{ long. W}$ ), que pertenece a la región fitogeográfica del Monte Austral .

Los animales fueron cazados con la autorización de la Dirección de Fauna de la Provincia de Neuquen dentro del marco del Proyecto FAO TTCP/RLA/2914.

Luego del sacrificio se registró el peso de cada animal y posteriormente se llevó a cabo el cuereado y eviscerado. Se registró el peso del cuero fresco junto con las cuartillas. Se extrajo el tracto digestivo junto con el bazo. El tracto respiratorio se extrajo junto con el corazón, esófago y cabeza. Finalmente se pesaron todos los órganos por separado.

A las 24 Hs *post-mortem* se registró el peso de la canal fría. En una sala acondicionada para tal fin se llevó a cabo el despiece de todas las canales ( $n=9$ ), obteniéndose las siguientes piezas: paleta con hueso, cuarto con hueso, costillar completo (asado, falda, vacío y entraña) y pescuezo o cogote. Posteriormente se realizó el desposte de las canales de los machos ( $n=6$ ). El mismo se realizó siguiendo el esquema de cortes vacunos promocionado por el Instituto de Promoción de la Carne Vacuna Argentina [5], obteniéndose los siguientes cortes: lomo, vacío, bife angosto, bife ancho, aguja, nalga, peceto, cuadrada, bola de lomo, cuadril, colita de cuadril, tortugueta, garrón u osobuco, pulpa de paleta, tapa de asado, asado y falda.

Los datos obtenidos se sometieron a un análisis estadístico descriptivo y a un análisis de la varianza (ANOVA). La diferencias entre medias se analizó con el test de Tuckey. El nivel de significancia utilizado fue  $P < 0,05$  y  $P < 0,01$ . Se trabajó con el programa SAS versión 8 .

## Resultados y Discusión

Al comparar el peso de distintos órganos en machos adultos y juveniles, solamente se encontraron diferencias significativas en el peso del cuero y cuartillas y del bazo, tal como se presenta en la tabla n° 1. Cuando se comparó el porcentaje en peso que representa cada órgano sobre el peso vivo, el porcentaje representado por el cuero y cuartillas no

difiere entre las categorías de machos, mientras que el porcentaje representado por los pre-estómagos es mayor en machos adultos que en machos juveniles.

Tabla nº 1: Media, EE y CV del peso de diferentes órganos en machos adultos, juveniles y hembras juveniles.

ORGANO	MACHO ADULTO (MA)			MACHO JUVENIL (MJ)			HEMBRA JUVENIL (HJ)			MJ - MA	MJ - HJ
	Media	EE	CV	Media	EE	CV	Media	EE	CV		
Peso Vivo	97.96	4.20	7.42	91.39	6.59	12.49	74.27	8.14	18.98		
Cuero y Cuartillas	9.70	0.08	1.49	8.06	0.51	11.01	8.03	0.57	10.13	**	ns
Hígado	2.46	1.04	73.30	1.08	0.06	10.31	0.90	.	.	ns	
Pulmón y Traquea	1.75	0.15	15.22	1.38	0.07	9.25	1.42	0.30	36.11	ns	ns
Cabeza	2.74	0.06	3.65	2.71	0.19	11.86	2.41	0.39	28.43	ns	ns
Bazo	0.17	0.01	10.19	0.09	0.01	16.37	0.08	0.01	18.33	**	ns
Corazón	0,67	0,14	35,29	0,53	0,09	29,95	0,54	0,04	13,99	ns	ns
Pre-Estómagos Llenos	10,97	0,70	11,09	16,00	2,17	23,45	10,85	1,20	19,13	ns	ns
Abomaso Lleno	1,65	0,34	35,22	1,78	0,14	13,76	1,56	0,18	19,87	ns	ns
Int. Delgado Lleno	1,90	0,14	12,58	1,68	0,14	13,99	2,25	0,49	37,48	ns	ns
Int. Grueso Lleno	2,77	0,44	27,66	2,16	0,26	20,57	2,44	0,22	15,75	ns	ns

Referencias: Int: intestino; Dif: diferencia; ns: no significativa; \*\* = p<0,01; \* = p<0,05.

Cuando se compara el peso de distintas piezas de las canales se encuentran diferencias significativas (p<0.05) en el peso del cuarto y la paleta con huesos entre las categorías de los machos. Sin embargo, al expresar el porcentaje que cada una de estas piezas representa sobre el peso de la media canal, dichas diferencias no existen. Estos resultados se presentan en la tabla nº 2.

Tabla nº 2: Media, EE y CV del peso (kg) y el porcentaje que representan sobre el peso de la media canal las distintas piezas en machos adultos, juveniles y hembras juveniles.

PIEZA % con respecto al PV	MACHO ADULTO (MA)			MACHO JUVENIL (MJ)			HEMBRA JUVENIL (HJ)			MJ - MA	MJ - HJ
	Media	EE	CV	Media	EE	CV	Media	EE	CV		
Peso media canal	31,44	2,22	12,24	27,64	2,35	14,74	22,05	3,24	25,46		
Cuarto con hueso	11,07	0,56	8,84	8,78	0,31	6,21	8,52	1,34	27,29	*	ns
%	17,67	0,66	6,46	16,08	1,18	12,70	19,26	0,64	5,80	ns	ns
Paleta con hueso	6,19	0,28	7,81	4,83	0,13	4,73	4,85	0,79	28,28	*	ns
%	9,94	0,87	15,18	8,84	0,55	10,69	10,93	0,31	4,97	ns	ns
Costillar Completo	4,34	0,80	31,85	3,09	0,15	8,57	3,63	0,62	29,82	ns	ns
%	13,77	2,16	27,11	11,29	0,77	11,76	16,34	1,12	11,89	ns	ns
Pescuezo o cogote	5,45	1,19	37,84	3,60	0,30	14,48	4,03	0,95	40,77	ns	ns
%	8,57	1,45	29,26	6,54	0,35	9,25	8,91	0,91	17,62	ns	ns

Referencias: PV: peso vivo; Dif: diferencia; ns: no significativa; \*\* = p<0,01; \* = p<0,05.

En la tabla nº 3 se presentan la Media, EE y CV del peso de los cortes obtenidos de las canales de guanacos machos adultos y juveniles, junto a la Media, EE y CV del porcentaje en peso que representa cada uno de dichos cortes sobre el peso de la media canal. Como puede observarse, existen diferencias significativas (p<0,05) a favor de los adultos en el peso del lomo, bife ancho, nalga, peceto y colita de cuadril, mientras que para la tapa de asado las diferencias son altamente significativas (p<0,01). Sin embargo, al comparar el porcentaje que cada uno de estos cortes representa sobre el peso de la media canal, solo existe diferencia significativa (p<0,05) a favor de los adultos para el bife ancho.

Tabla n° 3: Media, EE y CV del peso de distintos cortes y del porcentaje en peso de cada uno con respecto al peso de la media canal para machos adultos y juveniles.

Variable	n	MACHO ADULTO			MACHO JUVENIL			Sig	
		Mean	EE	CV	n	Media	EE		CV
Lomo (kg)	2	0,61	0,03	6,35	3	0,48	0,05	17,63	*
%		1,84	0,04	3,16	3	1,75	0,21	20,40	ns
Vacío (kg)	3	1,34	0,25	32,50	3	0,90	0,04	7,47	ns
%		4,26	0,75	30,64	3	3,28	0,18	9,41	ns
Bife angosto (kg)	3	2,05	0,40	34,16	3	1,61	0,11	11,79	ns
%		6,68	1,49	38,79	3	5,84	0,19	5,69	ns
Bife ancho (kg)	3	1,33	0,13	16,78	3	0,93	0,11	20,91	*
%		4,33	0,72	28,64	3	3,32	0,13	6,92	*
Aguja (kg)	1	1,18	.	.	3	0,53	0,17	55,49	ns
%		3,32	.	.	3	1,98	0,64	55,74	ns
Nalga (kg)	3	2,40	0,23	16,58	3	1,88	0,04	3,47	*
%		7,62	0,35	7,95	3	6,91	0,67	16,87	ns
Peceto (kg)	3	0,44	0,03	13,44	3	0,34	0,01	7,48	*
%		1,38	0,02	2,00	3	1,23	0,07	10,30	ns
Cuadrada (kg)	3	1,20	0,11	16,26	3	1,02	0,05	8,55	ns
%		3,81	0,11	4,89	3	3,71	0,27	12,38	ns
Bola de lomo (kg)	3	2,07	0,10	8,24	3	1,76	0,07	6,97	ns
%		6,63	0,49	12,87	3	6,47	0,57	15,17	ns
Cuadril (kg)	3	1,11	0,16	25,57	3	0,81	0,02	4,70	ns
%		3,52	0,38	18,66	3	2,98	0,23	13,14	ns
Colita de cuadril (kg)	3	0,38	0,02	10,51	3	0,28	0,01	7,93	*
%		1,23	0,14	19,37	3	1,00	0,05	8,29	ns
Tortugueta (kg)	3	0,45	0,08	31,67	3	0,34	0,02	9,96	ns
%		1,48	0,36	42,33	3	1,25	0,10	13,34	ns
Garrón (kg)	3	0,96	0,21	38,75	3	0,39	0,02	9,24	ns
%		2,99	0,55	31,76	3	1,45	0,19	23,02	ns
Pulpa de paleta (kg)	3	3,63	0,48	22,72	3	2,86	0,05	2,78	ns
%		11,58	1,46	21,85	3	10,48	0,78	1293	ns
Tapa de asado (kg)	3	0,77	0,05	10,37	3	0,55	0,03	10,62	**
%		2,45	0,06	4,59	3	2,00	0,05	4,61	ns
Falda (kg)	2	0,45	0,01	2,37	3	0,46	0,04	15,52	ns
%		1,52	0,06	5,31	3	1,66	0,09	9,03	ns
Asado (kg)	3	2,33	0,57	42,58	3	1,48	0,11	12,69	ns
%		7,29	1,33	31,61	3	5,43	0,49	15,54	ns

En general existe poca información acerca de la composición de las canales de guanacos. Si bien hay trabajos realizados en Chile, los resultados de los mismos no son comparables con los datos obtenidos en este trabajo, debido a la diferencia existente entre los cortes de carne de dichos países.

Al comparar estos datos con algunos obtenidos en bovinos, se observa que el porcentaje representado por los cortes sobre el peso de la media canal son, en su mayoría, menores en guanacos. Dicha diferencia podría estar explicada por la especificidad que tiene la especie bovina para la producción cárnica.

Será necesario seguir realizando trabajos con esta especie antes de concluir sobre la composición de las canales de los mismos. Sin embargo la información obtenida puede resultar de utilidad para decidir el destino de los cortes, en términos de packaging para la venta y también para su posible destino gastronómico.

## Bibliografía

- [1] Amaya, J., von Thüngen, J. y De Lamo, D. 2001. Resultados sobre la densidad de Guanacos en diferentes provincias patagónicas. Comunicación Técnica N° 107, Áreas recursos naturales, Fauna. INTA-GTZ-TÖB. 12 pp.
- [2] Bustos Palma, Jaime. Análisis del estado actual de las carnes exóticas y la utilización del guanaco (*Lama guanicoe*) en la elaboración de productos cárnicos. Proyecto de residencia, Univ. Católica de Chile, 2005.
- [3] Carballo, J.A.; Monserrat, L.; Sánchez, L. 2005. Composición regional y tisular de la canal bovina. En Estandarización de las metodologías para evaluar la calidad del producto ( animal vivo, canal, carne y grasa) en los rumiantes. Cañeque, V.; Sañudo, C. Monografías INIA: Serie ganadera n°3.
- [4] González P., B.A.; Bas M., F.; Charif Tala, G.; Iriarte W., A. 1998. Manejo sustentable de la vicuña y el guanaco. Actas del Seminario Internacional realizado en la Pontificia Universidad Católica de Chile Santiago, Chile – 18 y 19 de Noviembre de 1998
- [5] Instituto de Promoción de la carne vacuna Argentina. <http://www.ipcva.com.ar/index1.php>
- [6] Montes, C.; De Lamo, D.A.; Zavarri, J. 2000. Distribución de abundancias de guanacos (*Lama guanicoe*) en los distintos ambientes de tierra del fuego, Argentina. *J. Neotrop. Mammal.*; 7(1):23-31
- [7] Proyecto FAO TCP/RLA/2914 .2005. Situación actual de los camélidos sudamericanos en Argentina.
- [8] Situación de la comercialización de la carne de los camélidos domésticos en el Perú. FUENTE: Consejo Americano de Camélidos. Boletín de Divulgación Abril – Junio de 2002: pag 9 y 10. <http://www.conacs.gob.pe/boletines/2002/Abril-Junio/page9.html>

## 2. Bloque Arqueología

Izeta Andrés, Implementación en contextos formativos del sur de los Valles Calchaquíes

Gómez Augier, Primeras evidencias arqueofaunísticas para la quebrada de amaicha: sitio el observatorio (dpto. Tañ del valle, provincia de Tucumán, Argentina)

Martínez J. G., La caza de camélidos silvestres durante el Holoceno Medio en la Puna Meridional Argentina

Reigadas Ma. del C., Cambios en la Explotación de los Recursos animales durante el Holoceno

Urquiza S. V. y C. Aschero, Avances en el estudio del recurso *camelidae*: sitio Punta de la Peña 4, Antofagasta, Prov. de Catamarca

Yacobaccio H. y M. P. Catá, Uso de camélidos en la Quebrada de Humahuaca

## IMPLEMENTACION EN CONTEXTOS FORMATIVOS DEL SUR DE LOS VALLES CALCHAQUIES.

Andrés D. Izeta

CONICET - Museo Etnográfico - Universidad de Buenos Aires, Moreno 350, (1091), Buenos Aires, Argentina,  
Teléfono: +54 11 4345 8196, Fax: +54 11 4345 8197  
[androx@ciudad.com.ar](mailto:androx@ciudad.com.ar)

## Abstract

The aim of this work is to differentiate South American camelid populations through osteometric analysis. It focuses in particular, although not exclusively, in the camelid communities that inhabit and inhabited in the past the Argentinean northwest. In view of the fact that this family is composed by two wild species (*Lama guanicoe* and *Lama (Vicugna) vicugna*) and two domestic species (*Lama glama* and *Lama pacos* or *Vicugna pacos*) the distinction in the composition of archaeofaunal assemblages is essential since the use of different taxa can imply different economic strategies in the acquisition and use of this resource for the past populations. For this reason a methodology based on the

results of the application of statistical techniques based on osteometric data that allows the interspecific differentiation of South American camelids from Formative Period (*ca* first millennium AD) camelid assemblages. As a result it was observed that bivariate differentiation techniques did not explain the discrimination among species in some of the cases. Thus it could be solved more efficiently by statistics which involve the use of hierarchical conglomerates analyses that allowed the use more osteometric variables.

Keywords: zooarchaeology, methodology, interspecific differentiation, osteometry.

## Introducción

La identificación de elementos óseos y su asignación a una especie animal concreta es un tema central para la zooarqueología. Por ello desde la década de 1970 se han estudiado las diferencias morfométricas que permiten la diferenciación de especies que comparten una morfología ósea similar, especialmente cuando ésta es el resultado de un proceso de domesticación o de mejora de alguno de los caracteres de la población [e.g.1, 2, 3 y bibliografía allí citada]. Esta similitud morfológica puede traer aparejadas dificultades para la interpretación en términos de economías prehispánicas como es el caso de los camélidos sudamericanos hallados en contextos arqueológicos del Noroeste argentino. Esta familia (Camelidae) esta compuesta actualmente por cuatro especies: *Lama guanicoe* Muller 1776 (guanaco), *Lama glama* Linnaeus 1758 (llama), *Lama pacos* o *Vicugna pacos* Linnaeus 1758 (alpaca) y *Vicugna vicugna* o *Lama (Vicugna) vicugna* Molina 1782 (vicuña). Además de estas especies contemporáneas, el hombre también compartió el territorio con otras que hoy en día se encuentran extinguidas ya que los camélidos habitan Sudamérica desde el Plio-Pleistoceno. Desde ese momento hasta el presente se produjo una gran diversificación, lo que resultó en la aparición y extinción de variadas formas. De éstas sabemos que sólo unas pocas han convivido con el hombre durante al menos 10.000 a 12.000 años [4]. Uno de estos ejemplos es el caso de *Lama (Vicugna) gracilis* Menegaz, Goin y Ortiz Jaureguizar 1989, que ha sido hallada en contextos arqueológicos y paleontológicos de la Patagonia y la Pampa de Argentina y Uruguay.

Entonces, ante la presencia de tantas variedades diferentes de camélidos es sumamente importante el estudio de las variaciones morfológicas que permitan diferenciar las distintas especies, tema al que este trabajo pretende aportar nuevos datos para esta familia tan conspicua en el registro arqueológico y paleontológico sudamericano. Esto, en última instancia, es una cuestión clave si lo que se intenta es realizar una reconstrucción paleoeconómica de las poblaciones humanas del pasado o de la paleoecología del ambiente en donde desarrollaron sus actividades.

## Antecedentes

En los últimos años se ha implementado la aplicación de distintas técnicas sobre restos óseos de camélidos con el fin de avanzar en el análisis de la composición de los conjuntos arqueofaunísticos recuperados de sitios arqueológicos de varias regiones del país y de países limítrofes (Noroeste argentino, Patagonia argentina y norte de Chile).

Estas variaciones han sido estudiadas a través de dos vías de análisis: uno de tipo cualitativo y otro cuantitativo. Las formas de diferenciación entre especies basadas en análisis de tipo cualitativo corresponden básicamente al estudio de la morfología dental de los incisivos [5,6: 58-59] y al estudio de las fibras (lanilla y pelo) [e. g. 7]. El otro tipo de técnica que permite la identificación de las distintas especies corresponde a los análisis cuantitativos a partir de la osteometría y la aplicación de análisis estadísticos sobre sus resultados. Una de las primeras aplicaciones de esta clase de estudios sobre camélidos de contextos arqueológicos fue realizada por Jonathan Kent [8]. Otros autores han seguido esta vía de análisis como por ejemplo Elkin [9], Izeta [10,11], Izeta y Cortés [12], Madero [13] y Yacobaccio [14] para el Noroeste de la Argentina y L'Hereux [15] para Patagonia. En el ámbito de la Paleontología también se han realizado diversos estudios aplicando este tipo de análisis como los de Menegaz [16] y Menegaz *et al.* [17, 18], entre otros. Es, entonces, en estos últimos años que se ha avanzado en la aplicación de técnicas estadísticas multivariadas para identificar diferencias entre las especies de camélidos [10, 11, 14, 19] las cuales en muchos casos confirman y en otros ajustan a una resolución de grano mas fino los resultados obtenidos por técnicas más sencillas como la simple comparación de dos medidas morfométricas representadas en gráficos bivariados.

Retrocediendo un poco en el tiempo y desde una perspectiva histórica del desarrollo de las investigaciones arqueológicas en el Noroeste argentino la relevancia del tema se relaciona con que en los últimos años el trabajo arqueológico sistemático se ha centrado en el análisis de contextos domésticos, en los cuales se encuentran numerosos restos óseos y particularmente grandes proporciones de camélidos. De la mano del análisis de estos contextos es que el

estudio metódico de la fauna de los sitios arqueológicos del noroeste argentino comenzó a tomar importancia recién a partir de la década de 1970 [e. g. 20, 21], lo cual es acorde al desarrollo de la disciplina tanto a nivel regional como mundial. Las primeras investigaciones presentan resultados de análisis de arqueofaunas provenientes de sitios arqueológicos de la Quebrada del Toro [20] y del norte del valle Calchaquí [21] y fueron los que sentaron las bases sobre las que se comenzó a discutir el problema de la identificación de las especies de importancia económica para los pueblos prehispánicos del noroeste argentino. Allí se pueden encontrar interpretaciones acerca de los perfiles etarios de las muestras y la aplicación de metodologías como el análisis de cortes delgados realizados sobre el tejido óseo de restos arqueofaunísticos que permitieron identificar la presencia de animales domésticos y silvestres en los conjuntos [20].

Sobre dichos análisis se construyó una caracterización de la economía de las sociedades del Período Formativo y períodos posteriores, caracterizándose a estos pueblos como poseedores de una economía agro-pastoril, pero sin determinar qué componente correspondía al consumo o utilización de animales domésticos o el aporte de la caza dentro de su organización económica.

Hacia fines de la década de 1980 este tipo de estudios volvió a cobrar importancia pero desde otra disciplina científica: la paleontología. Esta vez los estudios se centraron en la composición de la familia Camelidae hacia fines del Pleistoceno y comienzos del Holoceno utilizando restos obtenidos en excavaciones arqueológicas de pampa y Patagonia [17, 18]. La diferenciación se realizó mediante análisis morfológicos comparados y análisis estadísticos multivariados, lo que permitió definir la presencia de una especie de camélido del porte de la vicuña actual denominada *Lama (Vicugna) gracilis*.

Durante toda la década de 1990 se volvió a utilizar este tipo de técnicas para conjuntos del Noroeste argentino centrándose en la diferenciación de las distintas especies de camélidos [13, 14, 22, 23]. Desde esa fecha se han efectuado grandes avances en lo referente a la metodología de estudio de conjuntos faunísticos. Gran parte de esos avances, los cuales incluyen distintas técnicas de diferenciación interespecífica, se han aplicado a la comprensión de los procesos de domesticación de camélidos durante épocas arcaicas en el noroeste argentino, análisis de la arqueofauna en contextos pastoriles, diferenciación morfológica mediada por la variable tiempo y estudios actualísticos [e.g. 9, 10, 11, 13, 15, 22].

## Metodología

En este trabajo se enfatizó en el relevamiento y registro de todas las variables morfológicas ya definidas por diversos autores centrándose en los caracteres correspondientes al esqueleto post-craneal [e.g. 2, 8, 9, 10, 11]. En cuanto al registro de las variables se utilizaron como elemento de medición un calibre digital con una definición de 0.01 mm. Además para huesos largos se usó una tabla osteométrica con valores de definición de 0.1 mm. A partir de los datos recolectados se construyó una base de datos que contenía todos los datos métricos recogidos.

Para cada una de las medidas registradas que constituyen nuestra muestra se utilizaron los siguientes tipos de análisis: Diagramas de dispersión bivariados y el Análisis de conglomerado usando el UPGMA (Unweighted Pair Group using Arithmetical Averages) [10, 11, 16, 17, 18]. Esto nos permitió obtener información relacionada con el tamaño y la forma de cada elemento [15] y con ello proceder a la delimitación de grupos por medio de la construcción de una estructura taxonómica [16]. Esta se realizó en esta oportunidad mediante la construcción de gráficos basados en los resultados obtenidos a partir de diagramas de dispersión bivariados.

Durante todo el proceso de se tuvo en cuenta el rango etáreo de cada uno de los individuos a ser analizados. Asimismo las falanges se discriminaron en delanteras y traseras basándose en la caracterización morfológica propuesta por Kent [8: 164-166]. Seguidamente se obtuvieron los valores de las medidas de seis caracteres morfométricos continuos:

#1: largo máximo, tomado en forma paralela al eje mayor utilizando como base la tangente formada por los cóndilos plantares proximales y el final en el punto más distal de la superficie articular distal (FP1V1 y BP1V177 de Kent [8]; G1 de von den Driesch [2])

#2: ancho de la superficie articular proximal (FP1V2 y BP1V178 de Kent [8]; BFp de von den Driesch [2])

#3: alto de la superficie articular proximal (FP1V3 y BP1V179 de Kent [8])

#4: ancho de la superficie articular distal (FP1V4 y BP1V180 de Kent [8]; Bd de von den Driesch [2])

#5: alto de la superficie articular distal (FP1V5 y BP1V181 de Kent [8])

### *Muestras de Camélidos Actuales y del Formativo del Sur de Los Valles Calchaquíes*

Las muestras con las que se trabajó proceden del sur de los valles Calchaquíes (Figura 1). Este sector: “corresponde al área que se extiende desde aproximadamente los 65° Longitud W hasta los 65° 30’ Longitud W y desde

los 26° Latitud S hasta los 27° 30' Latitud S. Abarca varias unidades orográficas importantes: dos grandes valles (del Cajón y Santa María), una depresión tectónica (el Campo del Arenal) y al menos dos cadenas montañosas (la Sierra del Aconquija y Sierra del Cajón). Estos valles se ubican en la porción nor-occidental de la Provincia de Tucumán (Departamento de Tafí) y nor-oriental de la Provincia de Catamarca (Departamentos de Santa María y Andalgalá)” ([10]: 35). Los sitios se ubican en las tres unidades orográficas.

En el valle de santa maría tenemos el sitio bañado viejo y morro de las espinillas, ubicados a alturas que van desde los 1.500 a los 2.000 m sobre el nivel del mar. para la región del campo del arenal consideramos cuatro sitios de su porción oriental (la falda occidental del aconquija): tesoro 1, antigal de tesoro, loma alta, potrero antigal e ingenio del arenal faldas del cerro. todos estos sitios se ubican a partir de la cota de los 3.000 m. por último el único representante del valle del cajón es yutopián, también en la cota de los 3.000 m sobre el nivel del mar de dos de estas mismas regiones y de la puna de Perú provienen asimismo las muestras comparativas actuales. estas corresponden a un ejemplar de hembra adulta de *lama glama* proveniente de la quebrada (valle del cajón), un ejemplar adulto de sexo indeterminado de *lama guanicoe* de tesoro de arriba (falda occidental del aconquija) y de la falanges de dos ejemplares adultos de sexo indeterminado de *lama (vicugna) vicugna* provenientes de la puna peruana y que se encuentran alojados en la sección mastozoología del museo de la plata. un dato para tener en cuenta es que los análisis osteométricos se basan, como vemos en este ejemplo, en muy pocos ejemplares comparativos razón por la cual se estima que puede existir algún grado de error que no nos permita interpretar adecuadamente los resultados que se están obteniendo. esto es especialmente importante para el noroeste argentino donde la diferenciación entre especies de camélidos grandes se basa en los valores osteométricos conseguidos de las mediciones de tres ejemplares (dos guanacos y una llama) y las mismas se han centrado en su mayoría en los datos de las falanges proximales.

Por otro lado, el estudio de camélidos de contextos formativos del sur de los valles Calchaquíes han permitido en los últimos años empezar a comprender desde una perspectiva zooarqueológica los cambios que se han venido observando a través del análisis de otros componentes del registro arqueológico tales como restos cerámicos o líticos [10, 12, 24].

Esto es de fundamental importancia ya que a partir del análisis de estos conjuntos se ha establecido que, al igual que sucede en otros sitios del NOA, y para el mismo lapso temporal, el componente principal de todos los conjuntos corresponde a elementos y especímenes de la familia de los camélidos sudamericanos [9, 10, 11, 23, 25, entre otros]. Por ello y debido a la importancia que estos animales han tenido en el pasado prehispánico es que vamos a efectuar un análisis del uso de los camélidos a través de este lapso temporal que comprende el primer milenio de la era cristiana. Este intervalo abarca parte del denominado Período Formativo, el cual se caracteriza, en líneas generales, por: la presencia de cerámica, y otros bienes artesanales; un sistema de subsistencia apoyado en la agricultura y el pastoreo; y un alto grado de sedentarización con arquitectura remanente que muestra patrones de distribución dispersos o de escasa concentración.

## Resultados y Conclusiones

La identificación ínter-específica de restos de camélidos para la región andina se ha realizado básicamente a partir de estudios osteométricos realizados sobre las primeras falanges, por ello en este trabajo sólo se presentaran los resultados del análisis realizado sobre este elemento [8, 9, 10, 11, 12].

En la Figura 2 se puede observar una discriminación de los elementos en dos grupos. En el primero se encuentran aquellos que corresponden a los camélidos pequeños, que en este caso corresponde sólo a vicuña. El segundo grupo presenta a los elementos de los camélidos grandes en donde se puede observar una superposición entre los elementos de llama y los de guanaco, los que al segregarse según su pertenencia al miembro apendicular delantero o trasero permiten ver que en líneas generales los de la llama actual son más robustos que los del guanaco. Esto repite de algún modo lo notado en su momento por Cardich e Izeta [4] en donde la discriminación de falanges delanteras y traseras permite una mejor diferenciación interna dentro del grupo de los camélidos grandes.

Por otro lado, en la Figura 3 podemos ver como se comportan las muestras arqueofaunísticas del formativo del sur de los valles Calchaquíes. En este caso tenemos especímenes que se encuentran entre el grupo de camélidos chicos y grandes con lo cual es necesario realizar otro tipo de aproximación a la muestra. En la Figura 4 integramos los valores de las cinco variables nombradas más arriba ajustando un poco más la resolución de las diferencias entre especies. Así podemos observar que aquellos elementos que no eran posibles de discriminar a simple vista, si lo son mediante otro tipo de técnica. Estos son los casos rotulados como 102110, 37811 y 108110 (Figura 4). Los dos primeros corresponderían a un morfotipo vicuña en tanto que el último correspondería a un morfotipo guanaco para falanges delanteras.

En suma la utilización de este tipo de técnicas han resultado útiles por lo visto en las muestras actuales logrando un nivel de discriminación óptimo. Para el caso de los elementos arqueológicos en los cuales la incógnita a develar es su pertenencia a determinada especie hemos visto en este breve ejemplo que este tipo de técnicas también funcionaria, logrando resolver de este modo una problemática clave para el caso de sociedades como aquellas que van rumbo a una complejización social creciente como las del formativo del sur de los valles Calchaquíes.

## Agradecimientos

Este trabajo fue realizado bajo el apoyo financiero del CONICET (PIP 02084 dirigido por M. C. Scattolin) y Fundación Antorchas (Subsidio 14188-57).

## Bibliografía

- [1] Albarella, U. y Payne, S. 2005. Neolithic pigs from Durrington Walls, Wiltshire, England: a biometrical database. *Journal of Archaeological Science* 32 (4), 589-99
- [2] von Den Driesch, A. 1976. A Guide to the Measurement of Animal Bones from Archaeological Sites. Bulletin No. 1, Peabody Museum of Archaeology and Ethnology. Cambridge, Mass, USA.
- [3] Weinstock, J. 2000. Osteometry as a Source of Refined Demographic Information: Sex-Ratios of Reindeer, Hunting Strategies, and Herd Control in the Late Glacial site of Stellmoor, Northern Germany. *Journal of Archaeological Science*, 27 (12): 1187-1195
- [4] Cardich, A. y A. D. Izeta. 1999-2000 Revisitando Huargo (Perú). Análisis cuantitativos aplicados a restos de Camelidae del Pleistoceno Tardío. *Anales de Arqueología y Etnología* 54-55: 29-40.
- [5] Wheeler, J. 1982. Ageing Llamas and Alpacas by their teeth. *Llama World* 1: 12-17
- [6] Lavallée, D., M. Julien, J. Wheeler y C. Karlin. 1995. Telarmachay. Cazadores y pastores prehistóricos de los Andes. Instituto Francés de Estudios Andinos, Tomo 88. Lima, Perú.
- [7] Reigadas, M. C. 2001. Variabilidad y cambio en el NOA desde los comienzos de la domesticación animal hasta la consolidación de las adaptaciones agropastoriles. Tesis Doctoral inédita. FFyL, Universidad de Buenos Aires.
- [8] Kent, J. D. 1982 The Domestication and exploitation of the South American camelids: methods of analysis and their application to circum-lacustrine archaeological sites in Bolivia and Peru. Tesis Doctoral inédita, Washington University, St. Louis. M. S.
- [9] Elkin, D. C. 1996 Arqueozoología de Quebrada Seca 3: indicadores de subsistencia humana temprana en la Puna Meridional Argentina. Tesis Doctoral inédita. FFyL, Universidad de Buenos Aires. M. S.
- [10] Izeta, A. D. 2004 Zooarqueología del sur de los valles Calchaquíes. Estudio de conjuntos faunísticos del Período Formativo. Tesis Doctoral inédita. Fac. Cs. Nat. y Museo UNLP. M. S.
- [11] Izeta, A. D. 2006. Inter-specific Differentiation of South American Camelids on Archaeofaunal Assemblages from Calchaquíes Valleys (Argentina), En: *Tafonomía y Zooarqueología Argentina*, M. Gutiérrez, G. Barrientos, G. Mengoni Goñalons, L. Miotti y M. Salemme (Eds). BAR International Series. En prensa.
- [12] Izeta, A. D. y L. I. Cortés. 2005 South American Camelids palaeopathologies. Examples from Loma Alta (Catamarca Argentina). *International Journal of Osteoarchaeology* 16:269-275.
- [13] Madero, C. 1992. Análisis faunístico de Huachichocana III (Jujuy): Identificación arqueológica de la caza y el pastoreo. *Palimpsesto Revista de Arqueología* 2: 107-122.
- [14] Yacobaccio, H.D. 2001. La Domesticación de Camélidos en el Noroeste Argentino. En *Historia Argentina Prehispánica*, E. Berberian y A. Nielsen (Eds), pp. 7-40, Tomo I. Editorial Brujas, Córdoba.
- [15] L'Hereux, G. L. 2005. Variación morfométrica en restos óseos de guanaco de sitios arqueológicos de Patagonia austral continental y de la Isla Grande de Tierra del Fuego. *Magallania* 33 (1): 81-94.
- [16] Menegaz, A. 2000 Los camélidos y cérvidos del cuaternario del sector bonaerense de la región pampeana Tesis Doctoral inédita. Fac. Cs. Nat. y Museo UNLP. M. S.
- [17] Menegaz, A., M. Salemme y E. Ortiz Jaureguizar. 1988. Una propuesta de sistematización de los caracteres morfométricos de los metapodios y las falanges de Camelidae. En: *De procesos, contextos y otros huesos*. N. Ratto y A. Haber (Eds). Pp 53-64. UBA, ICA. Buenos Aires, Argentina.
- [18] Menegaz, A., F. J. Goin y E. Ortiz Jaureguizar. 1989 Análisis morfológico y morfométrico multivariado de los representantes fósiles y vivientes del género Lama (*Artiodactyla*, Camelidae). Sus implicancias sistemáticas, biogeográficas, ecológicas y biocronológicas. *Ameghiniana* 26(3-4): 153-172.

- [19] Mengoni Goñalons, G. L. y H. D. Yacobaccio. 2006. The domestication of South American camelids. A view from the South-Central Andes. En: Zeder, M., D. Bradley, E. Emshwiller y B. Smith (Eds), Documenting domestication. New genetic and archaeological paradigms. University of California Press.
- [20] Raffino, R. A., E. P. Tonni y A. L. Cione. 1977. Recursos alimentarios y economía en la Región de la Quebrada del Toro, Provincia de Salta, Argentina. Relaciones de la SAA. Tomo XI NS.
- [21] Tarragó, M. N. 1978. Paleoeecology of the Calchaquí Valley, Salta Province, Argentina. En: D. L. Browman (Ed). Advances in Andean Archaeology. Pp 485 - 512.
- [22] Haber, A. 1999. Una arqueología de los oasis puneños. Domesticidad, interacción e identidad en Antofalla, primer y segundo milenios d. C. Tesis Doctoral inédita. Facultad de Filosofía y Letras, Universidad de Buenos Aires.
- [23] Izeta, A. D. y M. C. Scattolin. 2001. Bañado Viejo: Análisis faunístico de un sitio Formativo en el fondo del Valle de Santa María). Actas del XIII Congreso Nacional de Arqueología Argentina 2: 385-397
- [24] Scattolin, M. C. y M. Lazzari. 1997 Tramando redes: obsidianas al oeste del Aconquija. Estudios Atacameños 14: 189-209.
- [25] Olivera, D. E. 1998 Cazadores y pastores tempranos de la Puna Argentina. Etnologiska Studier 42:153-180.

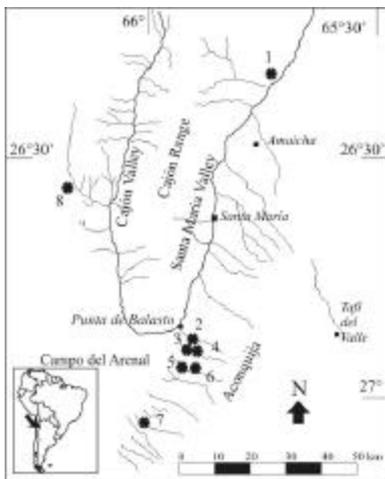


Figura 1. Ubicación de los sitios del sur de los valles Calchaquíes nombrados en el texto. 1- Bañado Viejo; 2 – Morro de las Espinillas; 3- Tesoro 1; 4- Antigal de Tesoro; 5- Loma Alta; 6 – Potrero Antigal; 7: Ingenio del Arenal Faldas del Cerro; 8 Yutopian.

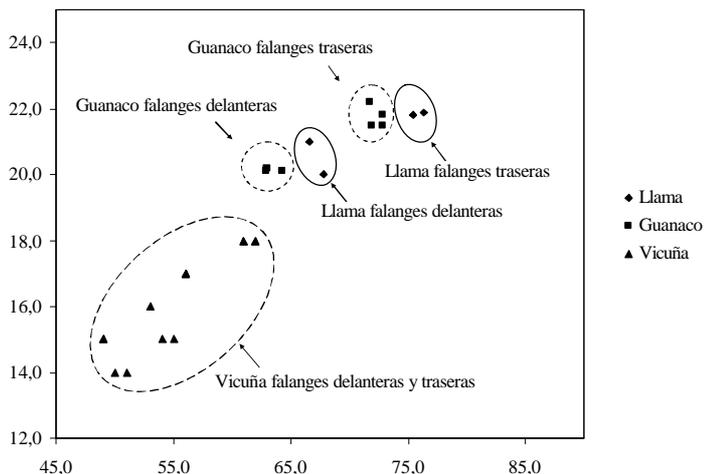


Figura 2. Gráfico de dispersiones bivariado de ejemplares de camélidos actuales. Variables utilizadas FP1V1 y FP1V2.

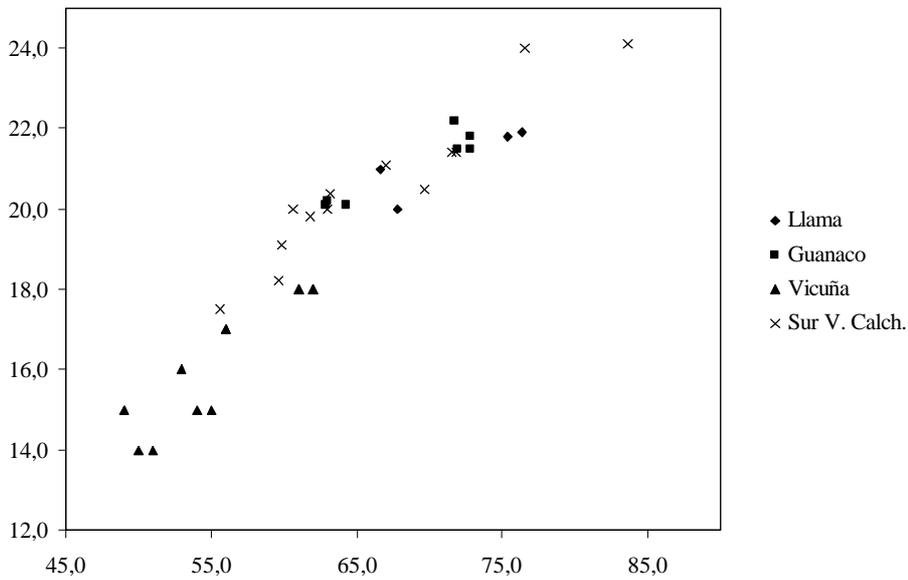


Figura 3. Gráfico de dispersión bivariado de ejemplares de camelidos actuales y arqueológicos del Período Formativo del sur de los valles Calchaquíes. Variables utilizadas FP1V1 y FP1V2.

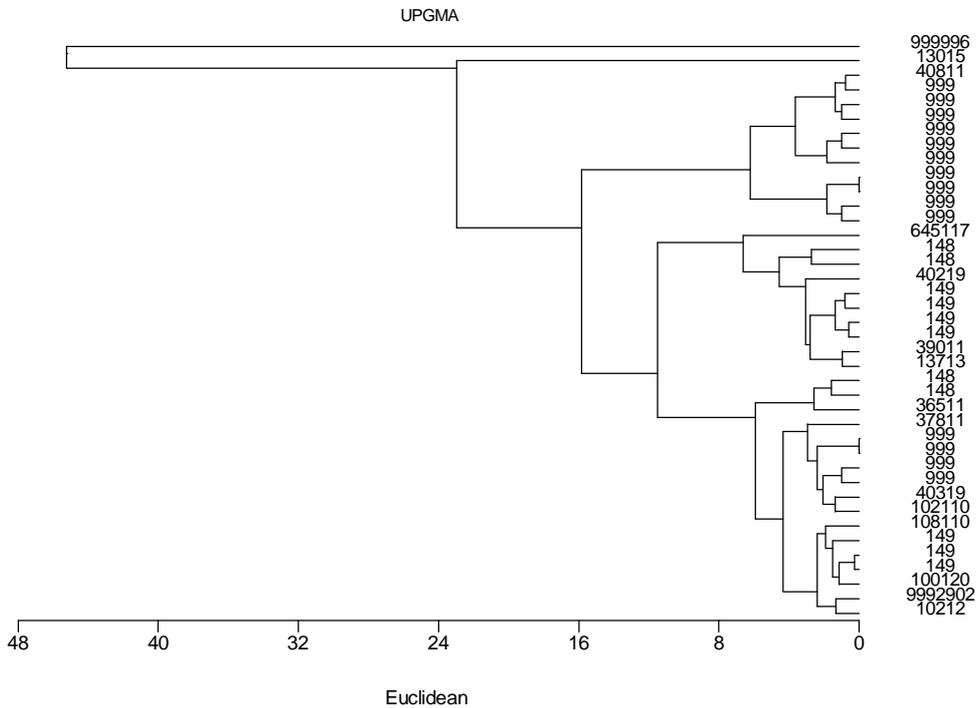


Figura 4. Resultado del análisis de conglomerado (UPGMA). Los elementos denominados 148 corresponden a *Lama glama*, 149 a *Lama guanicoe* y 999 a *Lama (V.) vicugna*. El resto corresponde a los distintos casos arqueológicos tratados en el texto.

# PRIMERAS EVIDENCIAS ARQUEOFAUNÍSTICAS PARA LA QUEBRADA DE AMAICHA: SITIO EL OBSERVATORIO (DPTO. TAFÍ DEL VALLE, PROVINCIA DE TUCUMÁN, ARGENTINA)

Gómez Augier Julián Patricio

INGEMA - Universidad Nacional de Tucumán - CONICET  
Miguel Lillo 205 - S. M. de Tucumán (4000)

## Resumen

Se presentan por primera vez para esta área los resultados del análisis de restos arqueofaunísticos recuperados en contextos arqueológicos. Estos restos provienen del sitio “El Observatorio”, que se encuentra localizado en el predio del Observatorio Astronómico de Ampimpa a 2600 msnm. Se trata de un sitio a cielo abierto, en el que se relevaron un conjunto de estructuras arqueológicas dispersas, cronológicamente atribuibles al período de Desarrollos Regionales y pertenecientes a la tradición cultural Santamariana.

A partir de la evidencia superficial y de las excavaciones, en un primer acercamiento, se interpretó al sitio como un espacio destinado a actividades relacionadas al procesamiento y manejo de camélidos.

El estudio intrasitio se centró específicamente en el aprovechamiento del recurso *camelidae*. Los restos fueron analizados taxonómicamente, anatómicamente y tafonómicamente. Asimismo se observaron aspectos culturales de la muestra, pudiéndose observar así patrones de consumo y aprovechamiento de camélidos silvestres y domésticos por parte de los habitantes prehistóricos del sitio.

## Introducción

Los resultados volcados en este trabajo se enmarcan en una investigación arqueológica más amplia llevada a cabo en el sitio El Observatorio [1]. En el mismo, la problemática de estudio planteada giró en torno al análisis de las características en la ocupación del espacio por las sociedades que habitaron el Valle de Santa María (o Yocavil) durante el Período de Desarrollos Regionales (800- 1470 dC.), tomando para ello como caso de estudio al sitio mencionado.

En el Valle, el interés por parte de los arqueólogos se ha centrado preferentemente en el estudio de los grandes centros poblacionales de características semi-urbanas y en los establecimientos defensivos típicos de este Período [2][3]. Sin embargo, es poco lo que sabemos para el mismo período acerca de las características de los pequeños poblados que se encuentran diseminados entre éstos a lo largo y ancho del valle.

Creemos que una comprensión acabada de las características del manejo del espacio sólo puede surgir del análisis integrado y orgánico de todas las partes que lo conforman. En este contexto amplio de investigación, el estudio y análisis del material arqueofaunístico intrasitio adquiere relevancia al posibilitar el ajuste de las interpretaciones sobre las características del funcionamiento y grado de complejidad de los asentamientos.

### Ubicación del área de estudio

El sitio se encuentra localizado en el piedemonte y ladera occidental de cumbres calchaquíes (ampimpa, provincia de Tucumán, Argentina) en el predio propiedad del Observatorio Astronómico de Ampimpa (OAA) a los 2.600 msnm. Aproximadamente y distante 10 km al SE de la localidad de Amaicha del Valle (26° 37' LAT. SUR; 65° 50' LONG. OESTE). FIGURA 1.



Figura 1- Croquis de Ubicación del área de estudio

El área, definida en términos de su localización y entorno natural, se puede caracterizar como una zona de transición entre ambientes ecológicamente bien diferenciados: el seco y árido valle de Santa María, las zonas de pasturas del valle de Tañi y la selva de los faldeos orientales de Cumbres Calchaquíes.

## Métodos

### *Análisis del material arqueofaunístico*

El análisis del material arqueofaunístico siguió las siguientes pautas: en primera instancia los restos óseos fueron analizados desde una perspectiva biológica (determinación anatómica, taxonómica y de edad), paralelamente fueron controlados tafonómicamente (acción de raicillas, carnívoros, meteorización y estado general de la muestra) y finalmente se observaron aquellos aspectos relacionados con las modificaciones culturales (estudio de partes esqueléticas, huellas de faenamiento y alteraciones térmicas).

Para su reconocimiento e identificación (taxonómica-anatómica) los especímenes recuperados fueron enviados al Laboratorio de Arqueozoología del Instituto Interdisciplinario de Estudios Andinos a cargo de la Lic. Norma Nasif (Facultad de Ciencias Naturales e IML - UNT).

Una buena identificación taxonómica-anatómica permite realizar con éxito el resto de las etapas. Además de la información de carácter biológico que contienen los restos óseos, estos datos aportan también información cultural pues no hay que olvidar que estos contextos faunísticos fueron formados por la selección de determinados animales por parte del grupo humano residente [4]. Los materiales fueron analizados macroscópicamente y con lupa binocular. La identificación se realizó utilizando material óseo de referencia perteneciente a dicha institución. Se logró identificar la totalidad de la muestra a nivel de género y en algunos casos de especie; en los casos en que fue posible se determinó la edad. Para ello se tuvieron en cuenta tanto la secuencia de fusión epifisial como el criterio de erupción y desgaste dentario (para los camélidos). La edad constituye un dato de importancia, pues permite conocer la orientación alimenticia que tenía el grupo humano con relación a que tipo de animales consumía, es decir, jóvenes o adultos.

El material fue siglado y fotografiado. Se consultó también la "Colección de Mamíferos Lillo" de la Fundación Miguel Lillo donde se fotografió material esquelético de referencia que fue utilizado para ilustrar la posición de los fragmentos en especímenes completos.

Con el propósito de evaluar el estado general de conservación de la muestra, se observaron macroscópicamente aspectos tales como la meteorización, acción de raicillas y de carnívoros sobre la muestra. La importancia de evaluar estos procesos tafonómicos radica en que con su accionar los mismos pueden llegar a alterar severamente la muestra, borrando marcas o huellas de corte y limitando de esta forma el potencial de información de la misma.

Posteriormente la muestra fue analizada desde una perspectiva arqueológica. El análisis se centró en el aprovechamiento del recurso camelidae por parte de los habitantes del sitio. Se realizó para ello un estudio de partes esqueléticas donde la frecuencia de unidades anatómicas permiten ver la representatividad de las distintas partes en el conjunto arqueofaunístico. Además, estos estudios posibilitan determinar probables unidades de trozamiento y aprovechamiento.

Finalmente se construyeron tablas de frecuencia y gráficos por especie identificada, y dentro de los camélidos (la mayor parte de los restos) por tipo de camélido y por partes esqueléticas.

## RESULTADOS

Se recuperaron restos óseos faunísticos de seis de los 11 sondeos realizados en el Sitio. La mayor parte de ellos, sin embargo proceden del sondeo N° IV. Las profundidades en las que fueron encontrados son variables, encontrándose algunos a pocos centímetros de la superficie y otros en los niveles más profundos.

Se recuperaron restos de dos de los tres niveles topográficos en que se dividió al sitio (Niv. Topog. II y III).

### Análisis morfológico- taxonómico

El número total de restos óseos faunísticos de la muestra es de 113 (huesos enteros y fragmentados), de los cuales han podido ser identificados a nivel taxonómico-morfológico 106.

La muestra se distribuye de la siguiente manera:

- ≈ *Lama sp.*: 103 restos óseos (91,16%), de los cuales se han podido identificar como *Lama glama* (6,79%) y *Lama vicugna* (2,90%).
- ≈ Roedores: 1 fragmento (0,89%).
- ≈ Anfibios: 2 fragmentos (1,76 %).
- ≈ Indeterminados (6,19%).

Como puede verse, la muestra está conformada casi en su totalidad por restos óseos de camélidos. A los fines de este trabajo, en adelante focalizaremos nuestro análisis en este conjunto.

La muestra presenta variedad en lo que a partes esqueléticas representadas se refiere, no así en lo que hace a la frecuencia, siendo los valores mas elevados los correspondientes a diáfisis de huesos largos y metapodios (Figura 2).

Se pudieron identificar fragmentos y algunos huesos completos de: ulnas, metapodios, falanges, maxilares (algunos con molares in situ), costillas, rótulas, vértebras, huesos carpales y diáfisis de huesos largos.

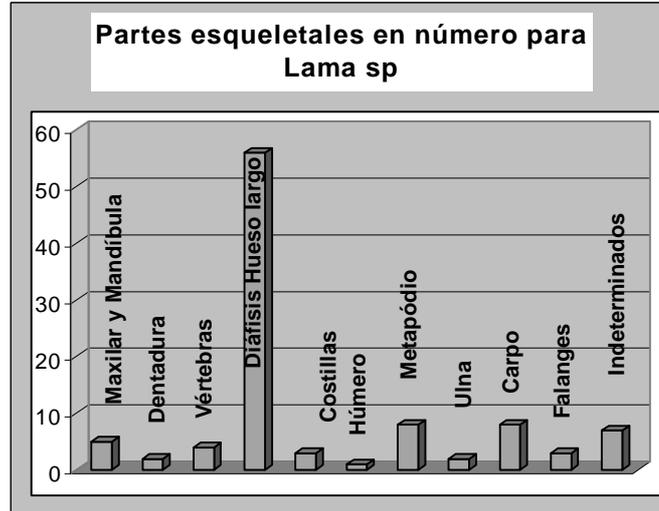


Figura 2 – Partes esqueléticas expresadas en porcentaje

Una mención aparte merece el hallazgo de un fragmento de incisivo de Vicuña (*Vicugna vicugna*) cilíndrico, recto de sección cuadrangular, capa continua de esmalte y de crecimiento continuo. Estas características permiten una asignación segura a nivel taxonómico (Figura 3).



Figura 3 - A la izquierda, incisivo de vicuña; a la derecha falange y epífisis suelta de camélido (Sondeo VI, Nivel 3)

### Estado de la Muestra

Con respecto al estado de fragmentación de la muestra se observa un bajo grado de fragmentación y en general un buen estado de conservación. Esto último estaría indicando condiciones relativamente rápidas de soterramiento con escasa exposición a los agentes atmosféricos y un medio sedimentario favorable a su conservación.

De acuerdo al informe del Laboratorio de Arqueozoología del INTERDEA, algunos fragmentos recuperados (diáfisis de húmero o fémur y el extremo proximal de una ulna) presentan fracturas en espiral y curvas posiblemente intencionales. Otros muestran fracturas longitudinales o espirales laterales y transversales, escalonadas e irregulares que pueden ser atribuidas a procesos naturales por presión o pisoteo. No se encontraron marcas de cortes.

Algunos restos se encuentran con sus extremos fragmentados con marcas mescadas y sacado superficial de hueso por acción de carnívoros. Unos pocos fragmentos pequeños se encuentran totalmente carbonizados.

### Discusión

Del análisis de lo anterior se desprenden algunas observaciones: En primer lugar llama la atención la importante cantidad de restos óseos recuperados en las excavaciones; excavaciones que por otra parte sólo abarcaron una porción muy pequeña del sitio. Segundo, estos restos óseos arqueofaunísticos son considerablemente más abundantes que el material cerámico recuperado de los mismos sondeos (unos 40 fragmentos solamente), cuando generalmente es el material cerámico el dominante por excelencia, al menos en lo que a frecuencia se refiere. Prácticamente el total de la muestra se encuentra compuesta de restos óseos pertenecientes a camélidos.

La mayor parte del material arqueofaunístico fue recuperado de 4 de los 11 sondeos. Dentro de esos cuatro, el sondeo que más material aportó fue el N°IV (70 % aproximadamente), sugestivamente el sondeo en donde se detectó un piso de ocupación (con material arqueofaunístico y cerámico asociado, Figura 4) [5].

Los materiales se recuperaron en los niveles topográficos II y III del sitio, no así en el I, lo que podría estar indicando algún tipo de diferenciación funcional entre los mismos particularmente con relación al manejo de fauna. [6].



Figura 4. Material arqueofaunístico y cerámico asociado sobre piso de ocupación (Sondeo IV, nivel 2)

Puntualmente podemos señalar que:

- a) Se pudo constatar la presencia de animales salvajes (*Vicugna vicugna*) y domesticados (*Lama glama*). Esto estaría indicando que en el mismo se manejaban camélidos proveniente tanto de la caza como del pastoreo. En el caso de *Vicugna vicugna* se trataría de individuos preferentemente juveniles, mientras que para *Lama glama* se registran tanto individuos juveniles como adultos.
- b) Por las marcas de fracturas intencionales registradas en algunos de los restos procedentes del nivel correspondiente al piso de ocupación (Nivel 1 del Sondeo IV), creemos que en el lugar se estarían procesando y probablemente consumiendo camélidos.

- c) Dicho procesamiento, de acuerdo a las partes esqueléticas representadas en el registro, estaría vinculado a la obtención y consumo de partes cárneas (diáfisis y metapodios principalmente).
- d) La alteración térmica de algunos fragmentos, sugiere que la preparación, consumo o descarte del recurso incluía alguna forma de exposición al fuego.
- e) Las marcas de carnívoros observadas en algunos de los huesos, podrían ser asignadas a la acción oportunista de zorros. Estos animales son bastante comunes en el área y nosotros mismos pudimos constatar su presencia merodeando la basura en el OAA.
- f) La presencia del roedor *cf. ctenomys opimus*, común en pastizales de altura del NOA, es coherente con el contexto del emplazamiento del sitio.

Las observaciones realizadas para nuestro sitio parecen corroborar lo que se conoce a cerca de las características del funcionamiento de los grupos pastoriles tardíos. Así, para olivera y elkin [7] es común encontrar asentamientos de carácter pastoril en quebradas altas que poseen suficiente potencial forrajero y aprovisionamiento de agua como para sustentar rebaños de camélidos pequeños como los que deben haber conformado el stock ganadero de los grupos pastoriles tardíos.

Importantes zonas de pastizales se extienden en inmediaciones del sitio el observatorio, asimismo son frecuentes en la zona arroyos, vertientes y humedales, lo que constituye y constituía (por reconstrucciones paleoambientales realizadas en lugares próximos [8]) un escenario favorable para la cría y alimentación de rebaños de camélidos [9].

En cuanto a la presencia de restos óseos atribuibles a vicuñas, se sabe que a diferencia de lo que sucede con los pastores en la actualidad, las ocupaciones arqueológicas manifiestan una explotación mixta pastoril / cazadora.

De esta forma, la práctica de la caza entre los pastores tardíos completa una estrategia de manejo animal que contribuye a la configuración de los patrones de partes esqueléticas en los sitios arqueológicos [10]. Dada la proximidad con el emplazamiento del sitio, creemos que las actividades de caza de vicuñas podrían haber tenido lugar en el ámbito de cumbres calchaqués. De ser esto así, las evidencias de su presencia en el pasado para el área (actualmente no es posible encontrarlas allí), puede ser un elemento valioso en el estudio de la distribución de la especie en nuestro territorio.

Las características de las estructuras relevadas en el sitio (escasas y de construcción simple) y la elevada cantidad de material arqueofaunístico perteneciente a camélidos permiten suponer que en el mismo se estarían llevando a cabo actividades relacionadas al manejo y/o procesamiento de éstos animales. Apoya la idea de manejo de rebaños de camélidos, la cercanía de importantes zonas de pastizales en inmediaciones del sitio. Esta actividad tendría lugar durante el verano y el sitio podría estar siendo utilizado como un poblado pequeño o un “puesto” para pernocte de pastores y animales [11].

Numerosos ejemplos de instalaciones pequeñas vinculadas al manejo de rebaños de llamas se encuentran documentados para la vecina Sierra de Quilmes. En estos “puestos” se evidencia un patrón formal bastante extendido: dos corrales (circulares o rectangulares) y una pequeña habitación adosada [12]. Es importante mencionar que una estructura muy similar se encuentra presente en el nivel topográfico II del Sitio

Por otra parte el emplazamiento del sitio, a más de 2600 msnm. y la ausencia de estructuras agrícolas inequívocas, nos induce a pensar que el mismo no se encuentra vinculado a actividades productivas de este tipo. Si bien fueron hallados algunos morteros, los mismos pueden haber sido utilizados para la molienda de algarroba, pigmentos minerales o granos llevados hasta allí para el consumo de los pastores. El análisis de los perfiles de suelo asociados a estructuras y sondeos en los distintos niveles topográficos que componen el sitio, tampoco provee de elementos suficientes como para inferir áreas de actividad. Estudios complementarios de otro tipo deberán llevarse a cabo para poder determinarlas. Si bien se observan diferencias importantes en cuanto al desarrollo de los suelos en algunos perfiles, no ha podido determinarse aún si estas diferencias se deben actividades antrópicas o simplemente reflejan procesos naturales de pedogénesis. Las diferencias en los materiales de los depósitos (remoción en masa y glaciés sobre sedimentos terciarios), nos llevan a inclinarnos preliminarmente por esta última posibilidad [13].

## Conclusiones

Merced al análisis de estructuras y elementos recuperados consideramos que el sitio El Observatorio habría funcionado como un establecimiento destinado a actividades relacionadas al manejo y procesamiento de camélidos, sin poder establecer con certeza el carácter de las mismas. Probablemente algunas estructuras hayan servido como corrales y otras como unidades habitacionales para pastores u otros individuos. La localización y emplazamiento del sitio presenta coherencia con la funcionalidad propuesta para él.

El sitio habría formado parte de una compleja red de asentamientos, constituyendo una especie de “satélite” subsidiario de una unidad mayor. Este modelo de estructura de patrón de asentamiento permitiría dar cuenta de formas de acceso directo y apropiación de distintos recursos. La existencia de redes que articulaban poblados de diferentes características y magnitud, habría estado directamente relacionada con la complejidad política en el ámbito regional característica del Período Tardío para el Valle.

La integridad del sitio se encuentra comprometida por intensos procesos morfodinámicos que operan en su superficie. El sitio muestra como consecuencia de ello un marcado deterioro, que ha generado un registro arqueológico alterado y fragmentario, ocasionado un importante sesgo en la información. En relación a esto, creemos que muchas de las construcciones que se observan constituyen muros de contención y estructuras de nivelación, destinados a evitar la degradación de las superficies aptas para ser ocupadas y aprovechadas [14].

En cuanto a la cronología relativa y la filiación cultural, los materiales recuperados indican que la ocupación del sitio habría tenido lugar durante el Período de Desarrollos Regionales (siglos IX al XV) y permiten asignarlo inequívocamente a la tradición cultural Santamariana [15].

### **Agradecimientos**

A la Lic. Norma Nasif del Laboratorio de arqueozoología del INTERDEA por su inestimable trabajo en el reconocimiento e identificación de los de los materiales de la muestra. Al Ing. Alberto Mansilla del Observatorio Astronómico Ampimpa por su apoyo y generosidad. A Silvana Urquiza por sus oportunas observaciones de la muestra, y al Sr. Marcos Mollerach por facilitarme el acceso a la Colección de Mamíferos Lillo.

### **Bibliografía**

- [1] Gómez Augier, J., 2005. Geoarqueología y Patrón de Ocupación Espacial en el sitio El Observatorio. Ampimpa, Dpto. Tañ del Valle. República Argentina. Trabajo Final de Carrera. Facultad de Ciencias Naturales e IML. Universidad Nacional de Tucumán. M.S.
- [2] Nuñez Regueiro, V., 1974. Conceptos instrumentales y marco teórico en relación al análisis del desarrollo cultural del Noroeste argentino. *Revista del Instituto de Antropología* 5: 171-90.
- [3] Tarragó, M. y Natri, J., 1999. Dimensiones de la complejidad Santamariana. *Actas del XII Congreso Nacional de Arqueología Argentina*, C. Diez Marín (ed), Tomo II, pp. 259 - 264. Facultad de Ciencias Naturales y Museo (UNLP). La Plata.
- [4] Becker Alvarez, C., 2000. Trabajando el Cuero de los Queltehues. En: *Patrones de asentamiento de cazadores recolectores del Período Arcaico en la Cordillera de Chile Central: Secuencia y Cambio*. FONDECYT N° 1970071.
- [5] Gómez Augier, J., 2005. Geoarqueología y Patrón de Ocupación Espacial en el sitio El Observatorio. Ampimpa, Dpto. Tañ del Valle. República Argentina. Trabajo Final de Carrera. Facultad de Ciencias Naturales e IML. Universidad Nacional de Tucumán. M.S.
- [6] Gómez Augier, J., 2005. Geoarqueología y Patrón de Ocupación Espacial en el sitio El Observatorio. Ampimpa, Dpto. Tañ del Valle. República Argentina. Trabajo Final de Carrera. Facultad de Ciencias Naturales e IML. Universidad Nacional de Tucumán. M.S.
- [7] Olivera, D. y Elkin, D., 1994. De Cazadores y Pastores: El Proceso de Domesticación de Camélidos en la Puna Meridional Argentina. En: *Zoarqueología de Camélidos. Perspectivas Teóricas y Metodológicas*. Año 1. Volumen 1. Grupo Zoarqueología de Camélidos (ed.). Buenos Aires.
- [8] Garralla, S., 1999. Análisis polínico de una secuencia sedimentaria en el Abra del Infiernillo, Tucumán. Argentina. *Actas de resúmenes del Primer Congreso Argentino de Cuaternario y Geomorfología*, p 11. La Pampa.
- [9] Gómez Augier, J., 2005. Geoarqueología y Patrón de Ocupación Espacial en el sitio El Observatorio. Ampimpa, Dpto. Tañ del Valle. República Argentina. Trabajo Final de Carrera. Facultad de Ciencias Naturales e IML. Universidad Nacional de Tucumán. M.S.
- [10] Olivera, D. y Elkin, D., 1994. De Cazadores y Pastores: El Proceso de Domesticación de Camélidos en la Puna Meridional Argentina. En: *Zoarqueología de Camélidos. Perspectivas Teóricas y Metodológicas*. Año 1. Volumen 1. Grupo Zoarqueología de Camélidos (ed.). Buenos Aires.
- [11] Gómez Augier, J., 2005. Geoarqueología y Patrón de Ocupación Espacial en el sitio El Observatorio. Ampimpa, Dpto. Tañ del Valle. República Argentina. Trabajo Final de Carrera. Facultad de Ciencias Naturales e IML. Universidad Nacional de Tucumán. M.S.

- [12] Natri, J., 2003. Aproximación al espacio calchaquí. En: Local, Regional, Global: prehistoria, protohistoria e historia en los Valles Calchaquíes. Anales Nueva Época N° 6. Cornell, Per y Stenborg, Per (eds.) Instituto Iberoamericano. Universidad de Göteborg.
- [13] Gómez Augier, J., 2005. Geoarqueología y Patrón de Ocupación Espacial en el sitio El Observatorio. Ampimpa, Dpto. Tafí del Valle. República Argentina. Trabajo Final de Carrera. Facultad de Ciencias Naturales e IML. Universidad Nacional de Tucumán. M.S.
- [14] Gómez Augier, J. y Collantes, M., 2006. Relaciones Geomorfológicas- Arqueológicas del Sitio El Observatorio, Ampimpa, Departamento Tafí del Valle, Tucumán, Argentina. Actas del III Congreso Argentino de Cuaternario y Geomorfología. Córdoba. En Prensa.
- [15] Gómez Augier, J., 2005. Geoarqueología y Patrón de Ocupación Espacial en el sitio El Observatorio. Ampimpa, Dpto. Tafí del Valle. República Argentina. Trabajo Final de Carrera. Facultad de Ciencias Naturales e IML. Universidad Nacional de Tucumán. M.S.

## LA CAZA DE CAMÉLIDOS SILVESTRES DURANTE EL HOLOCENO MEDIO EN LA PUNA MERIDIONAL ARGENTINA

Martínez Jorge Gabriel

CONICET-Instituto de Arqueología y Museo. Universidad Nacional de Tucumán  
San Martín 1545. Tucumán (CP 4000). E-mail: losmartinez@tucbbs.com.ar

### Abstract

Desde un punto de vista arqueológico y etnográfico, los estudios sobre subsistencia de grupos humanos muestran dos modelos paleoeconómicos dominantes en el aprovechamiento de recursos faunísticos: las economías extractivas y las productivas. Este trabajo se ubica temáticamente dentro de las primeras, y tiene como objetivo presentar un modelo interpretativo sobre de las técnicas de caza de camélidos silvestres en Antofagasta de la Sierra (Catamarca, Puna meridional argentina) durante el Holoceno medio (hacia ca.7700-7200 años AP). Si bien este trabajo aborda un momento de pre-domesticación o pre-productivo, debe destacarse que la caza como economía extractiva es la que inicia la larga interacción hombre-camélido hace unos 10,000 años en el área andina, la cual continuó teniendo gran importancia aún bajo el establecimiento pleno de economías productivas agro-pastoriles.

### La Caza en la Puna Argentina

La caza es un proceso activo en el cual se pone en movimiento la morfología del hombre, sus técnicas, su organización social y sus relaciones ecológicas, involucrando sus objetivos y motivaciones, y para lo cual han sido desarrollados intrincados sistemas [1]. Los primeros grupos humanos que llegaron a América, contaron con una base de conocimientos técnicos que les permitió satisfacer sus necesidades biológicas, dentro del marco de las condiciones ambientales imperantes en este continente. En este sentido, es sabido que los restos arqueofaunísticos hallados en asociación con artefactos de caza, son una valiosa fuente de información acerca de las prácticas de subsistencia de la gente del pasado.

A partir de las primeras evidencias arqueológicas de grupos humanos que ocuparon el noroeste de Argentina, puede afirmarse que la caza de animales fue la principal actividad de subsistencia. Diversas líneas de evidencias confirman que estas tempranas ocupaciones se remontan hacia fin del Pleistoceno, y cuentan con una antigüedad de casi 11,000 años. Las mismas fueron registradas en la Puna septentrional argentina entre ca.10,800-9800 años AP, en sitios como Inca Cueva 4 [2,3,4], Cueva Huachichocana III [5,6] y Alero de las Circunferencias [7], todos en la provincia de Jujuy. En estos sitios la interacción hombre-fauna queda definida principalmente por un patrón de caza sistemática de camélidos silvestres (*Vicugna vicugna* y *Lama guanicoe*; mayores a 35 kg) y/o roedores de pequeño porte (*Lagidium* sp. y *Chinchilla* sp.; menores a 3 kg).

Para la Puna meridional argentina, las evidencias arqueológicas más tempranas se registran un poco más tardíamente, y provienen del área de Antofagasta de la Sierra, en el sector norte de la provincia de Catamarca, por encima de los 3400 msnm (ver Figura 1). Las mismas fueron registradas en el sitio Quebrada Seca 3 (QS3; 4100

msnm) cuya máxima antigüedad viene dada por una datación de  $9790 \pm 50$  años AP (UGA-9257, Capa 2b(19); [8]). A partir del análisis arqueofaunístico de QS3 puede afirmarse que desde el inicio del Holoceno, la interacción hombre-fauna en este sector sur de la Puna queda definida por la caza sistemática de camélidos silvestres: *Lama guanicoe* y *Vicugna vicugna*, principalmente esta última [9].

## De las Puntas de Proyectoil a las Técnicas de Caza

A partir de un análisis que contempló la integración de las evidencias arqueológicas sobre sistemas de armas, etología de las presas, características topográficas y organización de los cazadores, pudo establecerse la existencia de sustanciales variaciones en las técnicas de caza a lo largo del Holoceno.

Para la identificación de los sistemas de armas empleados por estos antiguos cazadores, las puntas de proyectil líticas recuperadas en la secuencia estratigráfica del sitio QS3 fueron el punto de partida. La elaboración del modelo que será presentado más adelante, se basa en la hipótesis de una interrelación causal entre puntas de proyectil, el sistema de arma al cual perteneció y las técnicas de caza aplicadas. Esto constituye un supuesto clave en el cual la variabilidad en los aspectos tecno-morfológicos de las puntas de proyectil juega un rol crucial para poder explicar los cambios que ocurrieron en la esfera de la caza como modo subsistencia básico de los cazadores puneños (este planteo surge de una investigación más amplia, ver [10]). Es decir que los cambios tecno-morfológicos registrados en los diseños de las puntas de proyectil, permiten plantear -previa inferencia del sistema de arma- una correspondencia con cambios en las técnicas de caza, lo cual es de suma importancia para avanzar en el problema de las variaciones en las estrategias de captura de presas a través del tiempo. Bajo este esquema de interrelaciones cambio de diseño/cambio de sistema de arma/cambio de técnica de caza, se generó un modelo explicativo general que contempla entonces cuatro aspectos: los sistemas de armas, la etología de las presas (*Vicugna vicugna* en este caso), las características topográficas del entorno asociado y organización de los cazadores. Para el lapso mencionado, dentro del Holoceno medio inicial, consideraremos aquí especialmente las evidencias arqueológicas de los sitios Quebrada Seca 3 y 5. QS3 es una pequeña cueva situada altitudinalmente entre un sector de vega y otro de pastizal (o pampas), en la cuenca superior del Río Las Pitas, a 4100 msnm. Este sitio cuenta con una de las secuencias estratigráficas de cazadores-recolectores más largas del noroeste argentino: desde ca.9800 a 2500 AP [11, 12, 13], QS5 se denomina a un sector próximo a QS3, en donde se registra una concentración de estructuras de ocultamiento de piedra, contando además con el hallazgo asociado de material lítico en superficie, lo cual será tratado en el punto siguiente. Para los actuales pobladores de la zona, estas estructuras son ...“trincheras de los antiguos..., para cazar vicuñas” (Ismael Vázquez com. pers. a C. Aschero, Quebrada Seca 1986). Se designan “parapetos” a estas estructuras, en base a los trabajos de Gradín para construcciones semejantes de Patagonia meridional y septentrional [14].

## Modelo de Técnica de Caza por acecho y Uso de parapetos

Este modelo se relaciona con el uso de puntas de proyectil con pedúnculo esbozado, limbo lanceolado y bordes dentados, asignado al tipo morfológico QSC [10] (ver Figura 2). Este tipo de punta es el más frecuente en QS3 a partir de los niveles 2b13 a 2b9. El rango temporal va -según las dataciones de estos niveles- desde  $7760 \pm 80$  AP a  $7220 \pm 60$  AP. La variable dimensional más distintiva de las puntas tipo QSC, es su gran tamaño (ca.100 mm de longitud) y consecuentemente su peso. Por sus elevados valores no habría permitido a una punta de este porte desarrollar un alcance efectivo grande, por lo cual habría una disociación en su uso como puntas de dardo para propulsor [15]. En base a esto, planteamos que estas puntas pertenecieron a proyectiles de corto alcance, es decir a lanzas de mano arrojadas. El uso de lanza para la caza de vicuñas, y considerando que por su etología tienen una distancia de escape mucho mayor a su alcance efectivo (según Churchill [16] el alcance efectivo promedio es 7.8 m), habría requerido necesariamente de una aproximación “forzada” tendiente a reducir la distancia cazador-presa. La extensa vega de Quebrada Seca, rica en pasturas y agua, es el *locus* de agregación obligado de las vicuñas, dada su condición de ser agua-dependientes. El sector de la vega, se encuentra limitada en sus márgenes por farallones rocosos verticales que no permiten su acceso, más que por unas pocas cañadas o “angostos” que la comunican con sectores altos de la pampa. Desde ya que estos son las vías de circulación natural de las tropillas, existiendo un desnivel promedio de 100 m entre el fondo de la vega y las pampas altas.

El sitio QS5, se ubica en los sectores altos de la pampa, próximo a la desembocadura de una de estas cañadas, en la margen sur de la quebrada. Como fuera antes mencionado, este sector presenta una agrupación de estructuras de ocultamiento o acecho (N = 10), las cuales se ubican en los sectores elevados de laderas con pendiente creciente hacia el

Este. La construcción de estos parapetos como medio artificial de ocultamiento, se habría combinado con los rasgos topográficos naturales mencionados.

Con estos componentes integrados, se plantea el uso de lanzas arrojadas en corta distancia, con arreo de tropillas de camélidos desde los sectores bajos de la vega hacia la concentración de parapetos de QS5. Se propone el uso simultáneo de varios parapetos por parte de los cazadores, quienes habrían interceptado con sus lanzas a las tropillas de camélidos en estampida. Esto exigió seguramente de una buena coordinación con los azuzadores, quienes primero tuvieron que cercar a las tropillas en la vega, y luego manejar su circulación hacia la cañada que conecta la misma con los sectores altos de la pampa en donde se ubica QS5 (ver Figura 3A).

Estas estructuras consisten en arcos semicirculares de piedra, en donde -geoméricamente- la cuerda mide en promedio 2 m (ver Figura 3B). Estos parapetos de piedra, apoyan sobre un sustrato igualmente rocoso lo cual habrían generado un verdadero "camuflaje", ya que los cazadores ocultos en ellos no serían percibidos por los camélidos. Debido a su reducido tamaño, estas estructuras de ocultamiento, que no superan los 0.70 m de altura desde el nivel del suelo, habrían sido muy eficientes en su función. El interior de los parapetos se presentan escasos indicios arqueológicos en superficie, así como los resultantes de sondeos realizados en los mismos [17].

Más allá de la proximidad espacial, la vinculación de QS5 como sitio de caza asociado al lapso de ocupación ca.7700-7200 AP de QS3, viene dada por el hallazgo en superficie de tres fragmentos de puntas de proyectil, uno de ellos claramente homologable al tipo QSC. Los mismos presentan fracturas transversales de impacto, y fueron hallados pendiente abajo en frente de la concentración de parapetos de un sector de QS5, lo cual resultó de un detallado "barrido" del sector hacia donde los cazadores hipotéticamente habrían hecho sus lanzamientos a corta distancia. Como consecuencia de esta menor distancia cazador-presa sería esperable una mayor efectividad y por lo tanto un menor índice de pérdida de puntas en los lugares de caza, lo cual sería coherente con la escasez de puntas halladas en superficie.

En base a estos registros espacialmente diferenciados por la ausencia de otros hallazgos en sectores contiguos, puede constatar la funcionalidad de estos parapetos como estructuras de ocultamiento para la caza, y su probable asociación cronológica con QS3. Debe mencionarse también que otros especímenes de puntas lanceoladas tipo QSC fueron halladas cerca de otros parapetos próximos a QS3, lo cual apoya el uso de este diseño en esta técnica, como parte de lanzas arrojadas. Por otra parte, el alto porcentaje de fragmentos mesiales y apicales del tipo QSC recuperados en los niveles 2b13-2b9 de QS3 (41,4 % del total), estaría evidenciando actividades de faenamiento en QS3, infiriendo además que estos fragmentos ingresaron al sitio dentro del cuerpo de las presas allí trozadas y/o consumidas. Estas capturas creemos pudieron provenir del uso de los parapetos de QS5, como sitio de matanza. Además de las puntas halladas en lo que sería el frente de tiro e intercepción de las presas, fueron detectadas numerosas lascas de vulcanita con rastros de uso, las que podrían haber sido usadas para tareas expeditivas de trozamiento inicial.

Debemos destacar que la ubicación topográfica de los parapetos es crucial para el éxito de esta técnica de caza, presentándose tanto en cumbres de cerros como en faldeos. Los primeros permiten un buen dominio visual de grandes extensiones de pampas, dentro del ambiente del pajonal característico de este sector. Además de la situación topográfica referida, debe destacarse que al igual que en QS5, en los sitios Real Grande 12 A y B, se da la recurrencia de que los parapetos se ubican en laderas con pendiente creciente hacia el Este y que la disposición de los parapetos está planificada para interceptar las presas moviéndose en sentido Oeste-Este. En ambos casos, y pensando en un arreo desde los sectores bajos, existe la posibilidad de que esta orientación cardinal sea aprovechada en momentos de la mañana, que sería cuando la tropilla en estampida de Oeste a Este (y de abajo hacia arriba) tendría la luz solar incidente en forma frontal, lo cual podría haber brindado una ventaja extra para los cazadores apostados tras los parapetos.

La implementación de esta técnica de caza, pone en juego el uso simultáneo de diversos parapetos y un mayor número de personas integrando la partida de caza. Su empleo, se habría dado por alguna necesidad de agregar estas estructuras a la topografía natural, para lograr un mejor ocultamiento de los cazadores y así, una mayor obtención en el número de presas.

La organización de los cazadores y azuzadores es clave en esta técnica, cuyo modelo implica muy probablemente tempranos episodios de caza colectiva. Se ha sugerido que este manejo o arreo de grupos de animales, podría haber sido llevado a cabo por mujeres y niños [18]. Si bien es difícil de cuantificar el número de azuzadores, no debe necesariamente pensarse en un gran número de personas. El uso de sogas y/o mallas atadas a palos y sostenidas entre varias personas es suficiente para encerrar a todo un rebaño de llamas para tratamiento sanitario o esquila (R. Hostnig com. pers.).

## Consideraciones Finales

La asociación agua-pasturas-camélidos, como elementos indispensables para propiciar un *locus* de adquisición de presas, representan en cierta forma elementos componentes que se presentan como constantes dentro de un posible “escenario” de caza. Es decir que en aquellos sectores del espacio en donde ocurra dicha asociación, dependerá de la topografía circundante, el tipo de técnica a ser empleado y en consecuencia el sistema de arma adecuado. Un factor que también se considera constante para los modelos planteados es la cobertura vegetal, dada su baja densidad y su reducida altura, no se constituye aquí en un elemento de influencia como podría significar para otros pisos ecológicos.

El modelo establecido, en primera instancia da cuenta de la variabilidad existente en cuanto a las diferentes líneas de evidencias arqueológicas referidas a las técnicas de caza implementadas en el pasado. No dejamos de asumir, sin embargo, que la elaboración de este modelo lleva consigo un inevitable riesgo interpretativo del comportamiento y de las actividades involucradas en la adquisición de tales recursos faunísticos. Sin embargo creemos que permiten aproximarnos a una visión integral de las actividades de caza del pasado, bajo una perspectiva microrregional de análisis, considerando los distintos elementos componentes, para evaluar con un mayor grado de especificidad, el juego de determinadas variables tales como el emplazamiento de sitios arqueológicos y los rasgos topográficos asociados. Esto también ha dejado al descubierto distintos factores que pudieron entrar en juego en las técnicas de caza, para las cuales la visibilidad arqueológica es baja o nula, tales como situaciones sociales de fusión-fisión esporádicas de grupos o eventos climáticos de corta duración.

Desde ya que este modelo pudo haber coexistido con otros, también bajo el uso de la lanza como sistema de arma en vías naturales de circulación de tropillas, y a su vez con la aplicación de técnicas asociada al uso del propulsor asociadas a otros tipos de puntas. Creemos que el esquema de análisis propuesto para la elaboración de estos modelos es aplicable también en otros contextos socio-ambientales, tanto a nivel sincrónico como diacrónico.

Es posible que los episodios de caza colectiva como los del modelo planteado, que involucran un mayor número de gente en la integración de las partidas de caza, hayan sido discontinuos en el tiempo y en el espacio. Paralelamente, otras técnicas y otras especies habrían complementado los requerimientos del consumo de proteínas de origen animal. Lo que sí enfatizamos, es que en un momento posterior a *ca.*7700 AP estos episodios de caza colectiva probablemente reflejen un proceso de intensificación en la adquisición de recursos faunísticos para dar respuesta a una mayor demanda de carne y grasa y/o recursos derivados tales como lana, pieles/cueros, tendones o huesos para la obtención de médula y la confección de manufacturas. Esta sólo es entendible desde una situación de crecimiento en el tamaño de las unidades sociales entre las que esos productos se reparten. Si esto es o no resultado de un crecimiento demográfico o de una fusión de grupos, no lo sabemos aún, y no lo vemos reflejado en sitios que respondan a posibles situaciones de agregación dentro de la microrregión en estudio.

La lanza arrojadiza, en comparación con el sistema propulsor/dardo, sería un arma de caza especializada, en el sentido que requiere de ciertos ajustes y de una mínima adaptación y conocimiento del comportamiento de las presas dentro de un determinado microambiente, como el de Quebrada Seca. El factor oportunístico asociado al propulsor, no sería un rasgo propio del sistema lanza, y menos probable aún como parte de caza solitaria. En la situación planteada en este modelo, la lanza aparece como un arma con fuerte sentido “social” ya que se vuelve crucial el trabajo coordinado de un grupo de personas para el éxito de este tipo de técnica.

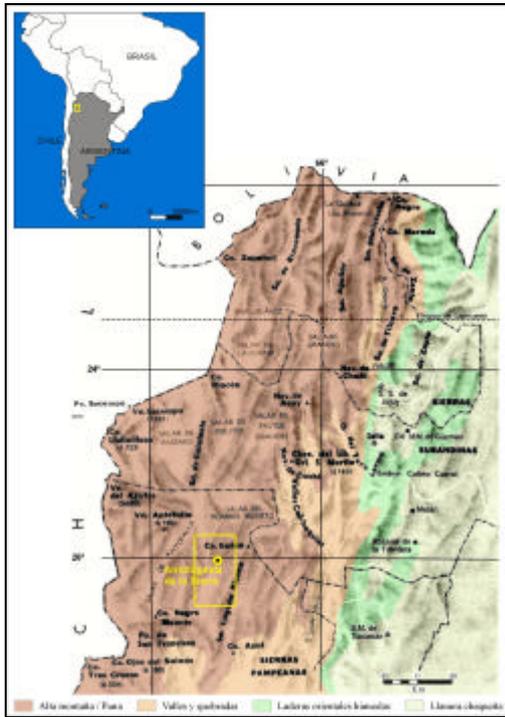


Figura 1. Mapa de ubicación relativa de Antofagasta de la Sierra (Catamarca).

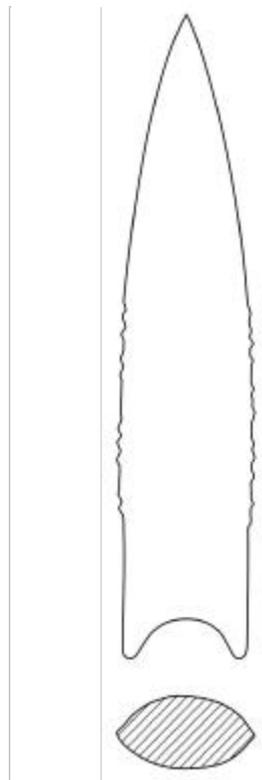


Figura 2. Esquema de punta de proyectil tipo QSC. (3/4 de su tamaño natural)

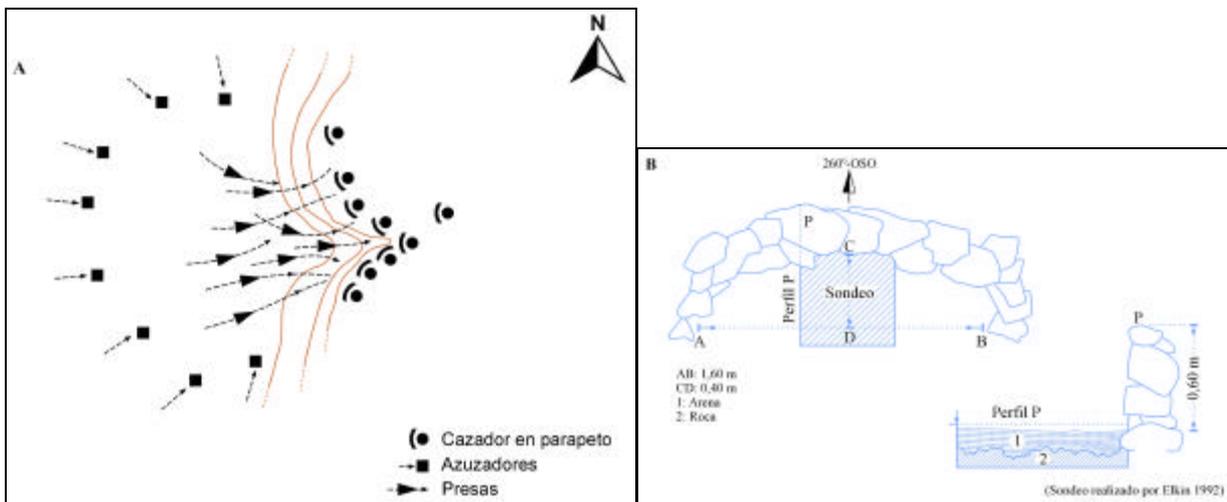


Figura 3. A) Modelo de técnica de caza para el sitio QS5; B) Planta y perfil de un parapeto de QS5.

## Bibliografía

1. Laughlin, W. S. 1968. An integrating biobehavior system and its evolutionary importance. *Man The Hunter*. Edited by Richard B. Lee and Irven De Vore with the assistance of Jill Nash. Aldine Publishing Company. Chicago.
2. Aguerre, A. M., A. A. Fernández Distel y C. A. Aschero. 1973. Hallazgo de un Sitio Acerámico en la Quebrada de Inca Cueva (Provincia de Jujuy). *Relaciones VII*:197-235. Sociedad Argentina de Antropología. Buenos Aires.
3. Aschero, C. A. 1979. Un asentamiento acerámico en la Quebrada de Inca Cueva (Jujuy). Informe Preliminar sobre el sitio Inca Cueva 4. *Actas de las Jornadas de Arqueología del Noroeste Argentino*. Instituto Arqueológico Universidad del Salvador. Buenos Aires. M.S.
4. Aschero, C. A. 1984. El sitio ICC 4: un asentamiento precerámico en la Quebrada de Inca Cueva (Jujuy, Argentina). *Estudios Atacameños 7*:62-72. Universidad Católica del Norte. San Pedro de Atacama. Chile.
5. Fernández Distel, A. 1974. Excavaciones arqueológicas en las cuevas de Huachichocana, Depto. de Tumbaya, Pcia. de Jujuy. *Relaciones de la Sociedad Argentina de Antropología VIII*:101-134 (NS).
6. Fernández Distel, A. 1986. Las cuevas de Huachichocana, su posición dentro del precerámico con agricultura incipiente del Noroeste Argentino. *Beiträge zur Allgemeinen und Vergleichenden Archäologie*.
7. Hernández Llosas, M. I. 2000. Quebradas altas de Humahuaca a través del tiempo: el caso Pintoscayoc. *Estudios Sociales del NOA 2*:167-224. Facultad de Filosofía y Letras. Universidad de Buenos Aires.
8. Aschero, C. A. y J. G. Martínez. 2001. Técnicas de Caza en Antofagasta de la Sierra, Puna Meridional Argentina. *Relaciones XXVI*:215-241. Sociedad Argentina de Antropología. Buenos Aires.
9. Elkin, D. 1996. Arqueozoología de Quebrada Seca 3: indicadores de subsistencia humana temprana en la Puna Meridional Argentina. Tesis de Doctorado en Filosofía y Letras. Facultad de Filosofía y Letras. Universidad de Buenos Aires. M.S.
10. Martínez, J. G. 2003. Ocupaciones humanas tempranas y tecnología de caza en la microrregión de Antofagasta de la Sierra (10000-7000 AP). Tesis Doctoral en Arqueología. Universidad Nacional de Tucumán. M.S.
11. Aschero, C. A.; D. Elkin y E. L. Pintar. 1991. Aprovechamiento de recursos faunísticos y producción lítica en el precerámico tardío. Un caso de estudio: Quebrada Seca 3 (Puna Meridional Argentina). *Actas del XI Congreso Nacional de Arqueología Chilena*, Tomo II:101-114. Santiago de Chile.
12. Pintar, E. L. 1996. Prehistoric holocene adaptations to the Salt Puna of Northwestern Argentina. Ph. D. Dissertation, Graduate Faculty of Dedman College, Southern Methodist University. M.S.
13. Rodríguez, M.F. 2000. Cambios en el uso de los recursos vegetales durante los distintos momentos del Holoceno en la Puna Meridional Argentina. Enviado para su publicación en *Actas del XV Congreso Nacional de Arqueología Chilena*, Arica.
14. Gradín, C. J. 1962. Tres informaciones referentes a la Meseta del Lago Stroebel (Prov. de Santa Cruz, Argentina). *Acta Praehistórica*. Tomo III-IV, 1959-60:144-149. Buenos Aires.
15. Martínez, J. G. 1999. Puntas de proyectil: diseños y materias primas. En: *En los Tres Reinos: Prácticas de Recolección en el Cono Sur de América*, editado por C. A. Aschero, M. A. Korstanje y P. M. Vuoto, pp. 61-69. Ediciones Magna Publicaciones. Tucumán.
16. Churchill, S. E. 1993. Weapon Technology, Prey Size Selection, and Hunting Methods in Modern Hunter-gatherers: Implications for Hunting in the Palaeolithic and Mesolithic. *Archaeological Papers of the American Anthropological Association 4*:11-24, editado por G.L. Peterkin, H.M. Bricker y P. Mellars.
17. Elkin, D. 1992. Explotación de recursos en relación al sitio acerámico Quebrada Seca 3, Antofagasta de la Sierra, Puna de Catamarca. *Shincal 2*. Escuela de Arqueología. Universidad Nacional de Catamarca. Catamarca.
18. Cattelain, P. 1997. Hunting during the Upper Paleolithic: Bow, Spearthrower, or Both ?. In *Projectile Technology*. Cap. 9:213-238. Edited by H. Knecht. Plenum Press.

### **CAMBIOS EN LA EXPLOTACIÓN DE LOS RECURSOS ANIMALES DURANTE EL HOLOCENO (ANTOFAGASTA DE LA SIERRA, CATAMARCA, ARGENTINA)**

Reigadas María del Carmen

Instituto Nacional de Antropología y Pensamiento Latinoamericano. 3 de Febrero 1370  
Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

## Abstract

The study of archaeological faunal remains helps understand hunter-gatherer adaptations to different environments. According to this aim, this paper presents information obtained from the morphological study of the fleeces recovered from site Quebrada Seca 3 (Antofagasta de la Sierra, Catamarca, Argentina), which is located in a high altitude ecosystem.

The paper considers the identification of 142 fleeces, taking into account medulla, thickness, and color variables.

We identified *Lama vicugna* and *Lama guanicoe*, these forms coincides with identification from teeth and bones studies.

In the same way we identified a group with morphological fibers variations. This group has medulla and thickness distribution, percentages for each fiber type and color concordant with what can be observed in the case of *Lama glama*. Samples according with this pattern grow the percentages during the archaeological sequence from the Early Preceramic to Late Preceramic.

We also present the identification of 72 fleeces recovered from the site Cacao 1 corresponding to the Formative and Late Period. We detect around 1000 years ago another change in the pattern identified as *Lama glama*, consisting in fleeces more homogeneous without the presence of thick fibers.

The samples have correspondence with threads and manufacturers (cords) recovered from the same context.

Both sites give us evidence of a domestication process in the area. This process ends with the production of specialized llamas in agro-pastoral contexts.

Key words: hunter-gatherers- camelids- fibers- domestication-specialization

## Introducción

Diversas evidencias para el área de Antofagasta de la Sierra ubican para principios del Holoceno las primeras ocupaciones de cazadores recolectores, con una economía basada fundamentalmente en la caza [1]. Hacia el Holoceno tardío, a partir de cambios en el repertorio tecnológico expresados en la disminución de la frecuencia de artefactos formales [2] se sugieren modificaciones en las estrategias del aprovechamiento del ambiente y una intensificación en la relación con los recursos animales a través de un proceso domesticatorio [3, 4]. Finalmente se propone hacia el 3000 AP la consolidación de grupos con mayor sedentarismo, conformando en contextos más tardíos en aldeas de fondo de valle y puestos de caza y pastoreo en quebradas altas, un sistema productivo en base al manejo de la especie *Lama glama* con componente agrícola en diferentes escalas.

Este proceso, cuyo inicio en el área presenta evidencias en los niveles de ocupación de QS3, se entiende como corolario de las variaciones climáticas ocurridas en el Hipsitermal [5], las producidas en la movilidad de las bandas [6], la aparición de una población de camélidos con variaciones morfológicas en las fibras [7], en el tamaño corporal [8], en el manejo de los recursos en un ambiente con disponibilidad de oferta forrajera [9] y en las modificaciones en el comportamiento y territorialidad de los camélidos [10].

Tomando como punto de partida la diversidad de líneas independientes que dan cuenta de este proceso de cambio socioeconómico en Antofagasta de la Sierra, el presente trabajo presenta los datos disponibles a partir del estudio de fibras animales como parte de la evidencia que sustenta, por un lado, la hipótesis del desarrollo de un proceso de domesticación de camélidos en el área, y en segundo término un cambio en la estrategia pastoril para momentos tardíos. Reflejado este último en el desarrollo del componente pastoril dirigido a la producción ganadera especializada en un contexto de diversificación económica.

Los resultados aquí sintetizados provienen del estudio de muestras de fibras animales procedentes de los sitios Quebrada Seca 3 (QS3) y Cacao 1 (CC1).

### *Ambiente y Contexto*

El Departamento de Antofagasta de la Sierra (Provincia de Catamarca) forma parte del desierto de altura denominado Puna de Atacama. Se localiza en el sector correspondiente a la puna meridional argentina (22° y 27° de latitud sur y 65° 10' y 68° 50' de longitud oeste) en la denominada puna salada con condiciones de aridez severas.

Se observan en el área tres tipos de sectores diferenciados ecológicamente: el fondo de la cuenca, los sectores intermedios y las quebradas altas [11]. En estas últimas, las condiciones ambientales incluyen lluvias estivales moderadas, nevadas invernales y heladas anuales, siendo las unidades vegetacionales las correspondientes a la vega puneña y altoandina.

El sitio Quebrada Seca 3 (QS3) se localiza en este sector, en la subárea que comprende la zona ubicada al E de

la confluencia de las Quebradas Seca y Real Grande, las que desembocan en la del río Putas o Pitas. El sitio es un alero ubicado a 4100 m.s.n.m. en la margen sur de la vega de la Quebrada homónima, a los 67° 25' Longitud O y 26° 5' Latitud S. Las excavaciones han puesto en evidencia una serie de niveles de ocupación estratificados sin hallazgos cerámicos. El contexto se compone de restos vegetales, restos óseos, gran cantidad de material lítico, artefactos de madera y hueso, abundancia de vellones, cestería y pigmentos. Se han diferenciado 4 unidades estratigráficas principales: capa 0, 1, 2a y 2b, donde se pudieron detectar varios niveles de ocupación humana (inferiores, intermedios y superiores) con fechados radiocarbónicos (no cal.) que van desde el 4410 ± 60 (UGA 8357) para la capa 2b2 al 9790 ± 50 AP (UGA 9257) para la capa 2b19 [12].

El sitio provee evidencia humana temprana para el sector de la puna meridional argentina desde comienzos del Holoceno, inclusive durante el Holoceno medio, con las condiciones de aridez para entonces establecidas. Las variaciones observadas en los conjuntos líticos de este sitio sugieren que: 1) durante las ocupaciones tempranas, el sitio podría haber sido base de cazadores con una alta movilidad residencial; (2) en los niveles medios, desde el 7760? 80 AP (no cal.) Beta 77746, una estación de caza y reemplazo del equipo instrumental, con ocupación efímera del sitio y (3) en los niveles tardíos, hacia el 5380? 70 AP (no cal.) Beta 59927 [13], un sitio con reocupaciones periódicas, tal vez un "puesto".

En todos los niveles de ocupación se efectuaron asignaciones a *Lama vicugna* y *Lama guanicoe* a partir de características dentales de incisivos y valores osteométricos. La explotación de la fauna corresponde a taxones modernos [14], dentro de los cuales predominan los camélidos con más del 90% NISP.

Otro de los sectores ecológicos es el intermedio, que se ubica en altitudes entre 3550 y 3800 m.s.n.m., con predominio de unidades vegetacionales correspondientes a la subunidad prepuneña y puneña.

En el sector del río Punilla, a 20 km al norte de Antofagasta de la Sierra, en la quebrada lateral de Curuto, se localizaron diversos sitios con evidencias asimilables al Formativo regional. Uno de ellos es la Cueva Cacao 1 (CC1) ubicada a 3700 m.s.n.m. En él se han recuperado macrovestigios vegetales de cultívenos (maíz, quínoa, maní, calabaza, zapallo) y de especies silvestres (algarrobo, chañar, cebil?), restos faunísticos (vellones, huesos), manufacturas (hilados, cordeles), artefactos sobre materias primas alóctonas como un sonajero de calabaza (*Lagenaria* sp.) con una valva de Pelecípodo marino procedente del Pacífico, definido como posible ofrenda [15]. Al igual que el resto de sitios con arte rupestre del área, coincide con vegas y territorios aptos para la caza y recolección. Dicho arte es interpretado funcionalmente [16] como una marca territorial. Por otra parte inhumaciones y ofrendas coinciden con el arte rupestre y con las zonas de concentración de nutrientes.

Este sitio cuenta con una cronología entre 8000 y 5500 AP y 3390± 110 AP LP 507 sobre la base de representaciones rupestres; 2870 ± 40 AP UGA 9066 para el conjunto compuesto por un par de sandalias de cuero, el sonajero y dos trenzas de pelo humano y de 1240 ± 60 AP para su momento tardío.

## Materiales y Métodos

La muestra comparativa está conformada por 200 vellones, tomando en consideración en el caso de la llama la edad, el sexo, las regiones corporales, tipos de llamas ("peladas", "lanudas" e "intermedias") y diversos ambientes diferenciados por la oferta de recursos y distribución de áreas de pastaje (Susques, Timón Cruz y Río Grande en la Provincia de Jujuy). Para las formas silvestres, vicuña andina (Susques y Abra Pampa) y guanaco andino (Quebrada de Reyes) se conformó según la edad, el sexo y las regiones corporales [17].

La muestra de fibras arqueológicas está conformada por 122 muestras procedentes de todos los niveles de ocupación de QS3 y 72 muestras de los niveles 3, 1, estructura 1 y 2 y de la limpieza del huaqueo de CC1.

El trabajo consideró identificaciones taxonómicas basadas en el análisis de las siguientes variables:

- 1- Intrínsecas: diámetro total y diámetro medular (de fibra) en micras ( $\mu$ );
- 2- Extrínsecas: tipos de fibra (primarias: pelos, y secundarias: lanillas) y color;
- 3- Estructurales: médula de la fibra, distribución medular continua (C), discontinua interrumpida (D) y fragmentaria (F), Índice de Medulación (IM), Porcentaje de Medulación Total (PMT)

Los parámetros fueron medidos previamente en las 200 muestras de población actual y fueron tomados como base de comparación para el análisis de las fibras arqueológicas.

## Resultados

### *Quebrada Seca 3*

En la distribución general de grosores, correspondiente a las muestras de los niveles 2b19, 2b18, 2b16 y 2b14

(Precerámico Temprano), se observa un 82% de fibras delgadas (? 31?), el resto corresponden a medianas entre 31- 66 ? y no se registran pelos gruesos mayores de 66 ? . El análisis desagregado nos detalla para los niveles 2b19 y 2b14 tres muestras, con medias de 27, con un 60% de fibras acumulado en valores menores a 31 ? y un 40% entre 31 y 66 ? . No se observa en ellos el bimanto característico de las formas silvestres, conforman muestras muy homogéneas y poseen una morfología semejante al patrón “llama” (llamadas “tercer grupo” cuando aparecen sin otro indicador de domesticación). Para los niveles 2b18, 2b16 y 2b14 se analizaron siete muestras, asignadas a *Lama vicugna*, que presentan fibras delgadas y gruesas, estas últimas con valores absolutos entre 66 y 75 ? .

Si tomamos globalmente la distribución de grosor para las muestras de los niveles 2b13, 2b12, 2b11, 2b10, 2b7, 6/7 y 2b6 (Precerámico Medio) y la comparamos con la efectuada para los niveles inferiores se observa una disminución en los porcentajes de fibras menores a 31 ? , un aumento correspondiente a fibras medias y la presencia de grosores mayores a 66 micras, con valores absolutos con un rango superior muy elevado que supera las 135 ? , que corresponden a las muestras asignadas como guanaco. Se asignaron 36 muestras a *Lama vicugna*, 19 al “tercer grupo” y dos a *Lama guanicoe*, correspondiendo este último taxón al nivel 2b6 de la secuencia. En los niveles 2b12, 11, 10 y 9 aparecen patrones que concuerdan con Chinchillidae (*Lagidium Viscacia*). Los vellones se caracterizan por poseer el 100% de sus fibras muy delgadas con valores inferiores a las 25  $\mu$  y todas sus fibras tienen médula de aspecto muy brillante, en forma de U o barras interrumpidas con células de corteza.

La tendencia observada en los niveles intermedios se ve más definida en los superiores. Para el conjunto correspondiente a los niveles 2b5, 2b4, 2b2 (Precerámico Tardío) se observa un 75% de fibras delgadas, un 21% de medias y 3% de gruesas, con un incremento de fibras entre los intervalos 31 y 66  $\mu$  en relación a los niveles intermedios. Para estos niveles se asignaron 32 muestras a vicuña, que aportan las fibras delgadas y gruesas de valores bajos, 9 al “tercer grupo”, que aportan los porcentajes de fibras medianas y que individualmente para cada muestra aparece con 60% de fibras medianas versus 40% de fibras delgadas; finalmente 7 corresponden a guanaco, que aportan los valores más bajos para las fibras delgadas y los más altos para las frecuencias mayores de 66 ? .

Con relación a las características medulares, los muestras correspondientes al “tercer grupo” poseen las características medulares propias de la llama, en la cuales se observa un 80% de PMT y un IM bajo, de 0.1 a 0.5. La distribución es fragmentaria en las fibras delgadas y en las medianas, discontinua interrumpida en las delgadas, medianas y gruesas y continua en las medianas y gruesas. Las características medulares de las asignadas a vicuña concuerdan con el patrón comparativo. Tienen PMT bajos del 20%, con IM más altos que la llama de 0.3 a 0.5 y una distribución continua y discontinua interrumpida en las fibras más gruesas y fragmentaria o ausente en las más delgadas. Lo mismo ocurre para las muestras asignadas a guanaco, donde se observan PMT muy altos del 90%, IM alto de 0.1 a 0.8 y una distribución medular tipo continua que aparece en todo el rango de grosores, discontinua interrumpida en las delgadas y medianas y fragmentarias en las delgadas.

La variable color concuerda en todos los casos con las observadas en la muestra comparativa.

### *Cueva Cacao 1*

De las 20 muestras (vellones), tres forman parte de dos hisopos y un sonajero. Cinco presentan color rojo, seis negro, dos marrón, 1 gris, 1 azul, 1 blanco crema, 1 blanco, 1 tostado, 1 tostado claro y 1 amarillo. Las fibras de color rojo, azul y amarillo se encuentran teñidas, mientras que el resto de los colores son los naturales. El marrón, tostado, blanco y negro, en la versión uniforme o combinada, conforman el patrón de color para la especie domesticada. Las formas silvestres se diferencian por presentar color uniforme, bermejo en el caso del guanaco y tostado claro y/o canela en el caso de la vicuña. No solo estos colores son empleados como materia prima, sino también las fibras teñidas, situación que refleja el desarrollo de las prácticas ligadas a la producción textil, bajo procedimientos que involucran tanto las características biológicas como las estéticas. En el caso de los camélidos, la mayor variación en el color de los mantos con relación a los silvestres, resultan de la domesticación [18], siendo funcional tanto a la producción textil pastoril como al reconocimiento de los rebaños.

Resulta interesante en la muestra estudiada, la aparición de fibras negras en vellones, hilos y cordeles. Dransart [19] presenta la primera evidencia de vellones de este color para Tulán 85 y 54, y afirma que poseían rebaños domesticados de camélidos a juzgar por la rara pero significativa aparición de fibras negras, comentando que el melanismo no ocurre en las poblaciones de guanaco.

De los colores observados para *Lama glama* vemos que están presentes entonces el marrón, tostado, blanco y el negro y su presencia en este contexto pone en evidencia el control sobre la población. Sus fibras son seleccionadas para el hilado, la confección de cordeles y otros ítems, como se observa en los materiales recuperados.

El análisis posibilitó la identificación de *Lama glama* y un roedor, *Lagidium viscacia*. Asimismo se observan 4 muestras conformadas por pelo humano. Tres de estas últimas son de color negro y tienen un 20% de fibras con valores intermedios, entre 31 y 66 ? y un 80 % de fibras gruesas ? 66 ? muy meduladas y con valores absolutos que exceden

las 100 %, correspondiendo una de ellas al sonajero. Las otras dos muestras negras corresponden a llama y la discriminación por tipo de fibra revela el 60 % de fibras delgadas y el 40% de intermedias, con una media de 26. El cuarto vellón está conformado solo por fibras delgadas y forma parte del hisopo. Otro grupo de muestras de color blanco y blanco/ crema fue asignado a este taxón, y una de ellas corresponde también a un hisopo que presenta un 40% de fibras intermedias y un 60% de fibras delgadas ? 31 ? con valores altos y una media de 30. También fueron asignadas a esta taxa las dos muestras marrones, una de ellas con 40% de fibras delgadas y 60% de intermedias, la otra con proporciones inversas y medias de 27 y 29 respectivamente. El vellón tostado posee las mismas características. Finalmente, la muestra gris corresponde a roedor y presenta el 100% de sus fibras ? 31 ?, con valores que no superan las 10.7 ?.

Las características medulares concuerdan con las observadas en las muestras comparativas.

Una observación de interés surge finalmente para los vellones identificados como llama. En esta especie doméstica los pelos y lanillas están presentes con diferentes valores y proporciones. Si los comparamos con las especies silvestres, vemos que en éstos, el doble manto está muy marcado y las distancias entre ambos tipos de fibras se acentúan. Por otra parte, según la discriminación por tipo de vellón: capa doble, intermedia y simple [20], la que presenta valores absolutos y porcentajes de pelos más altos es la llama “peluda” (doble capa), decaen en el tipo “intermedio”, siendo casi ausentes en la “lanuda” (capa simple). En ésta última se observan los valores menores para lanillas y fibras medias, siendo estos vellones los más homogéneos y de mejor calidad lanera [21].

Si comparamos los vellones aquí analizados, vemos que los mismos están compuestos por fibras delgadas y medias, no se observan pelos gruesos, presentan desvíos estándar bajos que indican una distribución de grosor muy homogénea y poseen medias bajas de 23 a 28. Estas características entonces no parecen responder a las asignadas para la llama intermedia y “peluda”, sino que se asemejan a las ofrecidas para las “lanudas”.

De las 11 muestras (hilos) compuestas por fibras torsionadas, 3 se hallan teñidas de rojo y azul, el resto presentan el color natural de los vellones de origen: dos negros, tres marrones y uno blanco, correspondiendo los mismos a la especie llama. Dos vellones tostados claro se identifican como vicuña. En este grupo uno de ellos está compuesto por fibras delgadas y pelos, con bimanto acentuado, otro solo por lanillas.

Los hilos tienen las mismas características de grosor, médula y color que los vellones antes descriptos. Salvo el hilo rojo que presenta una media menor que los vellones rojos, situación que se explica por la selección de las lanillas para su elaboración, hecho que no se observa en el resto de los hilados.

En la muestra se observan cordeles de hilado simple, moliné, que presentan cabos formados por hilos al menos dos colores o elementos diferentes, y “mishmidos”, producto de hilados muy sueltos y de mayor grosor realizados con “palo de hilar” [22].

De las 42 muestras (cordeles) analizados once son de color tostado, dos rojos, ocho tostado claro, cinco blanco/ crema, tres blanco, dos marrón claro, cuatro marrones, tres marrón oscuro y cuatro negros que están compuestos por dos cabos torsionados. Los cordeles asignados como llama tienen las mismas características de grosor, médula y color que los vellones e hilos antes descriptos. Solamente se observan diferencias en dos casos marrón oscuro en los cuales se han utilizado las fibras intermedias con semejantes valores absolutos que en los vellones, resultando su media más elevada. Asimismo dos de los seis cordeles blancos están confeccionados con lanillas. Algunos de los cordeles negros están confeccionados con pelo humano, también presentes en las fibras e hilos. Uno de ellos está compuesto por pelos humanos y fibras de llama de color marrón claro y otros dos combinan el blanco con el marrón y crema con marrón respectivamente. En el conjunto de cordeles más sueltos y de mayor grosor se encuentran no sólo los elaborados con fibras de color natural (blanco), sino los teñidos de rojo. No se observa en la muestra estudiada manufacturas elaboradas a partir de los vellones e hilos azules. La mayoría de los cordeles asignados a vicuña están realizados con el tipo de hilado descrito como lanillas y uno con el tipo compuesto por lanillas y pelos. O sea que mantienen también los mismos parámetros que los vellones de origen. El único caso aparentemente discordante se da entre el vellón asignado a roedor de color gris vs. dos cordeles de color tostado con iguales distribuciones de grosor y tipo de médula, pero diferente color. Pero esta situación es previsible, ya que en la vizcacha ambos colores se hallan presentes.

## Discusión

En QS3 las determinaciones vía fibras concuerdan con el análisis osteométrico y dentario [23]: 1- en las asignaciones de *Lama vicugna* para niveles inferiores, intermedios y superiores; 2- en las de *Lama guanicoe* en los niveles intermedios y superiores y 3- en las asignaciones de *Lagidium*. Si consideramos solamente los indicadores osteométricos, el patrón silvestre es constante. Por el contrario, si consideramos la morfología de los vellones observamos que se ha generado una variación, cuya evidencia aparece con el "tercer grupo" en las fases tempranas de la secuencia.

Para el sector norte de la puna este morfotipo también aparece en la capa 2 de Inca Cueva Cueva 4 y en la capa E3 de Huachichocana III conjuntamente con las dos variantes silvestres. En todos los casos este grupo no sólo se mantiene sino que aumenta su aporte de fibras medias a los conjuntos, con una tendencia predominante hacia momentos más tardíos en todas las secuencias. Este proceso se registra en la Quebrada de Inca Cueva en los sitios Inca Cueva Cueva 4, con un incremento en la capa 1a en relación a la capa 2 [24]. Para ICC7 no tenemos registro de variación en las fibras pero sí se detecta una capa de guano que remite a nuevas relaciones (cautividad en pequeña escala) establecidas con el recurso animal.

A partir de la caracterización del sistema de Quebrada Seca [25] se plantea el problema preguntando si la ausencia de indicadores diagnósticos líticos de los niveles superiores de Quebrada Seca 3, Real Grande 5 y Quebrada Seca 7 tiene que ver con un cambio en la función y subsistema de asentamiento. Por lo que los niveles superiores del sitio podrían ya no ser residencia de cazadores sino un puesto de control alternativo dentro de una economía con pastoreo integrado a las estrategias de subsistencia. En el mismo sentido se ofrece la hipótesis de funcionalidad para Real Grande 1 como “puesto” (puesto de caza/ pastoreo de altura) a partir de material lítico y arqueofaunístico. Sería factible, por tanto, pensar en alguna práctica sobre la población local de camélidos dentro de la estructura adaptativa establecida, que permita la acumulación de las variaciones observadas en la distribución de grosores/ médula de fibra, color y composición de los vellones.

Asimismo Pintar [26] comenta para el Holoceno Tardío una posible reducción del riesgo en la obtención del alimento, situación que ocurriría durante el cambio climático del final del Hipsitermal y la presencia de rebaños domesticados. Si tomamos al vellón como indicador, las variaciones morfológicas tempranas corresponderían a los primeros pasos de este proceso que surge en un contexto de caza y recolección, en el cual la reducción de la movilidad de las bandas puede considerarse una condición necesaria para controlar y reproducir el nuevo fenotipo.

Para este momento temprano se detectan muestras de fibras diferenciadas a las asignadas a las formas silvestres por su manto. Son semejantes a las obtenidas como material comparativo procedentes del tipo de llama “intermedia”, productora de carne y lana. Esta característica puede ser útil para sopesar el beneficio potencial que ofrece la nueva variedad. Sobre este punto, estudios realizados por Mengoni [27] en base a la utilidad económica de partes anatómicas de la llama y guanaco, conectan la eficiencia de carne disponible en la llama como un aspecto relevante atado al proceso domesticatorio. Por otra parte, la especie domesticada tiene un perfil productivo generalizado, apta para diversas utilidades. No solo la producción de alimentos es central en las economías pastoriles sino la producción de otros ítems. Caracterización que da pie para considerar también a la producción secundaria de fibras para manufacturas, como de vital importancia para los comienzos de la “domesticación efectiva”.

Este desarrollo evolutivo culmina en el área conformando en contextos más tardíos un sistema productivo en base al pastoreo de la especie *Lama glama*, con componente agrícola. Cacao 1 forma parte de ese sistema mixto y participaría en un sistema en el cual el objetivo productivo, tomando en cuenta el segmento pastoril, incorpora la producción de animales de mejor calidad lanera si consideramos los parámetros observados en las fibras. Podría ser resultado de la intensificación de la producción a partir de un manejo tecnológico que quizás esté dando preeminencia al componente ganadero para este momento, invirtiendo la ecuación carne- fibra por fibra- carne.

En este sitio se recuperaron evidencias de tres etapas del proceso de manufactura textil: selección de la materia prima, hilado y manufactura (elaboración de cordeles e hisopos). En diversos contextos actuales y arqueológicos del NOA se ha observado una relación entre el tipo de vellón seleccionado, las fibras presentes y el tipo de manufactura [28]. Por lo cual era esperable, también en este contexto, una específica selección de fibras para el tipo de producciones textiles presentes. Sin embargo, con relación a las manufacturas elaboradas con llama, se observa una selección de las fibras ? 31 ? (lanillas) y de las fibras intermedias entre 31 y 66 ?, en proporciones semejantes a las presentes en los vellones. Se observa un número no significativo de casos en los cuales la selección parece recaer en las fibras intermedias en las muestras marrones y en las lanillas en algunas fibras teñidas. En su conjunto y como consecuencia de las características mencionadas para los vellones de llama asignados, se observa que la manufactura de estos cordeles no está precedida por una específica selección de fibras, sino que la misma recae en las fibras presentes en este tipo de manto. De esta manera se explica la semejanza en la distribución de grosor para vellones, hilos y cordeles. Esta situación se ha registrado también en cordeles y textiles de la capa C de Huachichocana Cueva III. En Cacao 1, por tanto, los procedimientos de cina y/ o desmote (eliminación de fibras gruesas) no se verifican como en otros sitios del NOA en los cuales la distribución de grosor para los ítem mencionados no es homóloga.

Con relación a los colores, se observa el empleo de los vellones naturales y de los teñidos, presentes tanto en hilados y cordeles. La producción de cordeles teñidos tiene un registro temprano en el área, pero en este caso la diversidad detectada podría estar evidenciando nuevos elementos como pompones, pecheras, bolsas adornadas entre otros, asociados a prácticas ligadas al pastoralismo (marcado de animales, prácticas sacralizadas y/o festivas). Algunos elementos aquí presentes podrían haber participado de estos conjuntos. Con relación al destino se observan diversas clases de manufacturas como los hisopos, que quedan fuera de un uso ligado al consumo estrictamente doméstico. Por

otra parte la existencia de cordeles de diferentes tonalidades, tensiones y morfologías sugieren usos diferenciados para los mismos.

Dos aspectos reflejan, entonces, el desarrollo ganadero en este contexto, por un lado el mantenimiento de una población de camélidos que provee lana de buena calidad que en su estado natural y/ o teñida ofrece un amplio abanico de colores y la producción de manufacturas con destino de uso diversificado.

Este cambio en la estrategia de pastoreo es sugerida a partir de otras líneas de evidencia, por ejemplo las variaciones detectadas en los perfiles etarios de los pastores tempranos con relación a las ocupaciones posteriores [29]. Asimismo se menciona una complejización en el patrón de asentamiento, caracterizado por sitios urbanos y sectores de producción agrícola. No obstante, el desarrollo de una estrategia extensiva para este tipo de producción no oscurece el lugar que ocupa el pastoreo en esta sociedad, más aún no se descarta que la agricultura tuviera en gran medida intensiones forrajeras [30].

Se observa en todo caso, a partir de ambos componentes, una intensificación de la economía en su conjunto, con cambios cualitativos en el aparato productivo hacia los 1000 años AP y continuidad de actividades como la caza, tendencia que continúa hasta momentos históricos.

## Conclusiones

Según las evidencias disponibles en el área se observa un proceso de complejización social y económica que se resume para sus aspectos económicos como un avance en la intensificación de la economía, caracterizada por la diversificación productiva ganadera- agrícola, con una complejización en el componente pastoril que se ve reflejado en la producción de camélidos domésticos especializados en la producción de lana.

Algunos de los elementos presentes en Cacao 1, pueden definirse como resultado del desarrollo que comienza en QS3, a partir de un proceso de domesticación de camélidos cuyo target productivo para los comienzos del pastoralismo es la llama generalizada. Los datos aquí presentados reflejan solo uno de los aspectos puestos en juego para establecer los cambios observados en el desarrollo regional.

## Agradecimientos

A Carlos Aschero y Daniel Olivera por proporcionarme las muestras de fibras para su estudio y al INAPL e INBIAL por el acceso a sus laboratorios.

## Bibliografía

1. Aschero, C., D.; Elkin y E. Pintar 1991. Aprovechamiento de recursos faunísticos y producción lítica en el Precearámico Tardío. Un caso de estudio: Quebrada Seca 3 (Puna Meridional Argentina). *Actas del XI Congreso Nacional de Arqueología Chilena*, Vol. 2: 101-114. Santiago de Chile.
2. Pintar, E. L. 1996. *Prehistoric Holocene Adaptations to the SALT Puna of Northwest Argentina*. PhD Dissertation. Southern Methodist University. Dallas.
3. Olivera, D. y D. C. Elkin 1994. De cazadores y pastores: el proceso de domesticación de camélidos en la Puna Meridional Argentina. En: (eds) GZC. *Zooarqueología de Camélidos* 1: 95- 124.
4. Olivera, D. y S. Vigliani 2000- 2002. Proceso cultural, uso del espacio y producción agrícola en la puna meridional argentina. *Cuadernos del Instituto de Antropología y Pensamiento Latinoamericano* 19: 459- 481.
5. Pintar, E. L. 1996. *Prehistoric Holocene Adaptations to the SALT Puna of Northwest Argentina*. PhD Dissertation. Southern Methodist University. Dallas.
6. Hocsman, S. 2002. ¿Cazadores- recolectores complejos en la puna Meridional Argentina? Entrelazando evidencias del registro arqueológico de la microregión de Antofagasta de la Sierra (Catamarca). *Relaciones de la Sociedad Argentina de Antropología XXVII*: 193- 214.
7. Reigadas, M. C. 2006. Análisis de fibras animales para la definición de su status en el proceso de intensificación en la relación hombre- recurso animal: caso Quebrada Seca 3. *Revista Cazadores- Recolectores del Cono Sur. N° 1*. En prensa.
8. Mengoni, G. L. y H. D. Yacobaccio 2006. *The domestication of South American Camelids. A view from the South-Central Andes*. In Documenting Domestication. Zeder, M. A., Bradley, D., Emshwiller, Eve. and Smith, D. (eds.), pp. 228- 240. University of California Press. Berkeley. Los Ángeles. London.

9. Olivera, D. y S. Vigliani 2000- 2002. Proceso cultural, uso del espacio y producción agrícola en la puna meridional argentina. *Cuadernos del Instituto de Antropología y Pensamiento Latinoamericano* 19: 459- 481.  
1997. La importancia del recurso Camelidae en la Puna de Atacama entre los 10000 y 500 años AP. En: *Estudios Atacameños* 14.
10. Yacobaccio, H. 2001 La domesticación de camélidos en el noroeste argentino. *Historia Argentina Prehispánica*. Eds. E. Berberían y A. Nielsen. 7- 40.
11. Olivera, D. 1992. (ms) Tecnología y Estrategias de Adaptación en el Formativo (Agroalfarero Temprano) de la Puna Meridional Argentina. Un caso de estudio: Antofagasta de la Sierra (Catamarca, RA). Tesis para optar al grado de Doctor en ciencias Naturales, UNLP.
12. Hocsmán, S. 2002. ¿Cazadores- recolectores complejos en la puna Meridional Argentina? Entrelazando evidencias del registro arqueológico de la microregión de Antofagasta de la Sierra (Catamarca). *Relaciones de la Sociedad Argentina de Antropología XXVII*: 193- 214.
13. Aschero, C.; Manzi, L. y Gómez, G. 1993- 94. Producción lítica y uso del espacio en el nivel 2b4 de Quebrada Seca 3. *Relaciones de la Sociedad Argentina de Antropología XIX*: 191-214.
14. Elkin, D. 1996. Arqueozoología de Quebrada Seca 3: Indicadores de subsistencia humana temprana en la Puna Meridional argentina. PhD dissertation, Facultad de Filosofía y Letras, UBA, Buenos Aires.
15. Olivera, D. E., Vidal, S, y L. G. Grana 2001. Cueva Cacao 1A: Espacio y ritual en la Puna Meridional hacia los 3000 años A.P. *Actas del XIV Congreso Nacional de Arqueología Argentina*, Rosario.
16. Aschero, C. 1999. El arte rupestre del desierto puneño y el noroeste argentino. Arte Rupestre en los Andes de Capricornio: 97- 135. Santiago de Chile, Museo precolombino de Arte Precolombino.
17. Reigadas, M. C. 2001. Variabilidad y cambio cultural en el NOA desde los comienzos de la domesticación animal hasta la consolidación de las adaptaciones pastoriles. Tesis Doctoral. Facultad de Filosofía y Letras. Universidad de Buenos Aires.
18. Lauvergne, J. J. 1982. Genética en poblaciones animales después de la domesticación: consecuencias para la conservación de las razas. Proc. "2nd World Congreso. Genet. Appl. Liv. Prod., 6: 77- 87.
19. Dransart, P. (1991) Llamas, herders and the exploitation of raw materials in the Atacama desert. En: *World Archaeology* 22.
20. Frank, E. , M.H.V. Hick, M. Pesarini, P.M.L. Hick, C.I. Capelli & M.R. Ahumada, 1999. Classification of fibres of different type of fleeces in Argentine llamas. In: Gerken, M.; Renieri, C. & Bramsmann, S. (Eds.). 3<sup>rd</sup> European Symposium on South American Camelids and SUPREME European Seminar.
21. Reigadas, M. C. 1994. Caracterización de tipos de camélidos domésticos actuales para el estudio de fibras arqueológicas en tiempos de transición y consolidación de la domesticación animal. (eds.) GZC. *Zoarqueología de Camélidos* 1: 125- 155.
22. Reigadas, M. C. 1996 El beneficio de la lana. En XXV Aniversario Museo Arqueológico Dr. E. Casanova. ITT. Facultad de Filosofía y Letras. Universidad de Buenos Aires. Buenos Aires.
23. Olivera, D. y D. Elkin 1994. De cazadores y pastores: el proceso de domesticación de Camélidos en la Puna Meridional Argentina. (eds.) GZC. *Zoarqueología de Camélidos* 1: 95- 124.
24. Reigadas, M. C. 1992. La punta del ovillo: determinación de domesticación y pastoreo a partir del análisis microscópico de fibras y folículos pilosos de camélidos. Rev. Sección Prehistoria. ICA. *Arqueología* 2: 9-52.
25. Aschero, C., D.; Elkin y E. Pintar 1991. Aprovechamiento de recursos faunísticos y producción lítica en el Precerámico Tardío. Un caso de estudio: Quebrada Seca 3 (Puna Meridional Argentina). *Actas del XI Congreso Nacional de Arqueología Chilena*, Vol. 2: 101-114. Santiago de Chile.
26. Pintar, E. L. 1996. *Prehistoric Holocene Adaptations to the SALT Puna of Northwest Argentina*. PhD Dissertation. Southern Methodist University. Dallas.
27. Mengoni, G. (1996) La domesticación de los camélidos sudamericanos y su anatomía económica. *Zoarqueología de Camélidos*. (eds.) GZC. *Zoarqueología de Camélidos* 2: 33- 46.
28. Reigadas, M. C. 2000 Innovación tecnológica como factor de cambio en las estrategias económicas. La domesticación animal. *Cuadernos del Instituto Nacional de Antropología y Pensamiento Latinoamericano* 19: 573- 598. Buenos Aires.
29. Madero 1993 Explotación faunística, tafonomía y economía en la Quebrada de Humahuaca antes y después de los Yupanki. En: *Inka: Arqueología, Historia y Urbanismo del Altiplano Andino* (R. A. Raffino, comp.): 145- 168. Ed. Corregidor. Buenos Aires.
30. Olivera, D. 1997. La importancia del recurso Camelidae en la Puna de Atacama entre los 10000 y 500 años AP. En: *Estudios Atacameños* 14.

## AVANCES EN EL ESTUDIO DEL RECURSO CAMELIDAE: SITIO PUNTA DE LA PEÑA 4, ANTOFAGASTA DE LA SIERRA, PROVINCIA DE CATAMARCA

Urquiza Silvana V.\*, Aschero Carlos A.\*

\* CONICET - Instituto de Arqueología y Museo, Facultad de Ciencias Naturales e Inst. Miguel Lillo -U.N.T.  
San Martín 1550- San Miguel de Tucumán (4000)  
[silvanaurquiza@yahoo.com.ar](mailto:silvanaurquiza@yahoo.com.ar)

### Abstract

With the purpose of reconstruct the evolution of agropastoral economies in the puna (1200 to 400 AP) we analyzed the archeofaunistic registry, specifically the camelidae resource. Located in the basin of Antofagasta of the mountain range at 3543 msnm, the site Punta de la Peña 4 studied by Aschero since 1992, is en eaves with rock art end stratified archeological vestiges displayin unceramics and ceramics levels. Radiocarbons dated on coal and straw for layers 1 to 4, showed for 1, 990±40AP (UGA 9260-M47/94); 2, 540±40 AP (UGA9263); 3, 470±50 AP(UGA 9265); 4, 460±70 AP, §1432 y 1623 AD, §§1403 y1650 AD(LP 869). The sample was examined taxonomic, anatomically and tafonomically. Later on the parameters PAR and IAR were considered, which quantified the degree of effectiveness in the handling of the camelidae resources by the ancients settlers of the place. It has been observed a greater proportion of hunting prey (*Vicugna vicugna*) over the domestic animals (*Lama glama*), mainly like remainders of processing tasks. We considered that the camelidae resource, in its wild and domestic variety, has been inestimable as much for the proteinic contribution as for the elaboration of thecnofactory in the agricultural-pastoral communities of Antofagasta de la Sierra. Reason why it would be probable that the eaves have worked as residential bases with different events of deposition related to daily activities.

Key words: agropastoril- archeofauna- camelidae.

### Introducción

Se presentan los resultados preliminares del análisis de las muestras arqueofaunísticas, específicamente del recurso *camelidae*, con el fin de reconstruir el cambio de las economías agropastoriles en la puna meridional.

El conjunto arqueofaunístico corresponde a las capas superiores del sitio Punta de la Peña 4 (PP4), Provincia de Catamarca, ubicado en un lapso temporal entre el 1200 al 400 AP [1], época para la cual se vislumbran cambios profundos en las sociedades de la puna meridional y valles mesotermales, pudiendo esto verse reflejado en las estrategias de subsistencia como la caza y el pastoreo.

Nos interesa comprender la dinámica sociocultural, especialmente en lo referido a las actividades de subsistencia mantenidas por los habitantes del sitio PP4. Por esto, creemos que el análisis de los recursos arqueofaunísticos es una línea de investigación importante para comprender el manejo humano del recurso animal a través del tiempo, en términos de movilidad, dependencia tecnoeconómica y expresión simbólica.

Punta de la Peña 4 (PP4) se trata de un alero ubicado en la inmediata proximidad de un poblado o caserío prehispánico a cielo abierto (Punta de la Peña 3), cuyos componentes cerámicos lo ubicarían en el Período Desarrollos Regionales. En tal sentido, las evidencias arqueológicas del alero PP4 sindicarían un sitio de actividades múltiples, constituyendo un asentamiento de características diferentes a las estructuras habitacionales de PP3. Bajo cualquiera de estas dos perspectivas conocer la función del sitio PP4 resulta muy importante para diferenciar las actividades socio-económicas de las poblaciones en espacio-tiempo. Se incluyen dentro de los análisis de los restos arqueofaunísticos nuevos parámetros estadísticos que permiten cuantificar el grado de efectividad en el manejo de estos recursos por el hombre (IAR y PAR) [2]. Para los habitantes de la cuenca de Antofagasta de la Sierra, Olivera propone un modelo basado en una economía mixta, de subsistencia agrícola con énfasis en el pastoreo de camélidos (*Lama glama*), complementada con estrategias de recolección y caza de animales silvestres (*Lama vicugna*; *Lama guanicoe*) [3].

La expectativa en nuestro estudio no sólo se fundamenta en que esta subsistencia mixta podría haberse mantenido hasta épocas muy tardías sino que también las actividades de caza podrían constituir una cierta especialización dentro del sistema/proceso de trabajo existente en el Periodo Tardío (caza como especialización y como

contribución a la dieta global). Creemos que una comprensión acabada de las características del manejo del espacio sólo puede surgir del análisis integrado y orgánico de todas las partes que lo conforman.

En este contexto amplio de investigación, el estudio y análisis del material arqueofaunístico intrasitio adquiere relevancia al posibilitar el ajuste de las interpretaciones acerca de las características del funcionamiento y grado de complejidad de los asentamientos.

## Material y Métodos

### El área de estudio

En el extremo meridional de la Puna Argentina, como continuación austral de Altiplano peruano-boliviano, al norte de la provincia de Catamarca se ubica el departamento Antofagasta de la Sierra.

La cuenca de Antofagasta de la Sierra está dominada por los ríos Punilla y Las Pitas, caracterizada por una gran radiación solar, marcada aridez, frío seco, con una gran amplitud térmica diaria y alta estacionalidad con precipitaciones estivales.

El sitio Punta de la Peña 4 estudiado por Aschero desde 1992 se localiza a 3543 msnm, en el sector intermedio de la cuenca, es particularmente apto para el manejo pastoril y para actividades de caza [4]. Se encuentra sobre la margen izquierda del río Las Pitas, en una zona favorable para la circulación, con mediana/alta visibilidad.

Sobre el borde de un farallón de ignimbritas se abre el alero de 15,75 m de boca, ofreciendo un reparo de 93 m<sup>2</sup>, con grabados sobre su pared posterior. El techo del mismo forma el piso de otro alero más pequeño (PP4-A) presentando grabados y pinturas.

### Metodología

Los restos óseos faunísticos provienen de las excavaciones realizadas en el 10% del área cubierta por el alero, se efectuó su identificación anatómica, taxonómica y por edad mediante comparación con la colección de referencia, paralelamente fueron examinados tafonómicamente. A nivel macroscópico se realizaron observaciones sobre la presencia de marcas, huellas y fracturas en relación a la acción de predadores de origen humano y no antrópicas.

Consecutivamente se introduce en este trabajo una innovación en lo referido a la utilización de parámetros estadísticos para la cuantificación de los restos arqueofaunísticos:

El Porcentaje de Aprovechamiento de los Recursos (PAR): porcentaje de cada parte o fragmento esquelético que presenta algún tipo de marca de acción humana [5]. Es la razón entre el número de fragmentos con marcas antrópicas y el número de restos expresado en proporción.

$$\text{P.A.R.} = \left( \frac{\text{N}^\circ \text{ fragmentos con marcas antrópicas}}{\text{NR}} \right) \times 100\%$$

NR

Índice de Aprovechamiento de Recursos (IAR): es la razón existente entre el número de fragmentos o partes esqueléticas y el número de éstas que registran algún tipo de marca de acción humana [6].

$$\text{I.A.R.} = \frac{\text{NR}}{\text{N}^\circ \text{ fragmentos con marcas antrópicas}}$$

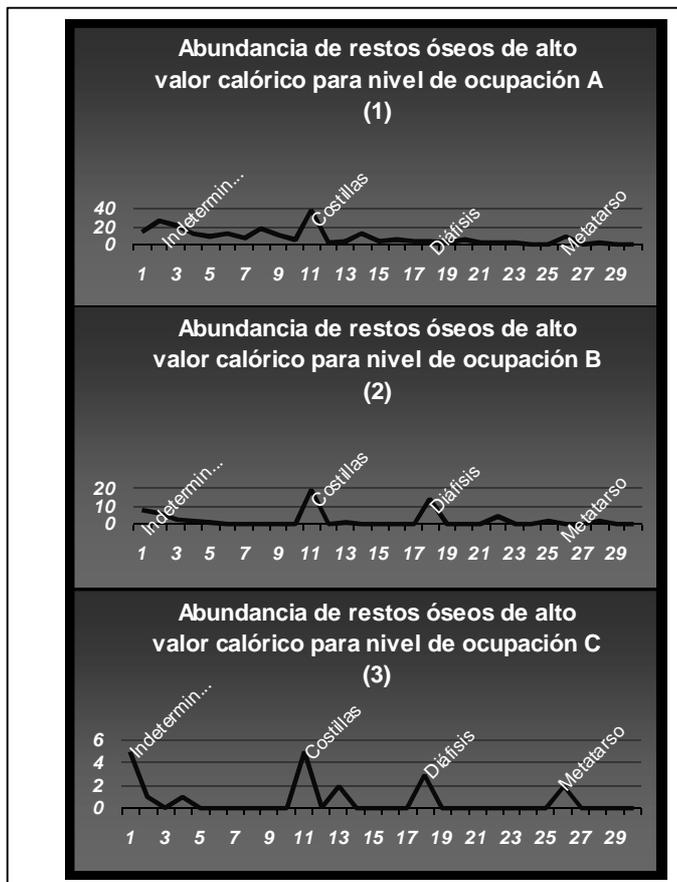
Nº fragmentos con marcas antrópicas

Al igual que el PAR es un parámetro expeditivo y claro, ya que ubica dentro de un rango matemático el grado de utilización de los recursos faunísticos disponibles.

## Resultados

El total de la muestra se distribuye de la siguiente manera: 93,88% *Lama sp* (NISP: 6) de los cuales se identificaron como *Lama glama* 53.46% y *Lama vicugna* 40.42 % y un 5 % de especímenes indeterminados. El resto de la muestra comprende: 3.19% Aves; 2.13% Roedores y Quirquinchos 0.8 %.





#### Estado de la muestra

El grado de fragmentación de la muestra analizada va aumentando hacia los niveles inferiores. En superficie los huesos presentan manchas de grasa, precipitación mineral de sulfuros, marcas de roedores, de carnívoros, fracturas por pisoteo y marcas de alteración térmica. Se observan también en la mayoría de las muestras restos de tejidos cartilaginosos, pelos, cueros y pezuñas y algunas partes de los miembros de artiodáctilos con alto grado de articulación sobre los que se harán trabajos tafonómicos posteriores. En todos los niveles encontramos restos de *Lama sp* presentando marcas antrópicas. Se observan golpes con un instrumento pesado e incisiones finas, de largo variable, producidas por un instrumento filoso. No encontramos fragmentos donde se observe el uso artesanal del material óseo.

#### Discusión

Es importante comprender que los diferentes parámetros utilizados en el análisis de los restos arqueofaunísticos responden específicamente a la tarea de brindar una aproximación al entendimiento de las economías Agropastoriles en la Puna Salada durante períodos tardíos. En este sentido las ideas aportadas por el resto de los estudios realizados en la zona son una base firme y coherente para los resultados arrojados por este trabajo.

Los vestigios correspondientes a ocupaciones tardías en Antofagasta se distribuyen por todos los sectores de la cuenca. Algunos sitios importantes en virtud de su ubicación y relación temporal con el alero PP4 en cuestión son el sitio Punta de la Peña 2, que presenta características interesantes del tipo arquitectónico que permiten interpretar estructuras funerarias y posibles corrales [8] y el sitio Punta de la Peña 9 [9] cuyas evidencias arqueológicas rescatadas permiten inferir que se trataría de un sistema doméstico del período formativo reutilizado para finalidades pastoriles. Esta secuencia sería largamente contemporánea con los corrales detectados en PP4, aunque las distintas hipótesis que confluyen en este aspecto no presentan un sustento del todo terminante. El sitio Punta de la Peña 3 es un poblado a cielo abierto cuyos componentes cerámicos lo ubicarían en el Período Desarrollos Regionales. En tal sentido, las evidencias arqueológicas del alero PP4 estarían indicando un sitio de actividades múltiples, constituyendo un asentamiento de características diferentes a las estructuras habitacionales de PP3. Bajo cualquiera de estas dos perspectivas conocer la función del sitio PP4 resulta muy importante para diferenciar las actividades socio-económicas de las poblaciones en espacio-tiempo.

Una de las situaciones interesantes cuando se contempla la sucesión cronológica de las tres secuencias de ocupación es que, si bien el número de animales faenados aumenta progresivamente desde la capa inferior (III), lo que estaría indicando posiblemente un mayor manejo del sitio, el nivel de procesamiento del recurso faunístico se mantiene constante, índice de una importante sistematización de las tareas intra-sitio.

La cantidad de material rescatado para el procesamiento de fibras (cordeles y agujas), implicaría la búsqueda persistente de un mejor aprovechamiento de los recursos disponibles. Este grado de eficacia presupone un sistema social complejo, con una estratificación basada fundamentalmente en las tareas de subsistencia del grupo. No tenemos por esto que interpretar una dinámica social que responde a una conducta de causa-efecto, sin tener en cuenta el factor ritual, que siempre opera en sintonía con procesos de los que no siempre pueden quedar vestigios. En relación con el emplazamiento de PP4, al igual que los otros sitios de similares características, está en una posición próxima a la pampa, que permitiría un acceso rápido al manejo de rebaños.

El sitio PP4 representa una herramienta que permite la interacción justa entre las evidencias de tareas de procesamiento de materiales faunísticos secundarios y los elementos correspondientes a consumo primario. Debe

considerarse la posibilidad de que se trata de un asentamiento cuyo emplazamiento posibilita un control estratégico de la zona y un manejo altamente satisfactorio de sus recursos naturales.

## Conclusiones

Consideramos que el recurso Camelidae, en su variedad silvestre y doméstica, ha sido inestimable tanto para el aporte proteínico como para la elaboración de tecnofacturas en las comunidades agrícolas-pastoriles de Antofagasta de la Sierra. Por lo que sería probable que el alero haya funcionado como base residencial con distintos eventos de depositación relacionados con actividades cotidianas

Para los niveles analizados se encuentra una mayor proporción de presas de caza (*Vicugna vicugna*) sobre los animales domésticos (*Lama glama*), acompañadas de registros de las tareas de procesamiento de estos recursos.

La caza se habría desarrollado fuera del alero y las presas serían transportadas para su procesamiento primario y secundario hacia el sitio.

En los sitios cercanos a cielo abierto, como PP 9 tenemos una reutilización de viviendas del formativo, que luego han sido aprovechadas como corrales hacia el 1200 d.C.; los corrales de PP4 serían contemporáneos a la agricultura de PP9, y se evitaría que las llamas se alimenten de las chacras de PP9[10].

La gran cantidad de materiales líticos observados en las tres ocupaciones indicaría que se trata de un sitio vivienda en el que se recambiarían las puntas de proyectil y de alta complejidad y sistematización para la faena. Es altamente probable, debido a los materiales y estructura de combustión encontrados en contexto que el alero en cuestión se trate de una base residencial con diferentes eventos de depositación relacionados con las actividades diarias, lo que implica que los materiales de descarte de mayor tamaño serían trasladados a basureros; corroboraría esto la cercanía de un depósito de este tipo ubicado en el sitio pero sobre el área no techada.

La presencia de neonatos de pocos meses de edad del grupo camelidae, permite suponer la ocupación del sitio durante el verano; sin embargo otros datos del contexto del sitio, además de las evidencias etnoarqueológicas sugieren una ocupación durante el año completo.

La introducción de nuevos parámetros estadísticos para la interpretación de estos registros como son PAR e IAR permitieron ampliamente corroborar que ha sido altamente eficaz la organización interna del sitio en lo que respecta al procesamiento de los recursos faunísticos.

Finalmente, el sitio PP4 brinda una alta frecuencia de restos arqueofaunísticos dentro de la muestra total de vestigios, resultante de las actividades de procesamiento primario, secundario, conservación, consumo y descarte, con un alto índice de utilidad en conjunto con una alta proporción de animales silvestres.

Las economías agropastoriles no implican el abandono absoluto de otras estrategias como la caza. Es indudable que el recurso *Camelidae* ha constituido por sus características físicas el principal motor de sustento para los habitantes del alero Punta de la Peña 4, no solo como aporte proteínico sino también para la confección de artefactos.

## Bibliografía

- [1] Los fechados radiocarbónicos sobre carbón y paja para las capas I a IV arrojaron para I,  $990 \pm 40$  AP (UGA 9260-M47/94); II,  $540 \pm 40$  AP (UGA9263); III,  $470 \pm 50$  AP (UGA 9265); IV,  $460 \pm 70$  AP, §1432 y 1623 AD, §§1403 y 1650 AD(LP 869).
- [2, 5, 6] Urquiza, S. V. 2005. *Recurso Camelidae en el Alero Punta de la Peña 4, Puna Meridional (Provincia De Catamarca)*. Facultad de Ciencias Naturales e IML. Universidad Nacional de Tucumán. M.S.
- [3] Olivera, D. 1992. *Tecnología y estrategias de adaptación en el Formativo (Agroalfarero Temprano) de la Puna Meridional Argentina. Un caso de estudio: Antofagasta de la Sierra (Prov. de Catamarca, R.A.)* Tesis de Doctorado, UNLP, Buenos Aires (MS).
- [4] Aschero, C.A. 1996-98. *Arte y Arqueología: una visión desde la Puna Argentina*. Chungara Vol 28 N° 1 y 2. Universidad de Tarapacá, Arica, Chile.
- [7] Determinado por el Dr. Pablo Ortiz, Facultad Ciencias Naturales e IML, UNT.
- [8] Olivera, D. 1997. *La importancia del recurso camelidae en la Puna de Atacama entre los 1000 y 500 años AP*. Estudios Atacameños N° 14:29-41
- [9] López Campeny, M.S.L. 2003. *Organización de actividades y estructura de los espacios domésticos de residencia en sitios formativos, Antofagasta de la Sierra, Catamarca (2500-1500 años AP)*. Facultad de Ciencias Naturales e IML. Universidad Nacional de Tucumán. M.S.
- [10] Com. pers. Aschero 2004.

## EL USO DE CAMÉLIDOS EN LA QUEBRADA DE HUMAHUACA (1100 DC)

Yacobaccio Hugo D., Catá María Paz

Universidad de Buenos Aires y CONICET

### Abstract

The goal of this paper is to analyse the camelid use by the ancient inhabitants of the Quebrada de Humahuaca around AD 1100. The data for this study was recovered from three sites: Banda de perchel, Sarahuaico, and Til 22. The results of this archaeozoological analysis have confirmed the use of both wild, and domesticated camelids, and the existence of different breeds of llama.

Key words: camelid use – pastoralism – prehistoric economy

### Introducción

La Quebrada de Humahuaca es uno de los lugares de Argentina con mayor investigación arqueológica. A lo largo del último siglo mucho se ha conocido sobre la vida de sus antiguos pobladores. Estas investigaciones se concentraron en su amplia mayoría en indagar asentamientos conglomerados, específicamente conocidos como *Pucarás*. El paradigma predominante en estas investigaciones llevó a los arqueólogos a privilegiar el estudio de la cultura material, especialmente la cerámica y en las prácticas funerarias como medio de acceder a la recuperación de artefactos enteros. Recientemente este paradigma está siendo reemplazado en parte por otras visiones teóricas que tratan de buscar explicaciones del cambio cultural en los procesos sociales y políticos ocurridos posteriormente al 1000 DC [3]. Lamentablemente, el estudio sobre el aprovechamiento de los recursos animales sólo ha sido, en el mejor de los casos, ocasional y así se sabe muy poco sobre la organización del pastoreo de camélidos y en qué medida éste fue complementado por el consumo de animales silvestres [1, 2]. En función de aportar a esta problemática presentaremos aquí los resultados del análisis de la fauna proveniente de tres sitios arqueológicos y trataremos de evaluar la importancia de los camélidos en la economía de los pobladores prehispánicos del área.

Los sitios que aquí se tratarán se encuentran ubicados en el sector medio de la Quebrada de Humahuaca comprendidos en un radio de alrededor de 15 km del pueblo de Tilcara. Dos de los sitios aquí estudiados responden a los definidos por Rivolta [5] como “sitios aterrazados” o en “terrazas domésticas”. Uno de los aspectos que identifican este tipo de sitio es el patrón utilizado para la disposición de las construcciones en una secuencia escalonada sobre distintas pendientes, ya sea sobre una misma ladera como es el caso de Banda de Perchel (Til 17) o en laderas opuestas como Sarahuaico (Til 24) encontrándose los mismos entre los 2400 y 2700 m. Estos dos sitios fueron ocupados en un rango que comprende los 800 DC y los 1300 DC. Banda de Perchel es el que tiene evidencias de ocupaciones más tempranas y Sarahuaico las más tardías dentro de este grupo. El tercer sitio, Til 22, fue reconocido dentro del pueblo de Tilcara, efectuándose tareas de rescate en el mismo. Las ocupaciones están comprendidas entre los 760 y 1180 DC [4]. Este sitio, aunque aparentemente difiere de los otros en cuanto a localización y extensión, es sumamente interesante porque fue ocupado sincrónicamente con Banda de Perchel; en efecto, hacia 1100 DC ambos sitios estaban habitados. Las muestras faunísticas provienen de recintos y basurales en los tres casos<sup>1</sup>.

### *Representación taxonómica, partes esqueléticas y clases de edad*

Las tres muestras suman un total de 6391 restos óseos cuyo 70% corresponde al NISP (N=4485) (Tabla 1) y el 30% restante a fragmentos no identificables.

---

<sup>1</sup> Los datos cuantitativos que se presentan son el total de las diversas unidades de proveniencia de cada uno de los sitios.

TAXA	Til17				Til22				Til24			
	NISP	%	MNI	%	NISP	%	MNI	%	NISP	%	MNI	%
Mamífero	814	23,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Artiodáctilo	1595	45,6	-	-	94	11,8	-	-	61	30,0	-	-
Camélido	970	28,0	10*	58,8	673	84,5	25	92,6	108	53,0	2	40,0
Cérvido	30	0,8	2	11,8	1	0,1	1	3,7	13	6,3	1	20,0
Cánido	2	0,1	1	5,8	-	-	-	-	-	-	-	-
Roedor	3	0,1	1	5,8	28	3,5	1	3,7	9	4,4	1	20,0
Ave	5	0,1	1	5,8	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Lagidium Sp.</i>	31	0,8	1	5,8	-	-	-	-	13	6,3	1	20,0
<i>Chaetophractus Sp.</i>	35	1,0	1	5,8	-	-	-	-	-	-	-	-

\*4 fusionados, 1 en fusión, 5 no fusionados

Tabla 1.

El NISP está constituido en un 78% por huesos pertenecientes a camélidos en general (N=1751) y a la categoría taxonómica más amplia de artiodáctilo (N=1750), el resto (22%) se reparte entre los especímenes de mamífero (N=814), cérvido (N=44), roedor (N=40), ave (N=5) y cánido (N=2) indeterminados y los de *Lagidium sp.* (N=44) y *Chaetophractus sp.* (N=35).

En particular, los NISP totales de Til17 (N=3485) y Til22 (N=796) alcanzan el 70% (74% y 71% respectivamente) mientras que el de Til24 (N=204) es del 38%. En Til22 y Til24 el taxón predominante es el camélido y, en ambos casos, sus frecuencias relativas (N=673 y N=108 respectivamente) superan a las de Artiodactyla (N=94 y N=61) en cambio, en Til17, los artiodáctilos presentan un porcentaje relativo de NISP mayor al de los camélidos (45,6% versus 28%). Cabe aclarar, para los tres sitios estudiados, que dada la baja abundancia relativa de restos óseos asignables a Cervidae es muy posible que los materiales asignados al orden de artiodáctilo pertenezcan a la familia Camelidae, pero la ausencia de rasgos diagnósticos no permite asignarlos a una u otra familia. En el reconocimiento de camélidos silvestres y domesticados, se tomaron las medidas proximales de la falange 1 y distales del metapodio realizándose un análisis de multivariado para cada grupo de medidas con el fin de obtener diferencias significativas entre ellas. En Til22 los resultados arrojan un porcentaje de 35% (N=10) para el grupo de vicuñas, un 10% (N=3) adscribible a guanaco y 54% (N=15) para llamas. En el caso de Til17 de los 5 metapodios medidos, el 60% se asignan a llama y el resto podría adscribirse a guanaco; de las 21 falanges proximales medidas, el 52% son de llama y de éstas el 63% se aproximan al estándar de llama carguera, las 10 restantes tienen valores que se superponen entre guanaco y un tipo pequeño de llama posiblemente la llamada lanuda o ch'aku. En Til24 no hubo elementos óseos medibles.

#### Partes esqueléticas

Para los tres sitios, la representación de partes esqueléticas de camélido cuantificadas según el Número Mínimo de Elementos (MNE) puede verse ilustrada en la Figura 1. Una primera cualidad es que, en general, hay una mayor abundancia relativa de huesos del esqueleto apendicular por sobre el axial, en el caso de éstos últimos los huesos que se destacan son, en primer lugar las costillas, luego la pelvis, la mandíbula y el cráneo, por último las vértebras. A excepción de Til24, sector 2, donde el costillar alcanza una frecuencia relativa de 21,4%, tanto en Til17 como en Til22 los porcentajes de NISP para esta sección del esqueleto no son mayores al 7%. En Til17 la frecuencia relativa de costillas es del 6,8% seguida por la mandíbula con el 3,5%, el cráneo con 2,8% y la pelvis con 2,3%. En Til22 se ubica primero la pelvis con el 4,9% y las costillas con el 3,9%. En cuanto al esqueleto apendicular, en dos de los sitios –Til17 y Til22– los porcentajes de la falange proximal (15,2% y 19,3% respectivamente) son notoriamente superiores al del resto de los huesos apendiculares ya que, en segundo lugar, se presentan con valores inferiores al 10% los casos del fémur, tibia y escápula para Til17 y metapodios, carpos, tarsos y tibia en Til22. En Til24 las frecuencias relativas más altas son las del radio (8,4%), tibia (7,3%) y metapodio (7,6%).

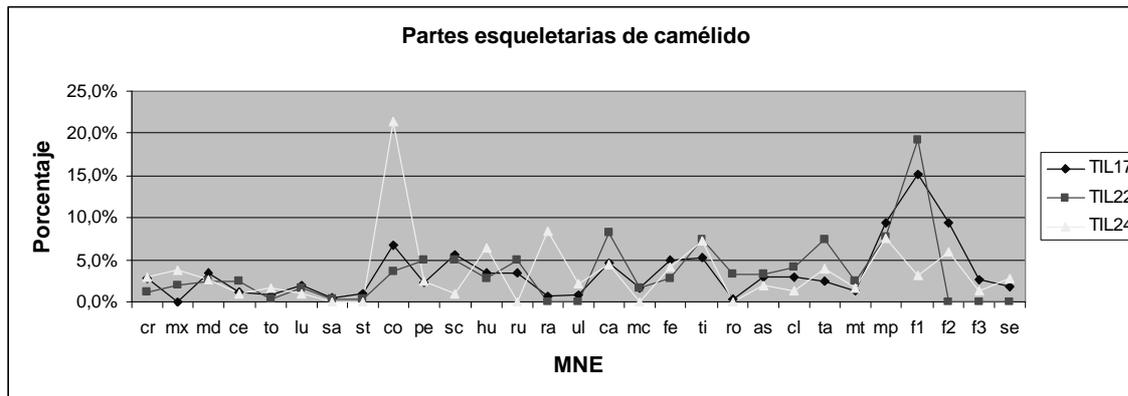


Figura 1

Para averiguar el uso económico que han tenido estas partes esqueléticas se agruparon los diferentes huesos según su aporte de carne y médula, ya que algunos de elementos óseos tienen un rendimiento diferencial con respecto a su aporte en proteínas y grasas (Tabla 2).

Tipo de rendimiento	Til17	Til22	Til24
+ carne + médula			
Fémur	4,9	2,9	4,2
Tibia	5,2	7,4	7,3
Húmero	3,5	2,9	6,4
	4,5	4,4	5,9
+ carne - médula			
Costillas	6,8	3,7	21,4
Vértebras	1,3	1,5	1,2
Escápula	5,6	4,9	1,0
Pelvis	2,3	4,9	2,5
	4,0	3,7	6,5
- carne + médula			
Radioulna	1,6	1,6	3,5
Metapodio	4,1	3,9	3,0
Falanges	9,0	6,4	3,4
	4,9	3,9	3,3
-carne - médula			
Cráneo	1,4	1,6	3,3
Mandíbula	3,5	2,5	2,6
Tarsos	4,5	8,2	4,4
Carpos	2,5	7,4	3,9
	2,9	4,9	3,5

+ = alto contenido, - = bajo contenido

Tabla 2.

En los tres sitios hay una mayor representatividad de las partes con mayor rendimiento de carne; esta tendencia se maximiza en Til24 que es el único que tiene un alto porcentaje de costillas y otros elementos de alto rendimiento de carne. Til17 y Til22 son muy similares entre sí en el predominio de selección de elementos óseos ricos en carne, aunque en el primero de ellos la proporción de partes ricas en médula es mayor (Figura 2). En relación a este aspecto ambos se distancian de Til24 dónde la presencia de elementos con alto rendimiento de médula es la más baja. Entonces se puede decir que diferentes factores de selección actuaron en los sitios. En Til24 los elementos con alto rendimiento de carne

casi duplican al resto de las partes, también predominan en menor medida en Til17, aunque este sitio tiene la mayor proporción de elementos con alto rendimiento de médula; en cambio, este factor selectivo no parece ser tan claro en Til22, ya que tiene una alta proporción de elementos con bajo rendimiento de carne y médula. Se puede postular que en Til24 hay un consumo bastante marcado de partes con alto rendimiento tanto de carne como de médula.

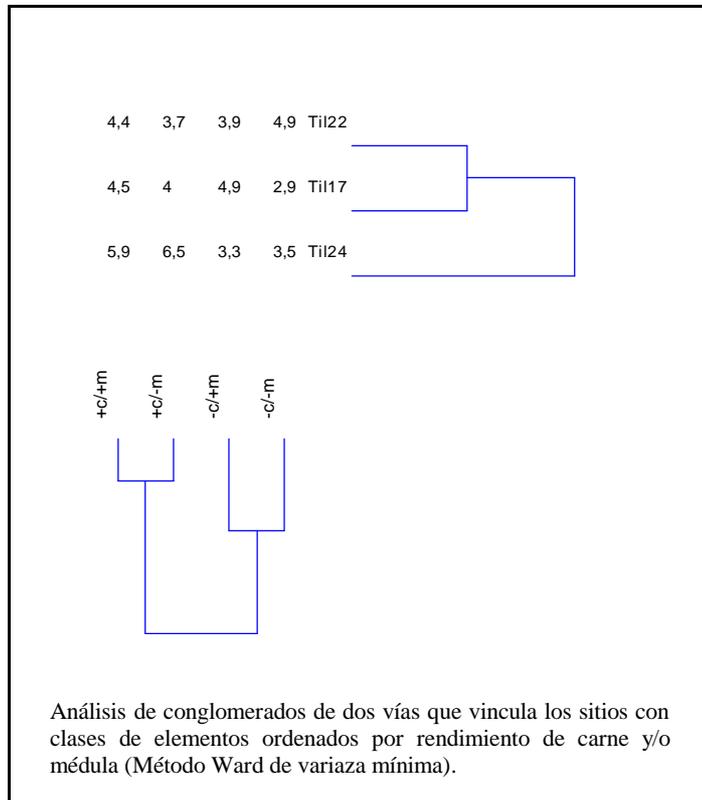


Figura 2

### Clases de Edad

Sólo de Til 17 y Til 22 hay muestras suficientes para tratar este tema. Nos basamos en los estados de fusión de los huesos largos. Se han definido 3 estadios fusión: temprana (6-12 meses), media (12-24 meses) y tardía (24-36 meses). La proporción entre huesos no fusionados y fusionados dentro de cada categoría es informativa respecto de edad de muerte y así permite reconstruir el patrón de sacrificio de los rebaños.

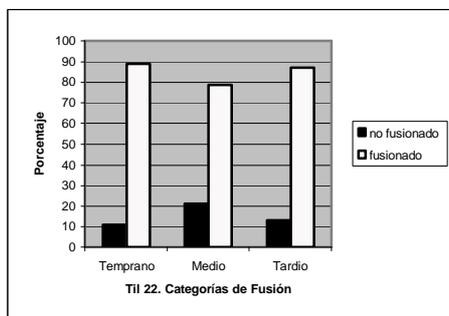


Figura 3. Clases de edad Til22

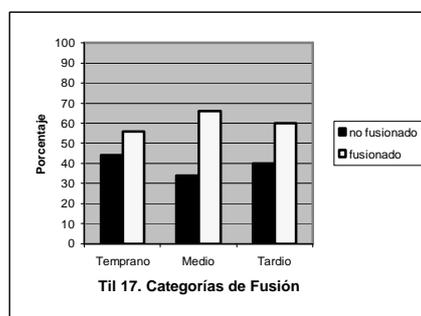


Figura 4. Clases de edad Til17

Los dos sitios tienen un patrón diferente. Til 22 muestra un patrón acorde con la explotación mixta de carne y lana en rebaños no muy grandes acorde con la información etnoarqueológica disponible (Figura 3), mientras que Til 17

tiene proporciones más altas de matanza de animales jóvenes menores al año de edad y también considerablemente altas en menores a los dos años de edad (Figura 4). Este patrón sería acorde con una explotación para obtener productos primarios, principalmente carne. En el primer caso la matanza de animales jóvenes es muy limitada y se tiende a mantenerlos vivos para extraer de ellos fibra o destinarlos a transporte de carga, mientras que en el segundo de los casos la producción en masa de carne y productos asociados (grasa) parece haber sido la función primaria del rebaño.

## Conclusiones

Se ha podido constatar la existencia de diferencias entre los distintos sitios. En cuanto a las especies de camélidos presentes, en Til22 se ha reconocido tanto a llamas como a vicuñas en un porcentaje importante. Esto muestra que los habitantes de Til22 tenían acceso a sectores de la Puna en donde obtenían a este último recurso. En cambio, en Til17 éstas últimas están ausentes, mientras que se ha podido determinar diferentes variedades de llamas. En efecto, se ha registrado una importante proporción del tipo carguero o pelada y de llamas lanudas o ch'aku. Esta situación plantea que en este lugar funcionaron presiones selectivas para obtener animales económicamente especializados.

El estudio de las clases de edad representadas en Til17 marca un alto porcentaje de animales jóvenes menores a los dos años de edad. Esto puede ser coincidente con un patrón productivo especializado como el señalado anteriormente si pudiéramos comprobar que esos animales fueron machos. En Til22, sin embargo, el perfil etario muestra un patrón de producción mixto de carne y lana acorde con los registrados en contextos pastoriles actuales [6].

En cuanto al descarte de huesos producto del procesamiento y el consumo en general hay mayor representación de huesos apendiculares que axiales, que puede deberse al mayor transporte de estas últimas partes del esqueleto de los camélidos muy apropiadas para la manufactura de charqui. También pudimos observar que Til17 y Til22 tienen un patrón similar, aunque éste último presenta casi el doble de elementos descartados con bajo rendimiento de carne y médula, mientras que Til17 tiene mayores valores en los elementos con alto rendimiento de carne. Til24 se diferencia de los otros dos en tanto tiene un patrón en el cual las partes con alto rendimiento de carne y médula duplica al resto.

## Bibliografía

1. Madero, C.M. 1992. Análisis faunístico de Huachichocana III (Jujuy): identificación de la caza y el pastoreo de camélidos. *Palimpsesto* 2: 107- 122.
2. Madero, C.M. 1993. Explotación faunística, tafonomía y economía en Humahuaca antes y después de los Yupanki. En: Inka. *Arqueología, Historia y Urbanismo del Altiplano Andino*. Rodolfo Raffino (ed.). Editorial Corregidor, Buenos Aires.
3. Nielsen, A.E. 2001. Evolución Social en Quebrada de Humahuaca (AD 700-1536). En: *Historia Argentina Prehispánica*. E. Berberían y A. Nielsen (eds.), Tomo I. Editorial Brujas, Córdoba.
4. Rivolta, M.C. 1996. Quebrada de Sarahuaico: nuevas perspectivas (Depto. Tilcara, Provincia de Jujuy). *Actas del IX Congreso Nacional de Arqueología Argentina*, 13° parte: 253-263. San Rafael.
5. Rivolta, M.C. 2005. Cambio Social en la Quebrada de Humahuaca. Instituto Interdisciplinario Tilcara, Tilcara.
6. Yacobaccio, H.D.; C.M. Madero Y M.P. Malmierca, 1998. *Etnoarqueología de Pastores Surandinos*. GZC, Buenos Aires.

## **EJE TEMÁTICO MEJORAMIENTO GENÉTICO Y REPRODUCCIÓN**

### **EXPRESIÓN DEL GEN DEL ACTIVADOR DEL PLASMINÓGENO TIPO UROQUINASA EN CÉLULAS DEL EPITELIO OVIDUCAL DE VICUÑA**

Roldán-Olarte Mariela, Apichela Silvana A, Valdecantos Pablo, Barrera Daniel,  
Jiménez-Díaz María, Miceli, Dora C.

Departamento de Biología del Desarrollo – INSIBIO. Chacabuco 461. San Miguel de Tucumán.  
emroldanolarte@fbqf.unt.edu.ar

El sistema de activación del plasminógeno participa en diferentes etapas del proceso reproductor. Las enzimas proteolíticas del mismo están involucradas en diferentes procesos fisiológicos que requieren un efecto localizado y controlado. Se ha demostrado que el oviducto porcino presenta actividad proteolítica plasminógeno dependiente, debida principalmente al activador del plasminógeno tipo uroquinasa (u-PA). En este trabajo se analizó la expresión del gen de u-PA en oviducto de vicuña a partir de un cultivo primario de células del epitelio oviducal mediante RT-PCR. Se utilizaron cebadores diseñados en base a la secuencia de ADNc de u-PA de la especie porcina. La talla del fragmento amplificado fue de aproximadamente 400 pb, similar a la obtenida a partir de ADNc porcino (434 pb). El producto amplificado fue secuenciado. El análisis de la secuencia indica que dicho fragmento presenta una identidad del 87 % con el ADNc de u-PA porcino y del 84 % con el de bovino, confirmando que el fragmento amplificado corresponde a u-PA de vicuña. La secuencia de nucleótidos obtenida codifica para la región carboxilo terminal de la proteína y abarca parte del extremo 3' no traducido. Este estudio permite concluir que las células del epitelio oviducal de la vicuña sintetizan u-PA, molécula que probablemente es secretada al lumen, donde llevaría a cabo su función biológica durante el transporte de gametos, la fecundación y/o el desarrollo embrionario temprano.

Palabras claves: vicuña, oviducto, activador del plasminógeno, ADNc

## **EJE TEMATICO ANATOMIA, FISIOLOGIA Y SANIDAD**

### **COMPORTAMIENTO Y GLANDULAS CUTANEAS EN VICUÑAS DEL INTA ABRA PAMPA, ARGENTINA**

S. Chamut\*, A.K. Cancino\*\*, P. Black-Décima\*\*\*

\*Fac. Agronomía UNT, Tucumán

\*\*INTA Bariloche

\*\*\*Fac. Ciencias Naturales e I.M.L UNT, Tucumán

pblack@mail.csnat.unt.edu.ar

Desde 1965 se desarrolló la cría de vicuñas en semi-cautiverio con manejo elemental y resultados exitosos, donde trabajamos. Nuestros objetivos fueron comportamiento y su base biológica, analizando estructura social y anatomo-histología de glándulas cutáneas involucradas en comunicación química. Estructura social fue determinada colocando radiocollares, principalmente en machos de grupos familiares, en un potrero de 87 ha. Animales fueron rastreados periódicamente con 3 antenas fijas, las localizaciones analizadas con software y áreas de acción calculadas. Para estudios histológicos fueron procesadas muestras postmortem de glándulas metatarsales de 4 ejemplares según técnica histológica convencional y microscopía electrónica de barrido. Encontramos que machos no fueron territoriales, dado que áreas de acción se superponían. Hubo estabilidad; algunos se hallaron en la misma área por 5 años. Las glándulas metatarsales son pares, ubicadas en la parte medial y lateral de cada pata., fusiformes, de 4 por 1 cm, de límites netos de piel sin pelo, enmascaradas por la piel vecina con pelo. Observamos un epitelio estratificado con estrato córneo modificado de gran espesor que mantiene los límites celulares; estratos granuloso, espinoso y basal de límites imprecisos y, en dermis inferior, numerosas glándulas sudoríparas ecrinas. Los machos fueron estables y no territoriales. Las glándulas metatarsales mostraron estructura de órganos de comunicación química y podrían estar involucradas en señales, como de alarma o identificación individual.

## **EJE TEMÁTICO PRODUCCIÓN Y TRANSFORMACIÓN**

### **Bloque Carne**

#### **PRODUCCIÓN Y PRESERVACIÓN DE CHARQUI DE CAMÉLIDOS**

Lucho Peredo<sup>1</sup>, Miguel Vilca<sup>2</sup> y Rosa Dávalos<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Practica Privada, <sup>2</sup> UNMSM-FMV-Laboratorio de Bromatología y <sup>3</sup> UNMSM-FMV-EE IVITA Mantaro  
rosadava@hotmail.com

Se evaluó los métodos de salado y uso de preservantes en la elaboración de charqui de carcasas de llamas y alpacas, observándose al beneficio diferencias significativas respecto a los apéndices, grasa y huesos de 16.79% y 20.11%; 11.90% y 13.19%; 22.94% y 22.58% para llama y alpaca respectivamente. Rendimiento de charqui sobre carne de 49.02% y 45.27% para llama y alpaca. El tratado por Salmuera húmeda de 50.82% y 50.08% y salmuera mixta de 47.22% y 41.85% para llama y alpaca respectivamente. En charqui se determinó humedad de 22.73% y 21.22% por salmuera húmeda de 24.59% y 22.00% y valores de 20.87% y 20.43% para salmuera mixta en llamas y alpacas. El charqui fue 100% negativo a sarcocystis. Se determinó variación en el transcurso de las evaluaciones de control a partir del segundo control observándose un 50% de degradación. El charqui con tratamiento por adición de EST mostró un 70% característica organoléptica de degradación. El charqui con tratamiento por adición de SoK, demostró un 100% de características sensorial aptas hasta la última evaluación de control. Los resultados demuestran que el 100% del charqui elaborado por G6 (control) y con EST presentaban al menos una o más características de degradación sin embargo durante la segunda evaluación, contrariamente el charqui con tratamiento por SoK (sorbato de Potasio) demostró que el 45% reunía un conjunto sensorial de color marrón grisáceo, olor sui generis, aspecto seco y consistencia dura, mientras que el 55% restante demostraba al menos una o más características organolépticas de degradación. Se concluye que la aplicación de SoK en las proporciones dadas es una técnica adecuada para preservar las características organolépticas del charqui de CSA d por un periodo de hasta un año.

#### **CARACTERIZACION DE LA FAENA DE CAMELIDOS EN LA PROVINCIA DE JUJUY – POSIBILIDADES DE IMPLEMENTACION DE BPM y POES**

Chañi, Silvia; Lobo, Manuel; Samman, Norma

Cátedra de Bioquímica de los Alimentos. Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Jujuy. Av.  
Italia esq. Martiarena. San Salvador de Jujuy (4600). Jujuy. Argentina. Tel. 54-388-4221590  
[nsamman@fi.unju.edu.ar](mailto:nsamman@fi.unju.edu.ar)

Se trabajó en la cadena de producción de carne de llamas para garantizar inocuidad y conservación de los atributos nutricionales, sin dejar de lado las costumbres y tradiciones del lugar.

El consumo de carne de llama en la región de la Puna de la provincia de Jujuy muestra una tendencia creciente en los últimos años. Actualmente las faenas son realizadas a campo, aplicando prácticas ancestrales sin las condiciones higiénico-sanitarias necesarias para la comercialización fuera de la zona de producción.

Se evaluó la faena a campo en el CEA-INTA Abra Pampa y se ensayaron faenas en matadero rural de la ciudad de Abra Pampa y matadero frigorífico categoría “C” ubicado en zona de los valles de la provincia. Se realizaron análisis microbiológicos de muestras de carne, agua, ambiente, utensilios y manos de operarios en cada faena. Se realizaron recuentos de Microorganismos Aerobios Totales, Coliformes Totales, Hongos y Levaduras y Estafilococos coagulasa positiva. Se determinó presencia de Escheriquia Coli y aislamiento de Salmonella sp. y Pseudomona aeruginosa.

La faena, el transporte y la comercialización de carne de llama no se realizan bajo normas establecidas. Si bien la carne producida cumple con los requisitos microbiológicos exigidos para su consumo, la posterior manipulación es incorrecta por falta de hábitos higiénicos y procedimientos operativos en toda la cadena productiva.

Es necesario capacitar en manejo higiénico-sanitario apropiado y tecnología de producción cárnica. Se desarrolló un protocolo de calidad aplicable a la faena a campo, el cual incluye la capacitación continua, mejoras edilicias y procedimientos operativos.

## **PRODUCTO CARNICO FERMENTADO CON CARNE DE LLAMA**

Lobo, Manuel; Amaya, Argentina; Sammán, Norma

Cátedra de Bioquímica de los Alimentos. Facultad de Ingeniería Universidad Nacional de Jujuy Av. Italia esq. Martiarena. San Salvador de Jujuy (4600). Jujuy. Argentina.  
Tel. 54-388-4221590.  
nsamman@fi.unju.edu.ar

Con el objeto de estudiar el comportamiento de la carne de llama, producida en la puna jujeña, en la elaboración de productos fermentados se preparó un salame. El animal, capón de 2,5 años, fue faenado a campo en el CEA - INTA Abra Pampa. Se utilizó el corte pierna para la elaboración.

El salame se preparó con carne de llama (80%) y grasa de cerdo (20%). Se utilizó un fermento láctico iniciador preparado con cepas aisladas por el CERELA: *Lactobacillus Plantarum* CRL 681 y *Stafilococos Carnosus*. Además se agregó sal, pimienta blanca, azúcar, nitrito de sodio, polifosfatos y ajo y clavo de olor hervidos en vino blanco. La masa resultante presentó una humedad del 60%, actividad de agua de 0,978 a 20°C y pH de 5,96.

Se fermentó por 48 horas a 30°C y 95% de humedad relativa ambiente. El secado y madurado se realizó en cámara con humedad relativa decreciente de 90 a 75% y temperaturas de 20 a 15°C, durante 3 semanas. La pérdida de peso total llegó al 30 % y el producto final presentó una humedad del 41,4% y actividad de agua de 0,929, el pH luego de alcanzar un mínimo de 4,86 a los cuatro días de proceso, llegó al valor final de 5,30.

Las condiciones microbiológicas, fisicoquímicas y composición proximal muestran un alimento con características semejantes a los preparados con carne vacuna o porcina. Más aún, presenta sabor y olor distintivos, característicos, conformando un producto de alto potencial para el mercado turístico.

## **ANALISIS MICROBIOLÓGICO, BROMATOLÓGICO Y ORGANOLEPTICO DEL CHAQUI DE CARNE DE ALPACA DESHUESADA**

Oscar Condori, Uberto Olarte, Martha Tapia

Universidad Nacional del Altiplano Puno, Peru.  
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.  
Instituto de Investigacion y Produccion de Camelidos Sudamericanos

El presente trabajo de investigación se realizó en el Centro de Investigación y Producción La Raya dependencia de la Universidad Nacional del Altiplano, cuyo objetivo fue realizar el análisis: Microbiológico, bromatológico y organoléptico, para lo cual se utilizaron carcasa de alpacas de la raza huacaya, 8 jóvenes y 8 adultos de ambos sexos. Para los respectivos análisis se tomaron muestras de charqui, los que fueron realizados en los laboratorios de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia; el análisis organoléptico estuvo a cargo de 12 panelistas. Los resultados del análisis microbiológico promedios fueron: Mesofilos aerófilos 223 UFC/g, Mohos y Levaduras 69 UFC/g, *Stf. Aureus* 11 UFC/g, coliformes 11 UFC/g, *Salmonella* y *clostridium* 0.0 UFC/g. Al análisis bromatológico se obtuvo en promedio: humedad 7.42 %, Proteína 49.22%, E.E. 4.84 %, ceniza 41.26 % y ELN 0.71 %. Los resultados de la evaluación de aceptabilidad se determinó que el color del charqui fue amarillo naranja; de un sabor salado ligero, donde no se percibe el agrio ni el amargo; la textura del charqui bastante duro, moderadamente crujiente y bastante resistente. En conclusión este charqui es apto para el consumo humano con alto contenido de nutrientes, por que los valores microbiológicos están por debajo de los límites permisibles.

## RETENCIÓN DE NUTRIENTES EN CARNE DE LLAMA DESHIDRATADA

Farfán, Norma y Sammán, Norma

Cátedra de Agroindustrias. Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional de Jujuy  
Av. Italia esq. Martiarena. (4600) San Salvador de Jujuy. Tel. 0388-4221590  
[nsamman@fi.unju.edu.ar](mailto:nsamman@fi.unju.edu.ar)

El objetivo de este trabajo fue determinar los factores de retención de nutrientes en carne de llama deshidratada conocida como *charqui*. Se trabajó con seis machos capones de dos años de edad provenientes de la estación experimental INTA Abra Pampa localizada en la Puna jujeña a 3500 msnm y faenados durante los años 2003 y 2004. El proceso de salado se realizó mediante tres procedimientos: 1- Salado directo 25% NaCl; 2- Salmuera 30 % NaCl, t =3 horas y posterior salado 10% NaCl; 3- Escaldado: t= 4 min, T= 80°C en solución 5% NaCl y posterior salado 10% NaCl. El secado se realizó en secadero con aire forzado por 24 horas (T= 42 °C, HR = 32 %). El contenido de proteínas, hierro, calcio, fósforo, grasa visible e intramuscular en cortes crudos y deshidratados, y los factores de retención según tratamiento 1 (T<sub>1</sub>), se muestran en la tabla siguiente. Para los demás tratamientos se obtuvieron resultados similares.

Corte/Trat	Proteínas	Grasa visible	Grasa intramuscular	Hierro	Calcio	Fósforo
Unidad	(g/100g)			(mg/100g)		
Paleta crudo	23,31±2,03	6,29±2,55	2,20±0,53	2,75±0,13	12,03±1,66	181,6±4,6
Paleta desh (T <sub>1</sub> ).	59,62±1,98	-	6,01±0,67	6,99±1,57	32,60±2,06	512,4±4,9
FR (%)	94,5±3,3	-	100,9±1,3	93,9±1,2	100,1±1,8	104,24±4,8
Pierna crudo	23,86±1,22	6,73±3,02	1,86±0,95	2,46±0,25	10,40±0,54	244,1±5,3
Pierna desh. T <sub>1</sub>	63,24±2,50	-	6,15±0,48	6,52±1,06	28,35±0,92	721,2±6,1
FR (%)	97,5±3,1	-	100,8±0,8	97,9±0,8	100,1±0,9	102,2±5,5

FR: Factor de Retención

Se observa una concentración de los nutrientes en todos los casos, con factores de retención cercanos al 100%.

### EJE TEMÁTICO SOCIOECONOMÍA

#### Bloque Arqueología

#### PRIMERAS EVIDENCIAS ARQUEOFAUNÍSTICAS PARA LA QUEBRADA DE AMAICHA: SITIO EL OBSERVATORIO (DPTO. TAFÍ DEL VALLE, PROVINCIA DE TUCUMÁN, ARGENTINA)

Julián Patricio Gómez Augier\*

\*INGEMA - Universidad Nacional de Tucumán - CONICET  
Miguel Lillo 205 - S. M. de Tucumán (4000)

Se presentan por primera vez para esta área los resultados del análisis de restos arqueofaunísticos recuperados en contextos arqueológicos. Estos restos provienen del sitio "El Observatorio", que se encuentra localizado en el predio del Observatorio Astronómico de Ampimpa a 2600 msnm. Se trata de un sitio a cielo abierto, en el que se relevaron un conjunto de estructuras arqueológicas dispersas, cronológicamente atribuibles al período de Desarrollos Regionales y pertenecientes a la tradición cultural Santamariana.

A partir de la evidencia superficial y de las excavaciones, en un primer acercamiento, se interpretó al sitio como un espacio destinado a actividades relacionadas al procesamiento y manejo de camélidos. El estudio intrasitio se centró específicamente en el aprovechamiento del recurso *camelidae*. Los restos fueron analizados taxonómica, anatómica y tafonómicamente. Asimismo se observaron aspectos culturales de la muestra, pudiéndose observar así patrones de consumo y aprovechamiento de camélidos silvestres y domésticos por parte de los habitantes prehistóricos del sitio.

## **EJE TEMÁTICO AMBIENTE, FORRAJES Y OTROS**

### **SITIOS DE CAZA ILEGAL Y PUNTOS DE VENTA DE PRODUCTOS DE VICUÑA (*Vicugna vicugna*) Y GUANACO (*Lama guanicoe*) EN LAS PROVINCIAS DE SALTA, JUJUY (REPÚBLICA ARGENTINA) Y SUR DE BOLIVIA**

Francisco Ramón Barbarán

Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)  
Pachi Gorriti 1780 (4400) Salta, Argentina. Telefax: +54-(0)387-4395956  
[barbaran@unsa.edu.ar](mailto:barbaran@unsa.edu.ar)

Se planteó el objetivo de crear una base de datos georeferenciable de sitios de caza y de puntos de compra y venta de productos de vicuña y guanaco. Teniendo en cuenta la disposición para entregar información de los niños que habitan en el área de distribución de las especies de interés, entre 2002 y 2006 fueron encuestados 791 alumnos de 32 escuelas y 136 informantes clave. Se obtuvo el nombre de 70 sitios de caza y 15 puntos de compra y venta, que pudieron ubicarse en cartografía del Instituto Geográfico Militar de Argentina (IGM). La base de datos obtenida, facilita la confección de un mapa que hará más eficiente los operativos de control y las acciones de manejo del recurso. El mapa podrá enriquecerse con la información que dispongan las fuerzas de seguridad y los organismos de medio ambiente, haciéndolo aun más útil si los datos se comparten entre instituciones y jurisdicciones. Esto es factible, porque los sitios de caza están ubicados en mapas impresos del IGM, que son baratos y fácilmente obtenibles, por lo que no es necesario el uso de computadoras, software costoso ni personal especialmente entrenado para su operación, quedando abierta la posibilidad de usar Sistemas de Información Geográfica digitales. El comercio ilegal continúa debido a la demanda del mercado de fibra, al carácter contravencional de la cacería, la falta de incentivos para denunciarla y de medios para controlarla, a la falta de alternativas de ingreso continuo y a la pobreza de los habitantes locales.