

Perspectiva isotópica sobre la alimentación de camélidos domésticos y silvestres de la puna jujeña Construyendo un marco de referencia para estudios arqueológicos

Autor:
Samec, Celeste Tamara

Tutor:
Yacobaccio, Hugo

2011

Tesis presentada con el fin de cumplimentar con los requisitos finales para la obtención del título Licenciatura de la Facultad de Filosofía y Letras de la Universidad de Buenos Aires en Antropología

Grado



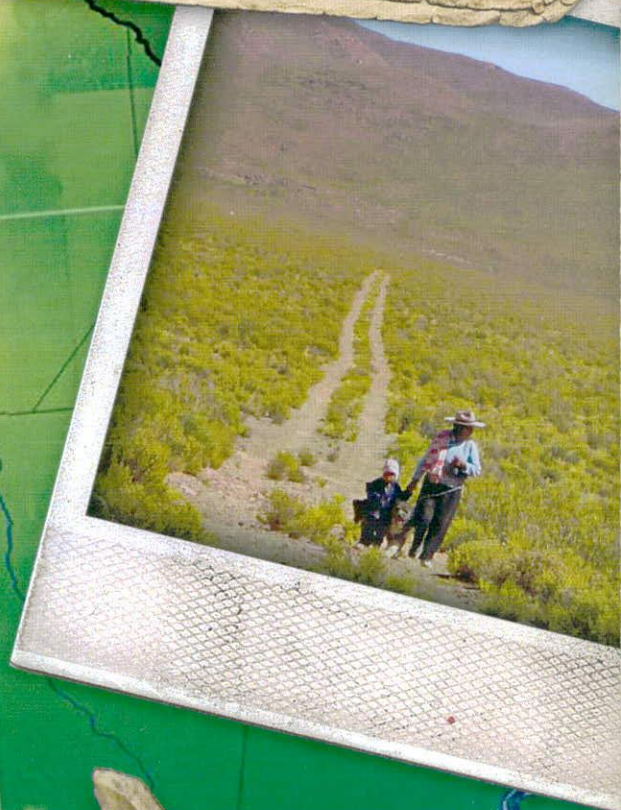
Tesis
15.4.6

Tesis 15.4.6

Universidad de Buenos Aires
Facultad de Filosofía y Letras
Departamento de Ciencias Antropológicas

PERSPECTIVA ISOTÓPICA SOBRE LA ALIMENTACIÓN DE
CAMÉLIDOS DOMÉSTICOS Y SILVESTRES DE LA PUNA JUJEÑA:
CONSTRUYENDO UN MARCO DE REFERENCIA
PARA ESTUDIOS ARQUEOLÓGICOS

TESIS DE LICENCIATURA



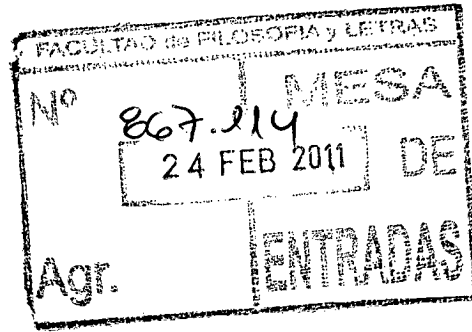
Celeste Tamara Samec
L.U. 31915812

Director: Dr. Hugo D. Yacobaccio

2011



TESIS 15-4-6



A todos aquellos que creen que se puede cambiar el mundo

A mi mamá, Inés

UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES
FACULTAD DE FILOSOFIA Y LETRAS
Dirección de Bibliotecas

Agradecimientos

Esta tesis se cimienta sobre el apoyo de muchas personas: familiares, amigos y colegas, quienes en mayor o menor medida aportaron y participaron en la elaboración de esta investigación y en el desarrollo de mi carrera en todos estos años.

La primera persona a la que debo agradecer es a mi director, Hugo Yacobaccio, quien me dio un lugar dentro de su equipo de investigación desde el primer momento brindándome la oportunidad de dedicarme a investigar aquello que más me atrajo dentro de la arqueología. Gracias por darme la chance de conocer y trabajar en ese lugar tan maravilloso que es la Puna.

El equipo del "Proyecto Susques" se encuentra integrado por personas que siempre estuvieron dispuestas a brindarme su ayuda y apoyo: Marcelo, Patricia, Paz, Rodolphe, Melisa y Brenda. Esta tesis no existiría de no ser por las discusiones sostenidas con Marce, la ayuda de Patri, los aportes "zooarqueológicos" de Paz, y el compañerismo y la buena onda de mis compinches de campaña: Rodo, Meli y Bren. Gracias también a la gente que trabaja en el viejo ICA (devenido en IDA), especialmente a Norma Pérez Reynoso quien me abrió las puertas del laboratorio del instituto hace ya mucho tiempo.

Al mismo tiempo, el trabajo realizado y volcado en esta tesis, hubiera sido imposible sin el aporte y la participación del personal del INGEIS. En primera instancia, quiero agradecer al director de esta institución, Héctor Panarello, quien siempre estuvo dispuesto a aclarar mis dudas y me brindó la oportunidad de trabajar en un ambiente ameno y constructivo. Sin embargo, quienes más aportaron a mi trabajo fueron mis compañeros de oficina: Guti, Viole y Ernest. Mi agradecimiento infinito a Guti por su paciencia, su buena onda, su disponibilidad, su sapiencia, su preocupación... por todo! Gracias a mi compañera (porque a nadie se aplica mejor el termino) Viole, quien empezó a transitar esta "senda isotópica" conmigo y siempre estuvo dispuesta a trabajar en equipo. Mis agradecimientos van también a Ernest por los ánimos, el aguante, la música y los mapas.

Dentro de la carrera me topé con gente bellísima, algunos de los cuales me acompañaron en gran parte de este camino espinoso. Gracias a Ani, Eva, Vero, Fede y

Agradecimientos

Pablito por la compañía, los mates, las tardes de estudio y las noches de cervezas. Les agradezco infinitamente por levantarme cada vez que las piedras del camino me hicieron caer: esta tesis hubiera sido imposible sin su apoyo, sus sugerencias y su motivación. Mi agradecimiento va también aquellas personas que estuvieron conmigo en los primeros momentos de la carrera y que hoy han elegido otro camino, como Ale y Pate.

Debo agradecer también a todas aquellas personas que aportaron a este trabajo desde afuera de la arqueología. A Carlos, mi consejero antropológico, siempre dispuesto a verme exponer sucesiones de filminas aburridas para dar su visto bueno. A aquellos que siempre creyeron, muchas veces más que yo misma, en mis ganas de ser una buena científica, como Alvaro. A Guille, quien además de ser quien diseñó la portada de esta tesis y ayudó en la elaboración de los gráficos, también fue quien aguantó pacientemente todos mis arranques de histeria en los últimos meses.

Gracias también a mi familia. A mi abuela Elvira por su apoyo y su ejemplo. A mis tíos Lidia y Daniel, y mis primos Flor, Lu y Leo, por estar siempre dispuestos a escucharme hablar de arqueología. Gracias infinitas a mi papá, Miguel, quien hizo todo esto posible. Te agradezco, viejo, por entender y respetar este camino que elegí y no dejar de creer en mí en ningún momento.

No me olvido de mis cuatro amigas de toda la vida: Cami, Dani, Chel y Ani. No hubiera llegado tan lejos sin el amor y el apoyo que uds. me brindaron desde siempre, casi como una familia. No tengo palabras para agradecerles todo lo que se merecen y todo lo que les debo. Gracias por demostrarme que no solo los huesos resisten el paso del tiempo, sino también la amistad.

Y por último, gracias a mi mamá. Por enseñarme a ser quien soy, por apoyarme desde un principio y por no dudar jamás que este camino que elegí era la mejor opción para mí.

Índice General

Avance de los contenidos	1
Capítulo 1: Introducción, problema y objetivos	3
1.1 Introducción	3
1.2 Problema	4
1.3 La propuesta de esta tesis	5
1.4 Objetivos	7
Capítulo 2: El ecosistema puneño	11
2.1 Características geográficas y climáticas	11
2.2 Recursos	13
2.2.1 Flora	13
2.2.2 Fauna	15
2.3 Etología de camélidos	16
2.3.1 <i>Vicugna vicugna</i>	16
2.3.2 <i>Lama guanicoe</i>	17
2.3.3 <i>Lama glama</i>	19
2.3.4 <i>Lama pacos</i>	20
Capítulo 3: Antecedentes del problema	22
3.1 La relación entre los grupos humanos y los camélidos	22
3.2 El pastoreo como estrategia de subsistencia y sus implicancias en la movilidad	24
3.3 Modelos clásicos de complementariedad y movilidad en el área andina	27
3.4 Indicadores y cronología del pastoreo en el área andina	30
3.4.1 Evidencias de domesticación y pastoreo en los Andes Centrales y Centro Sur	32
3.4.2 Evidencias de domesticación y pastoreo en la Puna Argentina	34
3.4.3 Evidencias de domesticación y pastoreo en el área de estudio	35

Capítulo 4: Aspectos teóricos y empíricos sobre la movilidad pastoril	36
4.1 Aspectos teóricos	36
4.2 Aspectos empíricos: datos etnográficos y etnoarqueológicos	40
4.2.1 El pastoreo como estrategia productiva en la Puna Jujeña	41
4.2.2 Movilidad pastoril en la Puna Jujeña	44
4.2.3 Patrón de asentamiento en la Puna Jujeña	45
Capítulo 5: Antecedentes metodológicos: los isótopos estables en la arqueología	51
5.1 Los isótopos estables como línea de evidencia	51
5.2 Investigaciones en dieta humana	52
5.3 Investigaciones en dieta animal	55
5.4 Isótopos estables en la Puna Seca	59
5.4.1 Investigaciones en dieta humana	59
5.4.2 Investigaciones en dieta animal	60
5.4.3 Investigaciones sobre fotosíntesis vegetal	62
Capítulo 6: Metodología: materiales, métodos y técnicas	65
6.1 Unidades y escalas de análisis	65
6.2 Materiales y procedencia de los mismos	66
6.3 Técnicas de laboratorio	72
6.3.1 Extracción de colágeno	72
6.3.2 Espectrometría de masas	73
Capítulo 7: Resultados.....	75
7.1 Presentación de los datos isotópicos	75
7.2.1 Valores de $\delta^{13}\text{C}$ sobre tejidos correspondientes a la especie <i>Lama glama</i>	77
7.2.2 Valores de $\delta^{13}\text{C}$ sobre tejidos correspondientes a la especie <i>Lama pacos</i>	79
7.2.3 Valores de $\delta^{13}\text{C}$ sobre tejidos correspondientes a la especie <i>Lama guanicoe</i>	82
7.2.4 Valores de $\delta^{13}\text{C}$ sobre tejidos correspondientes a la especie <i>Vicugna vicugna</i>	84

7.3 Comparando la dieta de las distintas especies de camélidos	86
Capítulo 8: Discusión y expectativas arqueológicas	92
8.1 Variables que intervienen en la dieta de los camélidos puneños	92
8.1.1 Variación altitudinal y disponibilidad vegetal	92
8.1.2 Territorialidad y selectividad	93
8.2 Expectativas a nivel arqueológico	95
8.3 Cueva Quispe	96
8.3.1 Evidencia arqueológica	96
8.3.2 Evidencia isotópica	98
Capítulo 9: Consideraciones finales	101
9.1 Conclusiones preliminares	101
9.2 Expectativas a futuro	103
Referencias Bibliográficas	105
Apéndice	126
Tabla A1	126
Tabla A2	128

Avance de los contenidos

Esta tesis constituye un estudio de la variabilidad que exhibe la alimentación de camélidos domésticos y silvestres que habitan en la Puna de Jujuy actualmente. La investigación contempla las distintas variables que intervienen en la dieta de estas poblaciones animales desde la perspectiva de la ecología isotópica, prestando particular atención a la intervención humana en la alimentación y territorialidad de los camélidos domesticados. El objetivo final consiste construir un marco de referencia aplicable a la resolución de problemáticas arqueológicas.

Primeramente, en el capítulo 1 se expone el problema que da origen a esta investigación, vinculado a la escasa atención que ha recibido hasta el momento la movilidad pastoril en términos productivos en la literatura andina. Luego se introduce la propuesta que se desarrolla en esta tesis, presentando los objetivos, las metas y las expectativas de la misma, y discutiendo algunos de los antecedentes que les dieron origen.

A continuación, en el capítulo 2 se describen las características geográficas y climáticas de la Puna Argentina y del sector de la misma que corresponde a la provincia de Jujuy, ahondando en la estructura de los recursos florísticos y las particularidades de la cadena trófica del área. Se hace hincapié en las características etológicas de las especies de camélidos silvestres (*Vicugna vicugna* y *Lama guanicoe*) y domésticos (*Lama glama* y *Lama pacos*) que ocupan el área, examinando particularmente sus hábitos territoriales y alimenticios.

El capítulo 3 se expone sobre los antecedentes del problema considerando las investigaciones previas que estudian la relación de los grupos humanos con los camélidos y las estrategias de movilidad empleadas por las comunidades pastoriles andinas, en el presente y en el pasado, desde numerosas líneas de evidencia. Luego se profundiza en las particularidades de los indicadores arqueológicos en relación al proceso de domesticación y las prácticas pastoriles, para posteriormente revisar las distintas evidencias recabadas en el área de estudio y sus cronologías.

En el capítulo 4 se comentan y resumen algunos aspectos teóricos destinados a comprender las estrategias de movilidad y sus características en las sociedades pastoriles, considerando conceptos de la Ecología Humana y la Ecología del Comportamiento. Posteriormente se presentan los datos etnográficos y

etnoarqueológicos recabados en el área puneña y particularmente en el departamento de Susques (Jujuy), a fin de discutir la incidencia de los pastores en la territorialidad y la alimentación de los camélidos domésticos que integran sus rebaños.

A continuación, en el capítulo 5 se resumen los antecedentes de la línea de investigación aquí empleada, los isótopos estables, y se explora su aplicación en la resolución de múltiples problemáticas a nivel mundial, y también en nuestro país y en el área andina. En base a la revisión de investigaciones previas desarrolladas en el área de estudio, en esta sección se introducen algunos de los supuestos sobre los que se cimienta esta investigación.

Por otro lado, en el capítulo 6 se presentan los materiales estudiados en esta tesis, acompañados de datos tales como sus áreas de procedencia, y se explicitan los criterios de selección de la muestra, al tiempo que se analizan las escalas y unidades de análisis empleadas. Luego se exponen las técnicas y los procedimientos destinados a la obtención de la información isotópica que será discutida en los capítulos siguientes.

El capítulo 7, entonces, expone los resultados de la implementación de tales técnicas sobre restos óseos correspondientes a las poblaciones de camélidos silvestres y domésticos que han sido muestreadas, para luego identificar ciertos patrones en la variabilidad que exhibe su alimentación y discutir las implicancias de estos resultados.

En el capítulo 8 se retoman algunos aspectos tratados en el capítulo anterior, de tal forma que se definen las variables que intervienen en la dieta de las poblaciones de camélidos silvestres y domésticos. Posteriormente se discute la implementación de este *corpus* de datos como marco de referencia en la evaluación de información isotópica proveniente de contextos arqueológicos a partir de la exposición de un caso de estudio concreto: las arqueofaunas del sitio Cueva Quispe.

Para finalizar, en el capítulo 9 se resumen los datos aquí presentados y sus implicancias, y en última instancia se mencionan las perspectivas a futuro en el marco de esta investigación.

Capítulo 1: Introducción, problema y objetivos

1.1 Introducción

La siguiente tesis constituye un estudio de las relaciones entre los grupos humanos y las poblaciones de camélidos que habitan en la Puna de Jujuy, con particular interés en las estrategias de movilidad empleadas por las comunidades pastoriles que explotan dichos recursos animales. El objetivo de esta investigación consiste en generar un modelo que combine la información gestada en la actualidad desde la etnoarqueología con los datos de isótopos estables obtenidos sobre materiales óseos correspondientes a camélidos silvestres y domésticos. Con esto se busca identificar las variables que intervienen en la dieta de las poblaciones actuales de camélidos, a fin de establecer cómo las estrategias de movilidad pastoril, que establecen un uso complementario de las áreas de pasturas, se reflejan en la dieta de los animales que integran los rebaños. Esta investigación generará también datos isotópicos sobre elementos óseos correspondientes a camélidos silvestres, con el objetivo de comparar estos valores con aquellos logrados sobre especímenes domésticos, a fin de determinar el grado de intervención humana en la alimentación de estos últimos. El objetivo final de esta tesis consiste en presentar y discutir un *corpus* de datos que opere como marco de referencia en la interpretación de aquella información isotópica proveniente de contextos arqueológicos.

Este trabajo presenta y analiza valores de $\delta^{13}\text{C}$ obtenidos sobre colágeno óseo, contemplando las distintas variables que intervienen en la alimentación de los camélidos silvestres y domesticados que ocupan este sector de la Puna. En este sentido, serán discutidos los hábitos territoriales y alimenticios de las poblaciones de camélidos silvestres, contemplando su preferencia por ciertos parches vegetacionales y especies vegetales. Al mismo tiempo, estos aspectos serán comparados con las variables que intervienen en la alimentación de los rebaños de camélidos domésticos, tales como la movilidad practicada por los pastores y la selección de las pasturas para sus animales. Al evaluar estos datos, se apunta a establecer cómo se reflejan estas variables en los datos isotópicos, a fin de comprender las relaciones causales detrás de estos datos, con el objetivo final de crear un modelo que contemple estas mismas variables en contextos

pastoriles del pasado y que pueda ser empleada al evaluar problemáticas tales como la movilidad pastoril en momentos prehispánicos.

1.2 Problema

Inicialmente, las investigaciones llevadas a cabo en el área andina destinadas a comprender el modo de vida de las comunidades pastoriles a través del tiempo otorgaron una atención fragmentaria al tema de la movilidad (Medinaceli 2005). Recién a partir de la segunda mitad del siglo XX, se han llevado a cabo estudios orientados a dilucidar el por qué de la movilidad pastoril y sus características fundamentales desde diferentes disciplinas tales como la etnohistoria (Murra [1972] 1975, 1985a, 1985b), la etnografía (Browman 1974, Gundermann 1984, Harris 1985) y la arqueología (Browman [1977] 1980, Núñez y Dillehay [1978] 1995, 1988).

Sin embargo, hasta el momento, la mayor parte de los trabajos realizados en el área andina, y particularmente en los Andes Centrales, se han enfocado en sociedades agropastoriles, en las cuales la subsistencia viene determinada por la combinación de las actividades de pastoreo y cultivo, teniendo este último un papel fundamental dentro de la toma de decisiones humanas, y por ende, en las estrategias de movilidad empleadas por estos grupos. En este sentido, podemos hablar de una perspectiva “agro-céntrica” (Lane 2006) prevaleciente en la arqueología y la etnografía del área andina que debe ser contrarrestada a partir de la generación de datos que provengan de áreas en las que la agricultura no ocupe el rol central dentro de las estrategias de subsistencia (Yacobaccio *et al.* 1997-1998).

Por otro lado, estas investigaciones en general se han orientado a comprender la movilidad de estas sociedades a gran escala, enfatizando sus vínculos de intercambio con comunidades de otras áreas, destacando el rol de los pastores como articuladores entre grupos y espacios, a través de su participación en caravanas de larga distancia (Núñez y Dillehay [1978] 1995). Es decir que hasta el momento se ha investigado la movilidad en términos de la interacción que las comunidades pastoriles mantienen con otros grupos a través del caravaneo y el intercambio de productos y bienes, pero no se ha atendido a la movilidad en términos productivos contemplando la necesidad de mantener el rebaño en movimiento. En este sentido, el fin de este trabajo consiste en estudiar la movilidad pastoril desde la óptica de la producción, apuntando a comprender

por qué y cómo los pastores movilizan sus rebaños, concentrándonos en las consecuencias que estas estrategias tienen en la territorialidad y alimentación de los camélidos domésticos que estas comunidades manejan. A través de esta investigación, no se aspira a quitar importancia al intercambio y a la interacción que los pastores mantienen con sociedades de otras áreas, sino más bien a comprender el papel que la movilidad cumple dentro del pastoreo cotidianamente y en el marco de la reproducción de los medios de subsistencia.

Hasta el momento, uno de los problemas al estudiar el pastoreo como estrategia de subsistencia, y particularmente en contextos arqueológicos, ha sido la definición de los rangos de movilidad y la comprensión del uso de los distintos espacios, tales como las áreas de pastura (Chang y Koster 1986). Este trabajo contempla la problemática desde una disciplina de reciente desarrollo, la ecología isotópica, la cual a partir de la obtención de valores de isótopos estables medidos sobre tejidos animales, y considerando la distribución particular de las especies vegetales en el área de estudio y su particular señal isotópica, permite conocer las preferencias alimenticias y territoriales de los camélidos silvestres y domésticos. A través de la producción de nueva información y la discusión de datos generados por investigaciones previas, esta tesis busca examinar la existencia de diferencias dietarias entre las poblaciones silvestres y domésticas, permitiendo determinar la importancia de la intervención humana en la selección de pasturas y la existencia de territorios específicos de pastoreo utilizados por los grupos humanos que habitan en la Puna de Jujuy en la actualidad.

1.3 La propuesta de esta tesis

Como punto de partida, se debe mencionar que la información aquí presentada integra datos ya publicados por otros investigadores (Fernández *et al.* 1991, Fernández y Panarello 1999-2001a, 1999-2001b) y otros generados en el marco de esta investigación (Yacobaccio *et al.* 2009, Yacobaccio *et al.* 2010) acompañados de algunos datos que aún no han sido publicados (Samec en prensa). Estos trabajos previos discuten algunas de las variables que intervienen en la alimentación de las poblaciones domésticas y silvestres de camélidos de la Puna Jujeña, pero no ahondan en el papel que

la movilidad pastoril juega en la alimentación y el comportamiento territorial de las primeras en comparación con las segundas.

En lo que respecta a las características de la flora puneña, investigaciones anteriores han establecido que la composición de las distintas comunidades vegetacionales utilizadas por los pastores y sus rebaños viene determinada por la variable altitudinal (Cabrera 1957, Ruthsatz y Movia 1975). En esta tesis se discutirá cómo esta variable se refleja en los valores isotópicos obtenidos sobre colágeno óseo de camélidos domesticados que habitan en distintas cotas altitudinales de la Puna Jujeña, retomando aspectos ya esbozados en trabajos anteriores (Fernández y Panarello 1999-2001a, Samec en prensa, Yacobaccio *et al.* 2009). Por otro lado, estas comunidades cuya composición florística viene determinada por la altitud, son también las áreas de alimentación de las poblaciones de camélidos silvestres, las cuales también serán consideradas dentro de esta investigación (Fernández y Panarello 1999-2001a, Samec en prensa, Yacobaccio *et al.* 2010). En este sentido, la muestra seleccionada para ser medida, tanto en lo que se refiere a la población de camélidos silvestres como la de camélidos domésticos, provendrá de distintas cotas altitudinales, a fin de integrar esta importante variable en el análisis de la dieta de estos animales y en la discusión de la movilidad de las comunidades pastoriles.

En lo que se refiere a la movilidad pastoril en la Puna de Jujuy actualmente, investigaciones precedentes han establecido que las comunidades pastoriles desarrollan una estrategia de movilidad que involucra distintos sitios localizados en altitudes variables, dictada por la utilización complementaria de ambientes contiguos en el espacio en función de la productividad diferencial de pasturas (Yacobaccio *et al.* 1998, Yacobaccio 2007). En consecuencia, y en relación a la alimentación de los rebaños, podemos afirmar que la dieta de los camélidos domésticos se ve determinada por la composición vegetal de estos ambientes en los que se alimentan, cuya combinación viene establecida a su vez por las estrategias de movilidad de los pastores (Yacobaccio 2001b, 2007). Considerando este aspecto, la información que esta investigación se propone generar y analizar permitirá delinear, a través de la medición de valores isotópicos, las variables que intervienen en la dieta de los camélidos domésticos, y al mismo tiempo ajustar la relación que existe entre la movilidad pastoril y los hábitos alimenticios de estas poblaciones.

Al mismo tiempo, y con el objetivo de comprender el papel de los pastores en la selección de las pasturas para sus rebaños, la dieta de los camélidos domésticos será comparada con la de los especímenes silvestres de la misma área, los cuales también practican un uso complementario de los distintos parches vegetacionales (Arzamendia y Vilá 2003, Contreras *et al.* 2006), evidenciando asimismo la influencia de la variación altitudinal en sus valores isotópicos. Además de su utilización como “población de control”, la obtención de datos isotópicos sobre especímenes silvestres permitirá caracterizar el mosaico vegetacional en el que se alimentan y aportar al conocimiento de los factores que intervienen en su selectividad, es decir, en la elección dietaria que realizan en función de las especies vegetales presentes y su disponibilidad. Esta información podrá ser utilizada para evaluar las estrategias de caza empleadas en el pasado, evaluando la procedencia de estos recursos cinegéticos en relación a la localización de los sitios arqueológicos, si bien este aspecto trasciende los objetivos actuales de esta tesis.

1.4 Objetivos

El objetivo fundamental de esta tesis consiste en analizar la variabilidad que exhibe la dieta de las poblaciones de camélidos silvestres y domésticos actuales que habitan la porción oeste de la Puna Seca desde los isótopos estables como línea de evidencia. Particularmente, nos interesa comprender la variación en la alimentación de estas poblaciones a nivel interespecífico e intraespecífico, en un gradiente espacial, enfatizando el papel de la altitud como variable. Para esto se presentan y discuten valores de $\delta^{13}\text{C}$ medidos sobre colágeno de huesos de distintos individuos correspondientes a las especies *Vicugna vicugna*, *Lama guanicoe*, *Lama glama* y *Lama pacos* procedentes de distintos sectores de la Puna Jujeña. En base a la información presentada por estudios previos (Fernández *et al.* 1991, Fernández y Panarello 1999-2001a, 1999-2001b, Yacobaccio *et al.* 2009, Yacobaccio *et al.* 2010), se espera que ambas poblaciones de camélidos (silvestres y domesticados), evidencien una amplia variabilidad en función de: a) la existencia de ambientes que cuentan con distinta altitud y señal isotópica, en función de la abundancia diferencial de los vegetales C_3 y C_4 , y b) la distinción de las conductas territoriales y alimenticias de las poblaciones domésticas

en relación a las silvestres, dado que las primeras se encuentran sujetas a las prácticas de manejo implementadas por los pastores.

A partir del análisis de estos nuevos datos desde la etnoarqueología y la ecología isotópica, esta investigación aspira a elaborar expectativas sobre los factores determinantes en la dieta de las poblaciones domésticas y silvestres de camélidos susceptibles de haber operado en el pasado. El objetivo final de la investigación consiste en elaborar un modelo que vincule dichas variables con los hábitos alimenticios de los camélidos actuales y pueda ser utilizado como una herramienta con la que se abordará en el futuro la interpretación de los datos arqueológicos en relación a problemáticas tales como las estrategias de movilidad pastoril en el pasado. Es justamente por este motivo que se ha decidido realizar las mediciones isotópicas sobre materiales óseos y no sobre otros tejidos, debido a su alta representatividad en contextos arqueológicos.

Entonces, los objetivos son los siguientes:

Objetivo general: Establecer la naturaleza de las relaciones entre los grupos humanos y las poblaciones de camélidos domésticos en la Puna de Jujuy, evaluando la incidencia de distintas variables en el comportamiento territorial y dietario de estas últimas.

Objetivos específicos:

- 1) Comparar la dieta de camélidos domésticos y silvestres para determinar los factores relevantes que inciden actualmente en la dieta de ambas poblaciones animales.
- 2) Elaborar expectativas sobre los factores determinantes en la dieta de las poblaciones domésticas y silvestres de camélidos susceptibles de haber operado en el pasado.

Objetivos particulares que se desprenden del objetivo específico 1:

- 1) Establecer la incidencia de la variación altitudinal en la alimentación de camélidos actuales, tanto silvestres como domésticos.

- 2) Establecer el grado de diferenciación entre los especímenes silvestres y los domésticos actuales con el fin de comprender la naturaleza de la intervención humana en el comportamiento territorial y dietario de la especie doméstica.

Metas

- 1) Obtener valores de isótopos estables $-\delta^{13}\text{C}$ - en colágeno óseo de camélidos actuales domésticos, correspondientes a distintas cotas altitudinales dentro de la Puna de Jujuy.
- 2) Obtener valores de isótopos estables $-\delta^{13}\text{C}$ - en colágeno óseo de camélidos actuales silvestres, correspondientes a distintas cotas altitudinales dentro de la Puna de Jujuy.
- 3) Integrar y discutir la información generada con el *corpus* de datos que existe para el área (Fernández *et al.* 1991, Fernández y Panarello 1999-2001a, 1999-2001b, Samec en prensa, Yacobaccio *et al.* 2009, 2010).

Expectativas:

- 1) Los datos isotópicos $-\delta^{13}\text{C}$ - obtenidos sobre colágeno de hueso de camélidos domésticos correspondientes a sitios pastoriles actuales con distintas cotas altitudinales localizados en la Puna de Jujuy reflejarán en forma promediada la composición vegetal de los ambientes utilizados por las comunidades pastoriles y su relación con la variable altitudinal.
- 2) Los datos isotópicos $-\delta^{13}\text{C}$ - obtenidos sobre colágeno de hueso de camélidos silvestres correspondientes a sitios actuales con distintas cotas altitudinales en la Puna de Jujuy reflejarán en forma promediada la composición vegetal de los ambientes utilizados por estas poblaciones animales y su relación con la variable altitudinal.

Para finalizar se debe destacar la importancia de esta investigación, destinada a lograr una mejor comprensión de la relación de los grupos humanos con los camélidos en la Puna de Jujuy. En este sentido, a través de la obtención de valores de $\delta^{13}\text{C}$ medidos sobre materiales óseos de llamas, alpacas, vicuñas y guanacos se discutirán las variables que intervienen en la dieta y en la movilidad de estas especies. Finalmente con estos datos, se delinearán un modelo que integre estas variables y genere expectativas aplicables a escenarios prehistóricos, el cual será contrastado en un futuro a través del

análisis de restos óseos provenientes de contextos arqueológicos. De tal forma, este trabajo constituye un importante aporte inicial al estudio de la movilidad pastoril prehispánica para esta región desde la ecología isotópica.

Capítulo 2: El ecosistema puneño

2.1 Características geográficas y climáticas

En términos geográficos el área puneña comprende las tierras altas de la Argentina situadas entre los 22° y los 27° de latitud Sur y entre los 65° y los 68° de longitud Oeste, y cuenta con una altitud que supera los 3000 msnm, con un promedio entre los 3600 y los 3800 msnm (Olivera 1991). Esta región de nuestro país corresponde al sector más austral de la Puna de Atacama, entendida a su vez como una continuación del Altiplano Peruano-Boliviano. De tal forma, la Puna Argentina abarca los sectores más occidentales de las Provincias de Jujuy, Salta, Catamarca, y según los límites que se consideren también comprende ciertas porciones de La Rioja y San Juan.

La región se caracteriza por un clima árido y frío, el cual determina el desarrollo de un bioma de desierto de altura (Muscio 1998-1999), en el que se desarrollan distintas comunidades vegetales determinadas fundamentalmente por la variable altitudinal (Cabrera 1957). Considerando el clima, debemos mencionar que existe una importante variación diaria en la amplitud térmica, la radiación solar diurna es alta debido a la altura y la presión se caracteriza por ser baja (Buitrago y Larrán 1994). Al mismo tiempo, el área sufre una marcada estacionalidad fijada por un régimen de precipitaciones estivales escasas e irregulares, cuyos valores se encuentran entre los 0 y 340 mm anuales, disminuyendo con el incremento de la latitud y también en dirección Noreste-Suroeste (Bianchi *et al.* 2005). Los recursos acuíferos se distribuyen de manera irregular en el espacio, existiendo una red hidrográfica endorreica pobremente desarrollada en general debido a la escasez de precipitaciones producto de sus características orográficas. De tal forma, los cauces permanentes y semipermanentes ostentan un bajo caudal y dependen de la temporada de deshielo o de la existencia de cauces subterráneos (Morales 2010).

Considerando criterios geográficos, ecológicos y climáticos, fundamentalmente la abundancia de las precipitaciones, se pueden distinguir dos sectores particulares: la Puna Seca o Septentrional, ubicada en el sector Noroeste, la cual se caracteriza por una mayor humedad; y la Puna Salada o Meridional, que posee un clima más árido y cuenta con el desarrollo de grandes extensiones de salares (Cabrera 1976, Santoro y Núñez 1987). Hay quienes marcan la existencia de un área de transición entre ambas Punas que

se denomina Puna Desértica y ostenta precipitaciones menos abundantes que el resto de la Puna Seca (Buitrago y Larrán 1994). Particularmente, la Puna Jujeña abarca sectores de la Puna Seca y la Desértica, y aquí las precipitaciones presentan un gradiente de mayor a menor en sentido Norte-Sur y Este-Oeste, concentrándose principalmente entre los meses de diciembre y marzo (Bianchi *et al.* 2005). Al mismo tiempo existe un gradiente altitudinal en lo que se refiere a las temperaturas medias, de tal forma que se produce el descenso de ésta en un grado centígrado cada 300 metros en los que se incrementa la altitud (Ruthsatz y Movia 1975). Es importante destacar que tanto las precipitaciones como las temperaturas varían en el corto y mediano plazo a partir de alteraciones en las corrientes atmosféricas y oceánicas, entendidas como anomalías, tales como la oscilación El Niño (ENSO) (Morales 2010).

En líneas generales la Puna Argentina constituye un ambiente de alto riesgo, *sensu* Winterhalder y colaboradores (1999), debido a tres factores fundamentales que afectan la disponibilidad de recursos: la alta estacionalidad, la variación impredecible en las precipitaciones y la distribución heterogénea de los mismos. Esto determina un ambiente estocástico y heterogéneo en el que además se reduce la disponibilidad de oxígeno debido a la elevada altitud (hipoxia), aspecto que aumenta los costos de cualquier actividad física, impactando el metabolismo basal de los organismos que habitan la Puna en general (Winterhalder y Thomas 1978). Al mismo tiempo, al ser un desierto de altura su productividad primaria es baja y mayormente se concentra en la temporada estival (Muscio 1998-1999). Para la Puna Seca, el área que nos interesa en este trabajo, Morales (2010) ha calculado una productividad primaria neta de 316.8 g/m² por año, si bien la disposición en mosaico de los parches de recursos determinan que áreas relativamente próximas tengan una productividad primaria dispar, al tiempo que existe un gradiente en el que la productividad aumenta de Sur a Norte y de Este a Oeste.

Particularmente este trabajo se enfocará en las evidencias etnoarqueológicas y ecológicas recabadas en el área que rodea al actual pueblo de Susques, la capital del departamento homónimo, en la provincia de Jujuy. Esta localidad se encuentra situada en la Puna Desértica, en las cercanías de la confluencia de los ríos Pastos Chicos y Susques, delimitada hacia el Este por la Sierra de Cobres y al Oeste por la Sierra de Taire (Yacobaccio 2007). El clima se caracteriza por ser frío y seco con la presencia de lluvias estacionales que ocurren principalmente, y al igual que en el resto de la Puna, durante el verano, es decir entre diciembre y marzo. La precipitación media es de 190 mm anuales (Bianchi *et al.* 2005), pero cabe mencionar la existencia de importantes

variaciones de año a año, siendo frecuentes los períodos de sequía (Yacobaccio 2007). La temperatura media es de 7,5°C, si bien el área es afectada por una considerable amplitud térmica diaria debido a que se encuentra por encima de los 3600 msnm de altitud.

2.2 Recursos

2.2.1 Flora

Es importante tener en cuenta, al considerar el arreglo espacial de las comunidades vegetales en la Puna, que la distribución de los recursos no es homogénea, existiendo parches (*patches*) que representan concentraciones de los mismos (Muscio 2004). Estos parches son denominados Zonas de Concentración de Nutrientes (ZCN) en oposición a otras áreas en las que los recursos se encuentran dispersos o directamente son inexistentes (Yacobaccio 1994).

La vegetación de esta región comprende principalmente especies xerofíticas que conforman tres tipos básicos de comunidades vegetales: tolares, pajonales y vegas, las cuales exhiben una amplia variabilidad interna (Arzamendia 2008, Cabrera 1976). Ruthsatz y Movia (1975) consideran la existencia de dos grandes provincias en términos florísticos: la Altoandina, ubicada por encima de los 4100 msnm; y la Puneña, abarcando aquellos espacios que se ubican por debajo de dicha altitud. La primera de estas provincias representa una estepa de gramíneas de hojas duras dividida a su vez en tres pisos: en las áreas superiores se encuentran algunos arbustos de pedregal; en el área intermedia vegetación propia de pastizal de altura y en la inferior las mismas hierbas perennes conviven con algunas especies de arbustos compuestos (Ruthsatz y Movia 1975). Por otra parte, la provincia Puneña constituye una estepa arbustiva con vegetación xerófila bastante variable, en la que las asociaciones de especies arbustivas y herbáceas dependen de condiciones tales como el clima, la topografía y las características de los suelos en cada área específica (Ruthsatz y Movia 1975).

Particularmente, en la Puna Jujefia se manifiestan estas mismas comunidades vegetales, las cuales concuerdan con la existencia de una “zonación climática vertical” (Fernández y Panarello 1999-2001a) determinada por la variable altitudinal. Dichas comunidades se resumen como:

Tolar: Representado por una estepa arbustiva, conforma una formación leñosa baja, dominada por especies como: tola (*Parastrephia lepidophylla*), tolilla (*Fabiana densa*) y algunas poáceas (*Festuca ortophylla* por ejemplo). Cuenta también con algún desarrollo de gramíneas y se sitúa entre los 3400-3900 msnm. Coincide con la llamada “Provincia fitogeográfica Puneña” (Cabrera 1957).

Pajonal: Esta comunidad vegetal constituye una formación herbácea, en la que predominan las gramíneas perennes tales como *Festuca ortophylla*, *Festuca chrysophylla* y *Poa gymnantha*. Conforman una estepa semidesértica que se ubica entre los 4100-4700 msnm y también se lo denomina “Provincia fitogeográfica Altoandina” (Cabrera 1957, 1976).

Vegas: Son también denominadas “bofedales” (Gundermann 1984 para la vertiente occidental) y representan las áreas de mayor productividad primaria en toda la Puna, ya que ostentan una alta densidad vegetal por unidad de área, resultando ampliamente atractivas para la biomasa animal (Morales 2010). En estas se desarrollan especies que pertenecen a las familias Cyperaceae, Poaceae y Asteraceae. Estas conforman un tapiz vegetal compacto y siempre verde, integrado mayormente por especies rizomatosas (por ejemplo *Hypsella oligophylla* y *Werneria pygmaea*) que requieren de humedad continua. Estos pequeños parches de entre 4 y 6 ha de extensión, difícilmente podrían desarrollarse únicamente a partir del aporte pluvial, por lo que a menudo se encuentran asociados a ríos o arroyos de régimen endorreico que se mantienen activos aún durante la temporada seca (Morales 2010). Estas comunidades son consideradas “azonales” ya que se desarrollan independientemente de la altitud, interrumpiendo de manera acotada en el espacio a las comunidades anteriores (Gundermann 1984). Al parecer, existen diferencias en la génesis y el desarrollo de aquellas vegas que se localizan por debajo de los 4000 msnm de altitud y las que se encuentran por encima de dicha cota, en relación a las características de los suelos en los que se desarrollan estos parches productivos (Morales 2010). Particularmente en nuestra área de estudio, el departamento de Susques en Jujuy, las vegas se encuentran ubicadas mayormente a una altitud de 3600-3700 msnm y se localizan tanto en las desembocaduras como en las cabeceras de pequeñas quebradas (Yacobaccio 2007).

Ecotono tolar-pajonal: En ellos interactúan arbustos y gramíneas, de tal forma que poseen una composición compleja y variable. Estas áreas transicionales, también denominadas “estepas mixtas”, se ubican entre los 3900-4100 msnm de altitud (Yacobaccio 2007). Es importante destacar que los límites entre las distintas comunidades vegetacionales aquí consideradas dependen también de las geoformas locales que modelan la influencia de las precipitaciones y el viento en cada área particular, por lo que la altura en la que se manifiesta el ecotono tolar-pajonal variará en función de las mismas.

2.2.2 Fauna

La Puna Argentina se encuentra habitada por animales adaptados a la aridez extrema que caracteriza a este ambiente, motivo por el cual pocos ungulados ocupan estas áreas. Ente estos se destaca la presencia de los camélidos como los mamíferos herbívoros por excelencia, entre los que encontramos especímenes silvestres como la vicuña (*Vicugna vicugna*) y el guanaco (*Lama guanicoe*); y la llama (*Lama glama*) como representante de los camélidos domésticos. La presencia de la otra especie doméstica, la alpaca (*Lama pacos*), en nuestro país ha sido cuestionada tanto para tiempos prehistóricos como en la actualidad (Mengoni Goñalons y Yacobaccio 2006), sin embargo se encuentra documentada una población en el área de Miraflores, Jujuy, cuyos datos serán discutidos en este trabajo (Fernández y Panarello 1999-2001a). (Ver capítulo 7).

A su vez encontramos un cérvido, la taruca (*Hypocamelus antisensis*) que pudo haber representado un recurso atractivo para los grupos humanos en el pasado pero que siempre se presenta en bajas frecuencias en el registro, debido a su distribución restringida y baja densidad (Olivera 1997). Actualmente esta especie conforma poblaciones relictuales localizadas principalmente en el Este de la Puna, en la zona de Valle Grande en la Provincia de Jujuy. Al mismo tiempo podemos mencionar la presencia de roedores pequeños tales como el *Ctenomys sp.*, y grandes, como la vizcacha (*Lagidium sp*) y la chinchilla (*Chinchilla laniger*), ésta última localmente extinta. En diversos sectores de la Puna también podemos encontrar aves grandes, tanto corredoras como el suri (*Pterocnemia pennata sp.*) como también habitantes de lagunas como flamencos (*Phoenicopterus andinus* entre otros), guayatas (*Chloephaga*

melanoptera) y patos (*Anas* spp). Por otro lado, quienes coronan la cadena trófica son los carnívoros, tales como el puma (*Felis concolor*), el gato andino (*Oreailurus jacobita*), el gato de pajonal (*Oncifelis concolor*) y dos especies de zorros: gris (*Pseudalopex griseus*) y colorado (*Lycalopex culpaeus*).

Como ya hemos mencionado, las especies más importantes y abundantes, y de mayor utilidad para los grupos humanos, tanto en el pasado como en el presente, constituyen los camélidos. Por este motivo, el siguiente apartado realizará una revisión de las características etológicas y, particularmente, de los hábitos alimenticios de las especies incluidas dentro de la familia Camelidae, los cuales serán considerados al explicar los datos isotópicos presentados más adelante. (Ver tabla A 1 para un resumen de las especies vegetales consumidas por guanacos, vicuñas y llamas que habitan en el área de estudio).

2.3 Etología de camélidos

Especies silvestres

2.3.1 *Vicugna vicugna*:

Esta especie habita únicamente en zonas de gran altitud, restringiendo su distribución a lo largo del área andina entre los 9° 30' y los 29° de latitud Sur ocupando preferentemente sitios con desarrollo de vegetación punefia entre los 3000 y los 4800 msnm (Koford 1957, Laker *et al.* 2006, Wheeler 1995). Estudios zooarqueológicos recientes han determinado que su distribución era mucho mayor en el pasado, llegando hasta el extremo Sur del continente (Wheeler 2006). La capacidad de la vicuña de ocupar estas altitudes variables se explica apelando las características de su sistema cardiovascular, aspecto que ha llevado a investigadores a afirmar que esta especie constituye el camélido sudamericano mejor adaptado a la altura (Jürgens *et al.* 1988). Al mismo tiempo, es el camélido silvestre de menor tamaño y se caracteriza por una morfología grácil y estilizada, promediando los 35-45 kg de peso, si bien algunos autores mencionan especímenes de hasta 65 kg (ver citas en Wheeler 2006).

Por otra parte, esta especie puede consumir distintos tipos de vegetación, aunque parece inclinarse al consumo de vegetación herbácea, seleccionando como principal

recurso alimenticio gramíneas cortas y hierbas, aunque eventualmente puede ramonear en los tolares (Borgnia *et al.* 2010, Koford 1957, Mosca Torres y Puig 2010). Al parecer utilizan estas comunidades a fin de obtener proteínas específicas al término de la estación lluviosa, cuando estos ofrecen una vegetación de mejor calidad que las vegas (Benítez *et al.* 2006). A raíz de esto, algunos investigadores como Borgnia y coautores (2010) consideran a las vicuñas como “variable grazers” (pastadores variables), que si bien invierten mayor tiempo de forrajeo en áreas inundables como las vegas, pueden pastar en todas las comunidades vegetacionales de la Puna. A pesar de esta flexibilidad en la dieta de esta especie se registra una mayor abundancia de especies vegetales C₄ que de C₃ (Borgnia *et al.* 2008, 2010). La preferencia que exhibe este camélido silvestre por áreas con recursos hídricos estables se relaciona con la necesidad de consumir agua diariamente, en oposición al guanaco que puede hacerlo de manera más esporádica (Vilá y Cassini 1994). Sin embargo, al margen de su dependencia con respecto a los recursos hídricos y de su territorialidad, es importante destacar que algunas poblaciones de vicuñas utilizan distintas comunidades vegetacionales para alimentarse, alternándolas estacionalmente (Arzamendia y Vilá 2003).

Por otro lado, la organización social de esta especie constituye un arreglo bastante rígido, en el que la estructura de los grupos sociales se mantiene constante: grupos familiares poligínicos, tropillas de solteros y machos solitarios (Franklin 1978, Vilá 2000). Ahora bien, a nivel territorial, los grupos familiares en los que se organizan las vicuñas, integrados regularmente por un macho y 4 o 5 hembras y sus crías, están concentrados en los parches que presentan mayor cobertura vegetal, preferentemente asociados a fuentes de agua permanente. Estos grupos, estables durante todo el año, son altamente territoriales, llegando a defender las áreas que cuentan con mejores pasturas de otros individuos ajenos al grupo (Mosca Torres y Puig 2010). De tal forma, el territorio a cargo de un macho suele incluir un dormitorio en un sector alto, un área de alimentación en una zona más baja y una fuente de agua (Wheeler 2006) aunque existe una gran variabilidad en el rango de estos territorios (Vilá 2000). Por otra parte, los machos solteros conforman grupos separados, con un promedio de 22 individuos, que se mueven en las áreas marginales o en territorios que han dejado vacantes temporariamente los grupos familiares (Arzamendia 2008, Borgnia *et al.* 2006).

2.3.2 *Lama guanicoe*:

Los guanacos representan una especie silvestre con una distribución mucho más extensa que las vicuñas, abarcando en ambas vertientes de los Andes una extensión desde el Perú hasta Tierra del Fuego, entre los 8° y los 55° de latitud S (González *et al.* 2006). Al mismo tiempo, abarca un amplio rango altitudinal, ya que se han encontrado guanacos desde el nivel del mar hasta los 5200 msnm (Wheeler 1991), aunque en nuestra área de estudio solo pueden ser localizados por encima de los 3900 msnm (Morales 2010). Su tamaño corporal es variable, aunque grande, viéndose afectado por las variaciones latitudinales de tal forma que los ejemplares que habitan en Tierra del Fuego se caracterizan por un mayor porte en oposición a los más pequeños que se encuentran en los Andes Centrales (Mengoni Goñalons y Yacobaccio 2006).

En lo que se refiere a su estructura demográfica esta especie se organiza en grupos familiares constituidos por un macho, varias hembras y las crías de menos de 15 meses, separados de los machos solitarios y de los grupos de solteros compuestos de individuos sexualmente inmaduros (Puig y Videla 1995). Las características particulares de su estructura social dependerán de su movilidad, que varía en función de la estructuración de los recursos en el área ocupada, existiendo grupos migratorios o no migratorios, que defienden territorios estables de manera estacional o permanente, respectivamente. Dentro de los primeros, algunas investigaciones establecen que los factores que regulan la movilidad de estas poblaciones son el clima y la estacionalidad del forraje consumido, a los que se suma la presencia humana y sus actividades ganaderas en determinadas áreas (Contreras *et al.* 2006).

En cuanto a sus hábitos alimenticios el guanaco es considerada una especie generalista ya que puede consumir tanto vegetación arbustiva como herbácea, encontrándose asociada a comunidades vegetacionales tales como estepas arbustivas o pastizales desérticos (Elkin 1996). Estudios llevados a cabo en la Payunia, Mendoza, han revelado que si bien estas poblaciones alternan el consumo de especies herbáceas y arbustivas en función de la disponibilidad, se registra una preferencia por los pastos, de forma que los arbustos son consumidos cuando estos últimos escasean (Puig *et al.* 1996, 2001).

Particularmente en el área andina se localiza la subespecie *Lama guanicoe cacsilensis*, la cual tiene una buena representación arqueológica en numerosos sitios de la región, pero que actualmente solo puede ser encontrada en áreas acotadas y en pequeñas poblaciones. En todo el territorio al Norte del río Colorado, se estima que la densidad de esta especie oscila en 1 individuo/km² y particularmente en la Provincia de

Jujuy la misma es de 0,34 individuo/km² (Morales 2010). Este último aspecto, sumado a la variabilidad que ostentan los patrones de movilidad de la especie, dificultan enormemente la obtención de muestras actuales, por lo que esta investigación ha generado valores isotópicos únicamente sobre especímenes de *Vicugna vicugna* como representantes de los camélidos silvestres del área de estudio. Sin embargo, serán considerados en la discusión y en el planteo del modelo, datos isotópicos generados sobre tejidos de guanacos del área que han sido publicados por otros investigadores (Fernández y Panarello 1999-2001a).

Especies domésticas

2.3.3 *Lama glama*:

Investigadores como Browman (1974) y Gundermann (1984) destacan la capacidad de adaptación a este ambiente riguroso exhibida por los camélidos domésticos en general, y por la llama, en particular. Esta última es considerada por Mengoni Goñalons y Yacobaccio (2006) como la forma doméstica más versátil debido al amplio rango territorial que ocupa a lo largo de gran parte del área andina, entre los 2 y los 27° de latitud Sur. Actualmente se encuentra relegada a ambientes que cuentan con cierta altitud a menudo situados entre los 2300 y 4700 msnm y asociados al desarrollo de vegetación arbustiva, de pastizal o mixta, si bien en el pasado esta especie habría abarcado una mayor extensión territorial llegando hasta las costas del Pacífico por el Oeste y a tierras más bajas por el Este (Yacobaccio 2001b). Hoy en día, la llama representa el camélido doméstico de mayor tamaño y autores como Mengoni Goñalons (2008) documentan su utilización como fuente de comida, cuero, fibra, abono y también como animal de carga a lo largo de toda la Puna. En la actualidad existen dos variedades de llamas: la ccara y la chaku, siendo esta última la que se caracteriza por producir una lana más fina, si bien ambos tipos pueden ser utilizados como bestias de carga (Mengoni Goñalons y Yacobaccio 2006).

En cuanto a la alimentación esta especie cuenta con ciertas ventajas adaptativas tales como la capacidad de hacer uso comestible de los distintos parches mencionados, ya que puede consumir tanto vegetación herbácea como arbustiva, por lo que se la considera una especie generalista (Yacobaccio 2001b). Esto tiene implicancias a nivel

isotópico, dada la capacidad de esta especie de consumir y digerir tanto vegetales C_3 como C_4 (Robinson *et al.* 2006). Al mismo tiempo, no necesita ingerir agua diariamente por lo que puede permanecer durante días en áreas donde esta no abunda, como los pajonales, incluso sin supervisión humana (Yacobaccio 2007).

En cuanto a su comportamiento social, este se encuentra moldeado por la intervención humana, la cual en aras de evitar conflictos internos en los rebaños, mantiene solo unos pocos machos como “capones” destinados a inseminar a las hembras mientras que el resto de ellos son castrados para volverlos más dóciles. En lo que se refiere a la territorialidad, si bien los grupos de llamas pueden desplazarse por el territorio sin supervisión humana durante días, los pastores los vigilan y cuidan que su rebaño no traspase los límites de las pasturas correspondientes a la unidad doméstica. (El comportamiento territorial y alimenticio de esta especie será desarrollado con profundidad en el capítulo 4).

2.3.4 *Lama pacos*:

La alpaca como representante de la familia *Camelidae* es la especie doméstica con la distribución más restringida en el área andina, entre los 8° y 20° de latitud Sur y entre los 4300 y los 4800 msnm de altitud, debido a ciertos aspectos que la vinculan a ambientes con mayor humedad relativa, especialmente los bofedales del Norte de Chile y del Centro y Sur del Perú (Flores Ochoa 1982). Al mismo tiempo constituye la especie doméstica de menor tamaño, utilizada principalmente por los pastores andinos como productora de fibra (Mengoni y Yacobaccio 2006). Por otro lado, no se han encontrado evidencias de su presencia en territorio argentino, ni en tiempos actuales ni en el pasado (Elkin 1996, Olivera y Elkin 1994, Yacobaccio *et al.* 1997-1998). En este sentido Lavallé y colaboradores (1997) reportan presencia de dientes de alpaca en el sitio Tomayoc, en la Puna de Jujuy, pero Mengoni Goñalons y Yacobaccio (2006) desestiman estos datos. Es por este motivo que nuestra investigación presentará datos isotópicos de la especie *Lama pacos* publicados por Fernández y Panarello (1999-2001a) pero estos no serán integrados en la discusión del modelo que esta tesis pretende proponer y aplicar posteriormente a la resolución de problemáticas arqueológicas propias de la Puna Argentina.

Entonces, teniendo en cuenta la información etológica recabada hasta el momento en cuanto a la territorialidad y la alimentación de las cuatro especies de camélidos sudamericanos, se procederá al estudio de su variabilidad dietaria desde la ecología isotópica, como una forma de construir un marco de referencia útil al considerar las estrategias de movilidad de las comunidades pastoriles puneñas en el pasado.

Capítulo 3: Antecedentes del problema

3.1 La relación entre los grupos humanos y los camélidos

En nuestro país, se han llevado a cabo investigaciones que analizan las relaciones entre los grupos humanos y las poblaciones de camélidos para distintos períodos y ecosistemas desde numerosas líneas de evidencia (De Nigris 2004, Elkin y Rosenfeld 2001, Grant Lett-Brown 2008, Izeta 2004, Mengoni Goñalons 1999, 2001, 2007, 2008, Mengoni Goñalons y Yacobaccio 2006, Olivera 1997, 2001a, Olivera y Elkin 1994, Yacobaccio 1996, 2001a, 2001b, 2003, 2004, Yacobaccio *et al.* 1997-1998, por mencionar algunos). Particularmente en la región bajo estudio los camélidos se perfilaron como un recurso crítico desde las primeras ocupaciones humanas (Olivera 2001a, Olivera y Elkin 1994), sustentando en tiempos tardíos la única estrategia de domesticación de mamíferos de gran tamaño de las Américas (Mengoni Goñalons 2007). Por otro lado, considerando los tipos de relaciones que los grupos humanos pueden entablar con las poblaciones animales, y particularmente los camélidos, Yacobaccio (2001b) menciona tres variantes relevantes en la historia andina: predación, protección y domesticación.

En cuanto al proceso de domesticación existen grandes controversias relacionadas con los siguientes aspectos: los mecanismos biológicos y culturales que guiaron el proceso de domesticación (Bonavia 1996, Browman 1974, Lynch 1967, 1980, Mengoni Goñalons 2008, Mengoni Goñalons y Yacobaccio 2006, Wheeler *et al.* 1976, Wing 1972, 1977, Yacobaccio 2001b, 2003, 2004, Yacobaccio *et al.* 1997-1998, entre otros), la existencia de uno o más focos en el área andina para el surgimiento de estas actividades y el momento en que se inició el proceso en cada uno de ellos (Bonavia 1996, Mengoni Goñalons 2008, Núñez 1981, Olivera y Elkin 1994, Yacobaccio 2001b, entre otros), y las causas de la implementación de dichas estrategias por parte de los grupos humanos (Bonavia 1996, Browman 1974, Kent 1988, Mengoni Goñalons y Yacobaccio 2006, Olivera y Elkin 1994, Wing 1986, Yacobaccio 2001b, 2003, 2004, Yacobaccio *et al.* 1994, 1997-1998, entre otros). Existe otra arista en la discusión que presenta posiciones en conflicto: el carácter doméstico de las especies *Lama glama* y *Lama pacos*. Numerosos especialistas están de acuerdo en afirmar que

un animal domesticado es aquel sobre el que existe un absoluto control humano sobre su alimentación, reproducción y comportamiento territorial (ver por ejemplo Clutton-Brock 1987, Yacobaccio 2001b). Para mantener este control, los rebaños domésticos permanecen en cautiverio, aislados de aquellas especies silvestres emparentadas, generándose cambios en el fenotipo y en el comportamiento, que involucran principalmente una disminución en la agresión. En este sentido, Clutton-Brock (1987) y Harris (1996) sostienen que los camélidos sudamericanos nunca llegaron a ser animales domésticos propiamente dichos, considerando por ejemplo, que la intervención de los pastores en la reproducción de los rebaños no es lo suficientemente significativa como para considerar la existencia de un absoluto control humano sobre este aspecto. Por el contrario, Yacobaccio (2001b) define a la llama como una especie doméstica, argumentando que las prácticas pastoriles registradas en la Puna Jujueña representan un control reproductivo que involucra el manejo diferencial de los rebaños, logrando incluso variedades productivas especializadas, como por ejemplo la “llama carguera”. Al respecto, Mengoni Goñalons (2001) también cuestiona la idea de Clutton-Brock (1987) de considerar a los camélidos domésticos como “cautivos explotados”, ya que manifiesta que las características de estos animales permiten reconocerlos como especies modeladas culturalmente en función de las modificaciones anatómicas que exhiben. Esta investigación realizará un importante aporte en esta discusión al considerar el papel de la intervención humana en la alimentación de los camélidos domésticos desde los isótopos estables.

Por otro lado, existen numerosas líneas de evidencia susceptibles de otorgar información destinada a examinar el problema de la relación entre los grupos humanos y los camélidos en el área puneña. Una de ellas se encuentra conformada por los estudios zooarqueológicos, que a través de características morfológicas, métricas y genéticas de los conjuntos faunísticos, permiten evaluar la presencia de animales domésticos y/o silvestres y las estrategias de explotación de los mismos en el registro arqueológico a lo largo del Holoceno tardío en el área puneña (Mengoni Goñalons 2008, Mengoni Goñalons y Yacobaccio 2006, Olivera 2001a, Olivera y Elkin 1994, Yacobaccio 2001b, 2003, 2004, entre otros). Al mismo tiempo, se han realizado estudios en grupos de pastores actuales desde la etnografía a fin de determinar la relación entre la productividad vegetal de los distintos parches y la movilidad anual para el Norte de Chile (Gundermann 1984), o con el objetivo de evaluar las estrategias de

manejo de riesgo (Göbel 1994), de control del ganado dentro del ciclo anual (Göbel 2001) y de uso del espacio (Göbel 2002) para la zona de Huancar en la Puna de Jujuy. Desde la etnoarqueología también se han llevado a cabo investigaciones sobre comunidades pastoriles del área de Susques en la Puna Jujeña, con el fin de dilucidar las características de los depósitos en el presente como una herramienta para evaluar las distintas estrategias de explotación del medio en el pasado y sus manifestaciones espaciales (Madero y Yacobaccio 1994, Yacobaccio 2007, Yacobaccio y Madero 2001, Yacobaccio *et al.* 1998). Estas investigaciones se dedican a observar los sistemas de subsistencia en nuestros días y realizan un aporte que se verá complementado a partir del estudio de ecología isotópica que aquí se propone. (Ver capítulo 4 para una discusión pormenorizada de la información etnográfica y etnoarqueológica.)

3.2 El pastoreo como estrategia de subsistencia y sus implicancias en la movilidad

Dentro de la literatura antropológica y arqueológica se ha definido al pastoreo de diferentes maneras, de tal forma que algunos autores enfatizan la movilidad y el grado de dependencia que las comunidades pastoriles desarrollan respecto a los animales domésticos (Cribb 1991, Dyson Hudson 1972). Otros autores consideran un tercer elemento que caracteriza a las sociedades pastoriles: la tenencia de estos animales como propiedad, marcando una diferencia fundamental con respecto de sistemas cazadores recolectores (Chang y Koster 1986). Dentro de una concepción bastante similar, Salzman (1996) define al pastoreo como la forma de producción que involucra animales entendidos como un capital que en cierta medida se reproduce a sí mismo, puede ser fraccionado fácilmente y es altamente móvil. Por otro lado, autores como Khazanov ([1984] 1994) ponen el énfasis la falta de autarquía que caracteriza a las sociedades pastoriles, forzadas a mantener relaciones periódicas con el mundo de afuera, entendido mayormente como sociedades sedentarias. Al mismo tiempo, investigadores como Cribb (1991) consideran la existencia de un “pensamiento nomádico”, concepto que tiene en cuenta el desarrollo por parte de estas sociedades de un ciclo anual que se constituye como tal en función de las necesidades de los animales que forman parte del rebaño. Siguiendo la misma línea, Lane (2006) define al pastoreo como una actividad cognitiva y económica en la que las relaciones entre humanos y animales se vuelven simbióticas, de tal forma que se otorga una importancia fundamental a los ciclos

biológicos de estos últimos. Por otro lado, y considerando las diferentes etapas en la historia de la domesticación de camélidos, Yacobaccio y colaboradores (1997-1998) definen el pastoreo como la estrategia de subsistencia que se fundamenta en una dependencia con respecto a los animales que integran el rebaño que no se encuentra desarrollada en los momentos previos de captura, amansamiento y cautiverio. En este sentido vale aclarar que la mera presencia de animales domésticos no indica el desarrollo de una estrategia pastoril, la cual requiere la reproducción racional y el manejo de los rebaños (Olivera 1992). Siguiendo esta lógica, el mantenimiento de los rebaños apunta a la transformación de la biomasa vegetal, representada por las pasturas, en biomasa animal susceptible de ser consumida y/o transformada en productos secundarios para ser utilizados por los grupos humanos (Redman 1990). Sin embargo la forma en la que estas sociedades se embarcan en esta empresa de transformación de la energía puede variar, en función de aspectos tales como: las estrategias de manejo de los rebaños, las características particulares de la organización social, la relevancia de los productos agrícolas, la intensidad de las relaciones con otros grupos y el rango de movilidad (Yacobaccio *et al.* 1997-1998).

En lo que se refiere a las estrategias de movilidad que exhiben estas sociedades, podemos hablar de sistemas de pastoreo nómádico en los que se traslada toda la unidad doméstica hacia las áreas de pasturas como ocurre en el Cercano Oriente (Cribb 1991), o de sistemas trashumantes en los que solo un segmento de la población participa en la movilidad pastoril como ocurre en algunas áreas de Europa (Davidson 1980). Por su parte, Khazanov ([1984] 1994) elabora una tipología del pastoreo en función de aspectos fundamentales tales como la frecuencia de los movimientos y la importancia de otras actividades económicas como la agricultura, distinguiendo: pastoreo nómádico, pastoreo seminómádico, pastoreo semisedentario y pastoreo trashumante, entre otras categorías, las cuales son entendidas como un *continuum* en el que las estrategias bien pueden superponerse. Particularmente el trabajo de Khazanov ([1984] 1994) se enfoca en el primer tipo, el cual se define en función de las siguientes características: el pastoreo constituye la forma predominante de actividad económica, la producción se encuentra fundamentalmente orientada hacia la subsistencia, existe un sistema libre de pastoreo sin establos, la comunidad practica una movilidad periódica a partir de las demandas de la economía pastoril y dentro de límites específicos de los territorios de pasturas en la que participa toda la comunidad. El énfasis que autores como Khazanov

([1984] 1994) han hecho en el nomadismo como característica fundamental dentro de las economías pastoriles ha llevado a ciertos autores a descartar la existencia de pastoreo puro en los Andes, debido a la primacía de las estrategias trashumantes (Rabey 1989, Franklin 1982). Sin embargo, autores como Salzman (2004) consideran que estos aspectos pueden ser variables, ya que si bien el movimiento es imprescindible en las economías pastoriles, este puede tomar diversas formas que van desde el nomadismo a la trashumancia diaria entre diversas áreas de pasturas.

En el área andina en general y en la Puna en particular se han llevado a cabo numerosas investigaciones destinadas al estudio de las sociedades pastoriles y sus características, incluida la movilidad (Browman 1974, Flores Ochoa 1977, 1982, Franklin 1982, Merlino y Rabey 1983, Miller 1979, Nasti 1993, Nielsen 2000, Rabey 1989, Tomka 1992, entre otros). Dentro de estas investigaciones vale la pena mencionar el trabajo pionero de Browman (1974) en la comunidad pastoril de Jauja-Huancayo en el Perú Central, que lleva a este autor a considerar al pastoreo de camélidos como una forma de adaptarse a un ecosistema semiárido que puede tolerar el pastoreo pero tiene poco potencial para el desarrollo de cultivos. Núñez y Dillehay ([1978] 1995) también destacan el papel de la crianza del ganado en el área andina, concibiéndola como un sistema económico productivo que se fundamenta en la existencia de relaciones particulares entre hombres y grandes concentraciones de camélidos que integran los rebaños junto con otras especies. Otro de los trabajos que vale la pena mencionar es el que Nielsen (2000) ha realizado en la comunidad de Cerrillos, Bolivia, el cual lo ha llevado a señalar cinco características fundamentales para las sociedades pastoriles: habilidad de explotar ambientes marginales, potencial limitado para la intensificación, inestabilidad, alta productividad del trabajo por individuo y falta de autarquía. Entonces, para este autor la continuidad de este modo de subsistencia viene determinada por la necesidad de garantizar pasturas, agua y protección para los rebaños, al tiempo que debe lograrse un acceso regular a productos complementarios obtenidos de otras comunidades, hecho a menudo relacionado con la imposibilidad de llevar a cabo actividades agrícolas en gran parte de la Puna (Nielsen 2000). Al mismo tiempo, la rigurosidad del ambiente en esta área determina el acceso a ciertos recursos de subsistencia en distintos momentos del ciclo anual, lo cual hace necesario alguna forma de almacenamiento que a menudo obliga a estas comunidades a mantener una movilidad trashumante (Nielsen 2000). Si bien algunos autores mencionan que la trashumancia

actual se practica a una escala menor de lo que podría haber sucedido en el pasado, aun así involucra un comportamiento móvil relacionado con un aprovechamiento estacional de distintos tipos de forraje (Browman 1974). Entonces, podemos afirmar que en el área andina se desarrolla un sistema de pastoreo de camélidos, que en algunas zonas los Andes Centrales, se encuentra combinado con prácticas agrícolas conformando sistemas mixtos, aunque en otros sitios como algunos sectores de la Puna Seca, se presenta como la estrategia dominante (Yacobaccio 2001b). En este sentido este trabajo aspira a aportar al conocimiento de las estrategias de movilidad de aquellos sistemas pastoriles en los que no interviene la agricultura.

3.3 Modelos clásicos de complementariedad y movilidad en el área andina

La movilidad de los grupos humanos, y particularmente de las sociedades andinas, ha sido una preocupación constante en las numerosas investigaciones que se han llevado a cabo en esta área (Browman 1974, [1977] 1980, Harris 1985, Murra 1972, 1985a, 1985b, Núñez y Dillehay 1988, [1978] 1995, Rostworowski [1977] 1989, entre otros dentro de la arqueología andina clásica). A partir de esta preocupación inicial se han propuesto diferentes modelos que contemplan las estrategias de movilidad y la incidencia del pastoreo en las mismas desde distintas perspectivas teóricas, para diferentes áreas de los Andes y comprendiendo distintos momentos históricos (para una síntesis de los más clásicos ver Browman 1977, Núñez y Dillehay [1978] 1995). Muchas de estas posturas han enfatizado la dimensión ecológica en el uso que las comunidades andinas hacen del paisaje, acuñando conceptos como el de “complementariedad ecológica” o el de “verticalidad” (Murra 1972) al evaluar la utilización de distintos ambientes y la interacción y la movilidad entre las distintas comunidades de los Andes (Salomon 1985). John Murra (1972) propuso por primera vez un modelo de complementariedad ecológica para esta región, denominado “modelo de archipiélago vertical” (Murra 1972, 1985a, 1985b). Esta propuesta fue concebida a partir de investigaciones etnográficas y etnohistóricas realizadas en comunidades agropastoriles de los Andes Centrales, para ser luego extrapolados a la arqueología de tiempos recientes, a fin explicar la movilidad practicada durante momentos inkaicos (Murra 1972). Este modelo contempla la existencia de un control directo de distintos pisos ecológicos por parte de un mismo grupo étnico a partir de la instalación de

asentamientos entendidos como colonias, “islas” en la terminología de Murra (1985b). El modelo postulado por este investigador y hoy criticado desde distintas posturas (ver por ejemplo Salomon 1985), se aplicaba a ciertas sociedades en el ámbito de los Andes Centrales, que contaban con asentamientos nucleares en áreas como el altiplano y establecían colonias en áreas como las yungas o la costa pacífica para obtener, en forma directa, productos que no se encontraban disponibles en sus áreas de origen. A partir de esta propuesta dicho investigador enfatiza la predominancia de mecanismos tales como la reciprocidad y la redistribución en el flujo de productos y bienes, por sobre el comercio o la trashumancia (Murra 1985b). Según Nielsen (2000) este es un modelo de tipo “directo” ya que enfatiza las relaciones de parentesco y la reciprocidad hacia dentro de la misma entidad socio-cultural. Sin embargo, este modelo resulta inaplicable a las comunidades pastoriles aquí estudiadas a raíz de diversos factores; tanto etnográfica como arqueológicamente el sector más occidental de la Puna de Jujuy jamás ostentó tal densidad poblacional, aspecto probablemente ligado a la imposibilidad de cualquier emprendimiento agrícola a gran escala, al menos para el sector central y occidental de la Puna (Ottonello y Ruthsatz 1982). Este aspecto se vincula a las características ecológicas de esta área en comparación con los Andes Centrales, donde la geografía y el clima permitieron establecer una economía agro-pastoril que enfatizaba los vínculos entre distintos pisos altitudinales. Por otro lado, la movilidad pastoril y la división del trabajo en el sector de la Puna aquí en estudio están contempladas dentro de la misma unidad de producción doméstica, abarcando ambientes contiguos en el espacio no demasiado diferentes entre sí en términos de productividad, que no pueden ser entendidos como “pisos altitudinales” o “pisos ecológicos” (Yacobaccio 2007).

Otro de los modelos clásicos propuestos para explicar la movilidad en los Andes Centrales ha sido el de “altiplano” planteado por Browman ([1977] 1980). Este autor considera que el modelo de Murra (1972) anteriormente descripto resulta aplicable a las escarpadas laderas del Perú, donde los contrastes entre los distintos pisos son notables en cortas distancias, pero no puede ser empleado en el altiplano boliviano donde la agricultura puede ser desarrollada solo a una escala menor, otorgándole mayor importancia a las actividades pastoriles (Browman [1977] 1980). Como alternativa, Browman ([1977] 1980) propone para esta área un intercambio constante entre las distintas comunidades de los distintos nichos ecológicos, a partir del tráfico caravanero y de la existencia de mercados periódicos. La importancia de las caravanas de llamas es también considerada en otros modelos planteados para los Andes Centro-Sur como el de

Núñez y Dillehay ([1979] 1995, 1988), quienes hablan de la existencia de circuitos pautados de movilidad en su propuesta de “movilidad giratoria”. Estos autores enfatizan la existencia de un buen maridaje entre las actividades pastoriles y el caravaneo, de tal forma que los movimientos cíclicos que los pastores llevan a cabo para acceder a los distintos forrajes se complementan con el transporte de productos y bienes (Núñez y Dillehay 1988). Esta propuesta enfatiza el papel de las caravanas a larga distancia, considerando que los asentamientos sedentarios no son más que el resultado del control del sector móvil de la población. A partir de la discusión de evidencias arqueológicas de toda el área, estos autores consideran que para los periodos Arcaico Medio y Tardío se encontraban ya vigentes circuitos establecidos de intercambio entre distintas áreas independientes, que alcanzan su esplendor a partir del desarrollo de Tiawanaku. A su vez, Núñez y Dillehay (1988) se oponen a la aplicación del modelo de verticalidad para los Andes Centro Sur, ya que consideran que el potencial agrícola de esta área es mucho menor y que las relaciones sociales y económicas se encuentran menos centralizadas. Por otro lado, en un modelo puramente arqueológico, Kolata (1993) también enfatiza la importancia del caravaneo en el desarrollo del estado de Tiawanaku en la cuenca del Lago Titicaca en los Andes Centro Sur. Este autor se refiere a la existencia de dos tipos de intercambio para estos momentos, uno que se desarrolló entre comunidades cercanas relacionadas involucrando principalmente artículos de subsistencia, y otro efectuado por caravaneros especializados involucrados en viajes de larga distancia entre grupos étnicamente disimiles (Kolata 1993).

Al mismo tiempo, la importancia actual del caravaneo en el altiplano es enfatizada por autores como Nielsen (1997, 2000, 2001), quien realiza una investigación etnográfica en Cerrillos, localidad ubicada en la Puna Boliviana, a fin de comprender las características de los sitios generados por estas caravanas de intercambio, para luego hipotetizar sobre sus manifestaciones arqueológicas y diferenciarlas de las ocupaciones de carácter pastoril. Este autor sostiene que en el área andina y particularmente en el altiplano las evidencias de movimiento de bienes a media y larga distancia utilizando animales de carga son más abundantes para el periodo Tardío aunque también pueden ser encontradas en el Arcaico (Nielsen 2001). Este autor plantea que en la actualidad el caravaneo es practicado por sociedades de pastores puros o con agricultura marginal, y que las características fundamentales de este tipo de intercambio es que se desarrolla en una escala doméstica, se encuentra orientado hacia la subsistencia y opera en la marginalidad, es decir, en áreas donde no hay rutas pavimentadas. Todos estos modelos

que ponen el acento en las actividades de caravaneo practicadas por las sociedades pastoriles son denominados como “indirectos” según Nielsen (2000), ya que el movimiento de bienes y productos ocurre entre comunidades que no necesariamente tienen lazos étnicos, políticos o de parentesco entre sí, pudiendo ser realizado por los mismos productores o por grupos especializados en el tráfico.

Para finalizar se debe destacar que estos modelos clásicos, que han resultado útiles en la discusión de la movilidad de las comunidades andinas para los Andes Centrales y el Altiplano Boliviano, tratan principalmente la movilidad a larga distancia, sin mencionar las prácticas trashumantes de los pueblos pastoriles, ligados al manejo ganadero y a la productividad propia del área en cuestión. En este sentido, Nielsen (2000) es el único de estos investigadores que menciona la existencia de sistemas de complementariedad sin caravanas que involucran cierta diversificación económica a través de la movilidad estacional, aunque no desarrolla en profundidad este tema ya que su trabajo pone el énfasis en el tráfico caravanero de las comunidades de Cerritos, Bolivia. Entonces, esta investigación se enfocará en la producción ganadera y sus características en la Puna Seca, sin desestimar el papel de los pastores como articuladores entre comunidades a partir del intercambio, pero enfatizando la dimensión productiva de la movilidad por encima de la comercial.

3.4 Indicadores y cronología del pastoreo en el área andina

En la literatura arqueológica a menudo se han discutido cuáles son los indicadores del proceso de domesticación y muchos autores han señalado la dificultad de distinguir entre la mera presencia de animales domésticos en el registro y el establecimiento de una economía pastoril (Bonavia 1996, Mengoni Goñalons y Yacobaccio 2006, Olivera 1992, Yacobaccio *et al.* 1997-1998, entre otros). En este sentido, algunas propuestas utilizan un criterio cuantitativo para distinguir ambos momentos, apelando a la intensificación y a una mayor representación de especímenes domésticos en los conjuntos arqueofaunísticos para momentos pastoriles (Wheeler *et al.* 1977). Sin embargo, los indicadores de la presencia de camélidos domésticos en el registro arqueológico son diferentes de aquellos que indican el establecimiento de una estrategia de pastoreo, de modo que puede existir un lapso temporal de consideración entre ambos momentos (Yacobaccio *et al.* 1997-1998). De tal forma, autores como

Mengoni Goñalons y Yacobaccio (2006) consideran que la mera intensificación en la explotación de una especie doméstica no necesariamente apunta al establecimiento de una estrategia pastoril.

Independientemente de la intensificación, un indicador frecuentemente utilizado para inferir la existencia de una economía pastoril es el cambio en los patrones de mortalidad, siendo entonces la matanza selectiva de machos adultos la estrategia seleccionada para favorecer la propagación de los rebaños (Mengoni Goñalons y Yacobaccio 2006). Por otro lado, establecer las condiciones de salud a través de los perfiles de mortandad puede aportar datos interesantes, siendo el aumento de neonatos en el registro de Telarmachay lo que impulsó a Wheeler (1985, 1998) a plantear el establecimiento de una estrategia pastoril en la que el confinamiento en los corrales provocaría la transmisión de infecciones mortales para los individuos más jóvenes. A estos indicadores se suma la evidencia contextual, como por ejemplo la presencia de capas compactas de guano tal como ocurre en el sitio Asana, en Perú, fechado hacia 3640 años AP, en donde el suelo cubierto de guano aparece delimitado por agujeros de poste, probablemente indicio de la existencia de un corral a cielo abierto (Aldenderfer 1998). Asimismo, las características de las fibras de camélidos, tales como calidad y color, permiten establecer la existencia de cierto manejo reproductivo a favor de ciertas variedades (Reigadas 1994); o la existencia de representaciones rupestres que permiten distinguir animales cautivos o incluso caravanas integradas por animales domésticos (Berenguer 1996, Gallardo y Yacobaccio 2005).

En este sentido, la diferencia fundamental entre el proceso de domesticación y el desarrollo de una estrategia pastoril se vincula al carácter productivo de esta última, de tal forma que los grupos humanos desarrollan una dependencia con respecto de los animales domésticos que mantienen en forma de propiedad (Chang y Koster 1986). Dentro de la cronología clásica del área andina, el pastoreo como sistema productivo aparece en el llamado “Período Formativo” (Tarragó 1996). El concepto de Formativo, empleado por la arqueología americana para hacer referencia a aquellas civilizaciones “en formación”, implicaba en una primera definición la existencia de un esquema evolutivo cultural cuyo escalón más avanzado venía representado por las sociedades estatales. Autores como Willey y Phillips (1958) son algunos de los primeros en ofrecer una definición formal de Formativo, entendido como un estadio dentro de una secuencia evolutiva regional que ostentaba ciertas características distintivas. Las sociedades formativas podían entonces ser identificadas a partir de la presencia de rasgos tales

como la agricultura u otra actividad productiva, la vida sedentaria en aldeas y la incorporación de nuevas tecnologías, especialmente la cerámica (Olivera 2001b). Algunos autores han llevado a cabo una reevaluación del concepto de Formativo aplicándolo a aquellas sociedades que se desarrollaron entre los 2300 y los 1100 años AP en el Noroeste Argentino y que exhibieron un sistema particular de adaptación, ligado al desarrollo de estrategias productivas en el seno de un ecosistema tan hostil como el puneño (Olivera 1988, 2001b). Esta concepción es desarrollada por Olivera (1988) quien ve al Formativo como una opción adaptativa que implica el empleo de algún tipo de estrategia productiva, generando recursos a partir de la participación directa en su reproducción, pero que a su vez no implica el abandono de aquellos mecanismos de captación directa. En este sentido, si bien no rechazamos la reevaluación que Olivera (1988) realiza sobre el concepto, coincidimos con autores como Muscio (2009) quienes desestiman el empleo del término Formativo, ya que resulta inadecuado debido a que únicamente cobra sentido dentro de un modelo de cambio particular que se fundamenta en una concepción progresivista de la evolución cultural.

Entonces, este trabajo retomará la propuesta cronológica planteada por Yacobaccio y colaboradores (1997-1998, en prensa) proponiendo la existencia de distintos momentos que se suceden en el tiempo y que se definen en función de la estrategia extractiva y/o productiva dominante. Este modelo será desarrollado más adelante al analizar las evidencias de pastoreo en el área de Susques, Jujuy.

3.4.1 Evidencias de domesticación y pastoreo en los Andes Centrales y Centro Sur

La discusión del proceso de domesticación de los camélidos sudamericanos se inicia en la década del 60 y se vincula al análisis de las evidencias arqueológicas y zooarqueológicas recabadas en sitios localizados en los Andes Centrales y principalmente en la Puna de Junín (Perú), entre los que se encuentran Pachamachay, Telarmachay, Uchumachay y Panalauca (Wheeler *et al.* 1977). A partir del estudio de las arqueofaunas del sitio Telarmachay, Wheeler y coautores (1977) desarrollaron una secuencia que comprende las distintas relaciones que los ocupantes del sitio establecieron con las poblaciones de camélidos a través del tiempo y que ha sido utilizada como secuencia maestra para la Puna de Junín en particular y para los Andes Centrales en general. Este modelo cuenta con un primer momento en el que la actividad

predominante de los ocupantes del sitio habría sido la caza generalizada de camélidos y cérvidos (9700 - 7200 años AP), continúa luego con el desarrollo de la caza especializada de los primeros (7200 - 6000 años AP) y finalmente acaba en la domesticación de los mismos (Wheeler 1993). Según esta secuencia, hacia los 6000 años AP se registran los primeros indicios de la presencia de especímenes domesticados a partir de la aparición de dientes que han sido identificados como correspondientes a la especie *Lama pacos*. Luego el modelo establece el desarrollo de un sistema pastoril hacia los 5500 años AP inferido a partir de la elevada presencia de nonatos y neonatos en el conjunto faunístico, la cual es explicada apelando a un aumento en la mortalidad a partir de la transmisión de infecciones en un contexto de cautiverio (Wheeler 1993). Sin embargo, autores como Mengoni y Yacobaccio (2006) discuten esta cronología debido a la inexistencia de fechados tan tempranos para la presencia de camélidos domésticos en otras partes de los Andes e incluso en otros sitios de la misma Puna de Junín. En este sentido, al estudiar los conjuntos del sitio Pachamachay, Kent (1982) determinó la presencia de animales domésticos entre los 5000 y los 4400 años AP, marcando la introducción de alpacas primero y luego llamas, y un posterior aumento en su frecuencia entre los 4400 y los 3000 años AP. Al mismo tiempo, la ausencia generalizada de corrales para estos momentos tempranos en toda el área andina es otro dato que apoya a quienes critican la cronología del modelo de Wheeler (1993). En este sentido, es importante mencionar que datos recabados en otros sitios arqueológicos de los Andes Centrales permiten a autores como Wing (1972) colocar la aparición de ganadería con alpacas entre los 3400 y los 2700 años AP, es decir, con una cronología mucho más tardía que la que se ha planteado en los modelos clásicos desarrollados para explicar la evidencia de la Puna de Junín.

A estas evidencias muchos investigadores suman otras tantas que permiten discutir la existencia de numerosos centros de domesticación en los Andes, siendo la Puna de Atacama uno de los escenarios posibles para la domesticación independiente de la llama (Mengoni Goñalons y Yacobaccio 2006, Núñez y Santoro 1988, Olivera y Elkin 1994). En la región de San Pedro de Atacama, en el Norte de Chile, encontramos sitios como Tulán 52, fechado hacia 4400 años AP, en donde se han identificado dos grupos de camélidos en función de criterios osteométricos. Uno de estos grupos se encuentra integrado por especímenes pequeños que se corresponderían con los estándares de tamaño asociados a la vicuña actual, y el otro representaría camélidos de mayor tamaño, dividido en dos subgrupos: uno que se agrupa con los estándares de

guanaco y otro que se asocia a los de la llama actual (Yacobaccio *et al.* 1994). Para otro de los sitios de esta región, Puripica I, Hesse (1982) propone la presencia de camélidos domésticos entre los 4500 y los 4000 años AP en base a la alta proporción de neonatos, hecho que considera como un indicador del manejo de llamas domesticas para estos momentos, siendo algo semejante a lo que ocurre en el sitio de Chiu Chiu Cementerio, también en el Norte de Chile (Mengoni y Yacobaccio 2006).

3.4.2 Evidencias de domesticación y pastoreo en la Puna Argentina

Entonces, algunos autores (Mengoni Goñalons y Yacobaccio 2006, Núñez y Santoro 1988) proponen la existencia de múltiples centros de domesticación, existiendo al menos un proceso independiente de domesticación en la Puna de Atacama. Durante el Holoceno medio (8500 - 5300 años AP) en el Noroeste Argentino, y también en el Norte de Chile, los camélidos pequeños, identificados como vicuñas, resultan los más abundantes en los conjuntos arqueofaunísticos, aunque también se encuentran representados en el registro camélidos de mayor porte, probablemente guanacos. Luego, entre los 5300 y los 3000 años AP, los conjuntos de camélidos de tamaño grande exhiben una mayor variabilidad interna de tal forma que podemos hablar de distintos grupos de tamaño. Los camélidos de tamaño pequeño son clasificados como vicuñas debido a la ausencia generalizada de dientes que puedan ser asignados al otro camélido pequeño del área andina: la alpaca (Mengoni Goñalons y Yacobaccio 2006). Otro de los grupos de tamaño presente correspondería a las medidas del guanaco andino, el cual también habría representado una presa importante dentro de las estrategias cinegéticas empleadas por los grupos humanos de esta área. Y en última instancia debemos mencionar la presencia de especímenes de tamaño más grande aún, los cuales representarían los primeros pasos hacia la domesticación de la llama, fechados hacia 4400 años AP (Mengoni Goñalons y Yacobaccio 2006).

En cuanto a los sitios que revelan la existencia de una estrategia de manejo de camélidos temprana, se destaca el sitio Inca Cueva 7, localizado en la quebrada homónima en Jujuy y con fechados radiocarbónicos entre los 4080 y los 4030 años AP. Aquí las evidencias osteométricas se suman a la presencia de una capa con guano y grandes bloques transportados que podrían haber conformado la pared de un corral (Aschero y Yacobaccio 1998-1999). También debemos mencionar las evidencias

recuperadas en la capa E2 del sitio Huachichocana III, localizado en el área de pre-Puna también en Jujuy y con un fechado de 3400 años AP. Aquí se recuperó una inhumación humana acompañada de un ajuar representado por una cabeza completa de camélido, la cual fue sometida a alometría para determinar que el peso vivo del animal fue de aproximadamente 127 kg, lo que lo ubica dentro del rango de peso de las llamas actuales (Yacobaccio y Madero 1992). En la Puna Salada también se han recuperado evidencias tempranas de manejo de camélidos, como las que han sido recuperadas en el sitio Quebrada Seca 3 para el cual además de un incremento en la frecuencia de sus restos a lo largo de toda la secuencia, debemos mencionar el hallazgo de grandes cantidades de fibra de llama (Yacobaccio 2001b). Independientemente si tuvo lugar un proceso local de domesticación en la Puna Argentina, las evidencias revelan que hacia los 3000-2500 años AP distintas áreas se encontraban ocupadas por sociedades que ostentaban una movilidad reducida y se encontraban abocadas a la producción pastoril (Olivera 1997).

3.4.3 Evidencias de domesticación y pastoreo en el área de estudio

Para la Puna Septentrional y particularmente para el área de Susques, Yacobaccio y colaboradores (1997-1998, en prensa) han elaborado una secuencia temporal basada en la noción de estrategia predominante; entendida como aquella que determina la organización y planificación de las diversas actividades subsistencia (obtención de recursos, procesamiento, consumo), de las estrategias de movilidad y las pautas de asentamiento y de las prácticas de intercambio, entre otros aspectos. Es importante destacar que esta periodización no representa estadios de desarrollo dentro de un esquema unilineal sino la sucesión de modificaciones en las estrategias predominantes de subsistencia.

En este esquema nos encontramos primero con un bloque temporal que abarca desde el 10000 hasta el 6200 años AP en el que se desarrolla una economía cazadora recolectora en la que los recursos explotados constituyen diversos integrantes de las familias Camelidae, Chinchillidae y Cervidae según puede observarse en sitios tales como Hornillos 2 (Yacobaccio *et al.* en prensa). Según Yacobaccio y colaboradores (1997-1998) la aparición de la especie *Lama glama* en el registro de esta área se da hacia los 4300 - 4000 años AP, aunque la abundancia de indicadores de pastoreo se

registra recién hacia los 3000 años AP. A partir de la evidencia arqueológica recabada en este sector de la Puna Seca se puede hablar de la existencia de un momento de caza-protección entre los 3700 y los 3550 años AP, en el que aumenta la representación de camélidos en sitios tales como Hornillos 1 y Alero Unquillar (Yacobaccio *et al.* en prensa). En este último sitio se han efectuado análisis osteométricos que permiten afirmar la presencia hacia 3500 años AP de animales de tamaño intermedio entre el guanaco y la llama, aunque aproximándose más a los estándares de esta última. El momento siguiente constituye el de pastoreo inicial-caza, entre los 2600 y los 1460 años AP, en el que se registra un afianzamiento de las estrategias pastoriles, al tiempo que la base de recursos vuelve a ampliarse para incluir no solo camélidos sino también chinchillidos, tal como lo muestran sitios como Huirunpure, Morro del Ciénego Chico y Cueva Quispe. Particularmente en el primero de estos sitios se han recuperado restos óseos asignados a la especie *Lama glama* con fechados de 2040 años AP, al tiempo que en el sitio Morro del Ciénego Chico se ha encontrado fibra de llama en un contexto fechado en 2600 años AP. Para momentos posteriores Yacobaccio y colaboradores (en prensa) plantean el desarrollo de un momento de pastoreo-caza entre el 1100 y el 550 años AP, en el cual el pastoreo de llamas constituye la actividad preponderante, tal como lo muestran sitios como Cueva Quispe, Puesto Demetria o Cueva Chayal. Ya en este periodo estos autores hablan de un patrón de asentamiento fuertemente determinado por las actividades pastoriles y que se asemeja al modo en el que las comunidades que habitan en esta área utilizan el ambiente actualmente (Yacobaccio *et al.* 1997-1998). Existe un periodo posterior, que se sitúa entre los 550 y los 220 años AP en el cual estas mismas actividades de subsistencia se ven complementadas por un acceso temporal a cultivos de otras áreas, principalmente maíz, y la aparición de fauna exótica (Caprinae, Bovidae) tal como evidencia el registro de sitios como Puesto Demetria, Chulpa Chayal y Lapao Chico 1 y 2. Es importante destacar que aún en estos momentos en los que la actividad determinante constituye el pastoreo, la caza no pierde relevancia y habría cumplido un papel importante en mantener la viabilidad reproductiva de los rebaños, y también actuando como un reaseguro frente a cualquier eventualidad climática impredecible (Yacobaccio *et al.* 1997-1998).

En el capítulo siguiente se analizarán las estrategias de movilidad pastoril practicadas por las comunidades que ocupan actualmente la Puna Seca, y particularmente el sector considerado como Puna Desértica, para luego integrar esta

información en la discusión de la información isotópica recabada en la misma área sobre materiales óseos correspondientes a camélidos domésticos y silvestres.

Capítulo 4: Aspectos teóricos y empíricos sobre la movilidad pastoril

4.1 Aspectos teóricos

En aras de comprender la relación que los pastores mantienen con el ambiente y establecer el modo en el que las características y limitaciones de este último moldean las estrategias de movilidad de estos grupos, en esta investigación serán retomados algunos conceptos teóricos planteados por la Ecología Humana. Esta disciplina se enfoca en el estudio de las poblaciones humanas y sus interrelaciones con las características y propiedades del ambiente particular que ocupan (Schutkowski 2006). Esta postura retoma también algunos aspectos de la Ecología del Comportamiento la cual, enmarcada dentro de la teoría neodarwiniana, destaca la importancia de atender a la interacción entre las condiciones ambientales y el sistema organizativo de las sociedades considerando el modo en que se imbrican los factores ecológicos y las conductas adaptativas (Kelly 1995, Smith 2000). De este modo, la Ecología Humana pone el acento en la importancia de comprender a las poblaciones humanas como adaptadas al ecosistema del que forman parte, que a su vez se ve afectado por las estrategias que estos grupos desarrollan en el tiempo y el espacio. De tal forma, según Schutkowski (2006), los recursos explotados por las comunidades humanas y la forma en la que son utilizados constituyen la interface en la que estos grupos se integran en el flujo de energía de un ecosistema. Entonces, desde la Ecología Humana, debemos destacar que los humanos no solo ocupamos un nicho sino que participamos en los ecosistemas de tal forma que modificamos dicho flujo para realizar un uso efectivo y a largo plazo de los recursos (Schutkowski 2006). Por su parte, el nicho de un organismo se define como un conjunto de estrategias organizadas jerárquicamente, de tal forma que existe una estrategia predominante que estructura los distintos componentes de la subsistencia posibilitando la inclusión de una población, humana en este caso, en la cadena trófica local (Muscio 2009).

Entonces, según la Ecología Humana, los ecosistemas humanos vienen establecidos por la interacción de dos conjuntos de factores: uno que comprende aquellos aspectos incluidos en el marco climático, geomorfológico y biológico, considerados como las condiciones ecológicas básicas; y otro grupo de factores que podrían englobarse en el concepto de agencia humana, dado que los humanos definen su

hábitat según ciertas estructuras espacio temporales particulares a cada grupo. En este sentido, Schutkowski (2006) establece que las decisiones individuales de los humanos vienen determinadas por un conjunto de aspectos biológicos que apuntan a la maximización del *fitness*, acompañados de ciertos factores vinculados a la inclusión de dichas decisiones dentro de un sistema de valores colectivos. En este sentido si bien las estrategias se definen como aquellas acciones planificadas que la gente emplea para generar los ajustes necesarios a fin de hacer frente a las limitaciones y cambios ambientales (Dincauze 2000) también se encuentran insertas en sistemas sociales que se manejan de acuerdo a ciertas pautas culturales. Al mismo tiempo los factores limitantes y la estructura de los recursos de los ambientes particulares modelan los aspectos organizativos de los grupos humanos, particularmente la subsistencia y la movilidad (Binford 1980, 2001b, Bettinger 1991, Kelly 1995). Entonces, esta investigación parte de la consideración de que el ambiente no determina la organización social de los grupos, sino que establece el escenario al que los grupos humanos deben adaptarse, marcando los límites de las estrategias posibles (Leroy 2006).

En la Puna, como en toda área semidesértica, existe un factor limitante que condiciona cualquier estrategia, y especialmente los mecanismos de movilidad: el agua. En este sentido, la irregularidad de las redes hidrográficas y la escasez y estacionalidad de las precipitaciones determinan que este ambiente se defina como heterogéneo y estocástico, haciendo necesario el desarrollo de mecanismos amortiguadores de la variabilidad ambiental o minimizadores del riesgo y la incertidumbre (Halstead y O'Shea 1989). El riesgo es entendido como la probabilidad de pérdida o fracaso económico en relación a la existencia de condiciones económicas y/o ecológicas impredecibles que puedan afectar el sustento de una población (Bousman 1993, Cashdan 1990), o la variación estocástica que afecta los resultados adaptativos de una conducta determinada (Winterhalder *et al.* 1999). Por otro lado, la incertidumbre constituye la ausencia de información acerca de dichas mencionadas. En este sentido el concepto de adaptación, entendido como la existencia de mecanismos estabilizadores que se observan a nivel de las poblaciones y constituyen ajustes a ciertas condiciones ambientales, se encuentra ligado a la idea de riesgo y contempla la existencia de estrategias humanas que responden a los factores limitantes del ambiente y posibilitan la supervivencia a largo plazo (Schutkowski 2006).

De tal forma, en el área de estudio, las estrategias de pastoreo y el mantenimiento de rebaños mixtos, constituyen prácticas de manejo del riesgo, en las que los animales domésticos operan como elementos de almacenamiento de energía viva (Browman 1990, Yacobaccio *et al.* 1998). Dentro de esta modalidad de subsistencia, la movilidad provee al sistema de la flexibilidad necesaria para amortiguar el riesgo, ya que permite lidiar con las fluctuaciones espacialmente asincrónicas en la base de recursos que suelen darse en áreas desérticas y semidesérticas (Bettinger 1991, Halstead y O'Shea 1989, Kelly 1995). Entonces, la movilidad y la implementación de distintos mecanismos para acceder a las pasturas en las sociedades pastoriles constituyen estrategias que permiten enfrentar la heterogeneidad espacio-temporal del ambiente y garantizar la supervivencia de los grupos humanos a largo plazo, ya que impide que se agoten las pasturas (Browman 1994, Göbel 1994, Kuznar 1991).

4.2 Aspectos empíricos: datos etnográficos y etnoarqueológicos

Esta investigación se fundamenta en la idea de que toda interpretación arqueológica depende del conocimiento previo proveniente de contextos contemporáneos, debido a las características propias del registro arqueológico (Wylie 1989, 1992). De tal forma, este estudio representa la construcción de un “marco de referencia” entendido como la sistematización de un conjunto de datos o de conocimientos, de carácter independiente del registro arqueológico (Binford 2001a, 2001b). Es por ello que esta investigación resulta de gran importancia, debido a que la información isotópica aportada por el registro arqueológico debe ser interpretada considerando las condiciones ambientales propias de la región de estudio, siendo necesaria la previa construcción de un marco de referencia sobre la base de información isotópica actual (Ambrose y De Niro 1986). Entonces, esta investigación considerará el problema de la movilidad y el manejo de rebaños desde una perspectiva ecológica, empleando información actual, como una alternativa a los enfoques culturales o económicos enfatizados por la literatura andina hasta el momento (Salomon 1985).

De tal forma, el *corpus* de datos etnográficos, etnohistóricos y etnoarqueológicos recabados en los grupos pastoriles puneños, será integrado y discutido en conjunto con la información isotópica contemporánea generada en el marco de la ecología isotópica, con la finalidad de construir un modelo que contemple las variables que intervienen en

la dieta de las poblaciones de camélidos tenidas como rebaños, comparándolas a su vez con la alimentación de sus parientes silvestres. De tal forma, el objetivo de esta investigación radica en la necesidad de calibrar el flujo isotópico a través de la cadena alimentaria en los ecosistemas modernos, teniendo en cuenta las variables que intervienen en el fraccionamiento isotópico y el pasaje de los valores a cada eslabón de la cadena trófica de la región. Solo una vez establecido tal marco de referencia, el cual contemple los distintos factores que intervienen en la variabilidad de la señal isotópica de los distintos recursos, pueden extrapolarse las implicancias a contextos arqueológicos (Fernández y Panarello 1999-2001a). Al mismo tiempo, el estudio de la dieta de las especies faunísticas puede reflejar cambios en sus relaciones con los humanos, permitiéndonos evaluar las estrategias de explotación y manejo en la actualidad, y también en el pasado.

4.2.1 El pastoreo como estrategia productiva en la Puna Jujeña

El pastoreo, como estrategia de subsistencia fundamental en esta área, se define a partir de dos grandes aspectos: la existencia de cierto grado de dependencia respecto de los animales domésticos y el empleo de estrategias de movilidad determinadas por la estructura particular de recursos del área en cuestión (Chang y Koster 1986). Las comunidades pastoriles mantienen entonces una relación particular con los animales domésticos, tenidos como propiedad, y también con el espacio, manteniendo un sistema de movilidad estructurado que permite el uso de distintas áreas para el pastoreo (Göbel 2002, Nielsen 2000, Yacobaccio *et al.* 1998). De tal forma, las estrategias de movilidad empleadas por los grupos pastoriles de la Puna Jujeña contemplan la utilización de varios asentamientos durante el ciclo anual permitiendo a los animales acceder a distintos tipos de pasturas, siendo la trashumancia una forma efectiva de aprovechar mejor el forraje (Yacobaccio 2007).

Según algunos autores, el eje de las estrategias de subsistencia y movilidad en la Puna Jujeña, no es la comunidad sino la “unidad doméstica”, dedicada principalmente a la producción pastoril (García Fernández 1991, Göbel 2001, 2002, Yacobaccio *et al.* 1998). En esta esfera es donde tiene lugar la producción, distribución y consumo de aquellos recursos vinculados a la subsistencia, como también la reproducción social, en términos materiales e ideacionales. A menudo, la unidad doméstica, concebida como

“familia”, representa tres generaciones, aunque esta estructura se ha visto alterada en las últimas décadas debido al abandono que los jóvenes hacen de estas zonas campestres en búsqueda de oportunidades laborales en las grandes ciudades (Göbel 2002). Si bien, en la mayor parte de los casos no hay títulos de propiedad, cada unidad usufructúa determinadas tierras de pastoreo y ojos de agua, que resultan heredados de las generaciones anteriores por vía paterna, al igual que la mayor parte de los sitios que las integran. Los pastores conciben estos espacios de tal forma que su “sentimiento de pertenencia” se fundamenta en los espacios controlados de manera directa por el núcleo familiar, y tiene su ancla en la “casa de campo” (Göbel 2002). Es por ello que se suele llamar a las familias como “los de Agua Chica” o “los de Lapao” en relación a la localización de esta última, siendo la relación que estos pastores mantienen con dichas localidades mucho más estrecha que la que los vincula al pueblo.

Particularmente en Susques la explotación pastoril es de tipo mixta, orientada hacia la obtención de productos primarios (carne, grasa, cuero) y secundarios (lana, transporte) (Yacobaccio *et al.* 1998). Las estrategias con las que se manejan los rebaños no apuntan a la maximización o la optimización, sino que están diseñadas para lidiar con el riesgo característico al que están expuestos los pastores en este ambiente inestable (Göbel 2002). En este sentido, autores como Göbel (2001) plantean que en términos de explotación óptima las estrategias pastoriles empleadas por estas familias no suelen ser las más provechosas y que se da lo que ella denomina “elección del mejor (sic) de los males”. Entonces, la lógica del pastoreo se entiende en relación al manejo del riesgo, el cual comprende distintos elementos que se resumen como: aspectos climáticos, del mercado y de la mano de obra (Göbel 2001). En el primer caso debemos mencionar el carácter impredecible de las precipitaciones y la variación en la extensión y calidad de las pasturas y fuentes de agua. En cuanto al mercado en el que se insertan los productos ganaderos, se debe destacar que a menudo los pastores no cuentan con información precisa sobre la oferta, la demanda y el valor de los productos. Y en última instancia, en lo relacionado al trabajo, se sabe que la mano de obra masculina, necesaria para la realización de tareas pastoriles específicas tales como la esquila, es escasa e impredecible en estas áreas de la Puna (Göbel 2001, Yacobaccio *et al.* 1998). De tal forma, dadas estas posibles “amenazas”, la preocupación principal de los pastores puneños consiste en garantizar una producción mínima de carne y lana de manera

continua, antes que la maximización de la misma a partir de la generación de un excedente (Göbel 2001, Yacobaccio 2007, Yacobaccio *et al.* 1998).

Una de las estrategias empleadas por los pastores para enfrentarse al riesgo de este ambiente heterogéneo constituye el mantener rebaños mixtos, siendo esta una práctica común en el área andina en general (Browman 1990, Tichit y Genin 1997). En las áreas cercanas al pueblo de Susques los rebaños de hallan compuestos por proporciones variables de ovejas (*Ovis aries*), llamas (*Lama glama*) y cabras (*Capra hircus*), siendo más comunes estas últimas dos especies. El tamaño de los mismos se encuentra entre los 50 y 250 animales con una media de 187, siendo las proporciones promedio: 43,4% llamas, 30,1% cabras y 26,3% ovejas (Yacobaccio *et al.* 1997-1998). En esta área, el ritmo de matanza es de una llama cada dos meses aproximadamente, representando un régimen que se ve alternado con el sacrificio de ovejas o cabras, a fin de disminuir el riesgo de sobreexplotación de los camélidos domésticos. Al mismo tiempo los pastores poseen burros que son empleados como bestias de carga, pero estos no son pastoreados, ya que vagan libres por los campos y solo son arriados durante la época del rodeo.

La estructura de cada rebaño refleja las decisiones del pastor, quien se ve influenciado por el tamaño del área de pastoreo correspondiente a la unidad doméstica y las características botánicas de la misma, a los que se suman aspectos socio-históricos tales como oportunidades económicas y disponibilidad de mano de obra (Browman 1990, Flores Ochoa 1977, Gundermann 1984, Rabey 1989, Tichit y Genin 1997, Göbel 2001). Justamente, esto explica la existencia de diferencias en la estructura de los rebaños estudiados por Yacobaccio y colaboradores (Yacobaccio 2007, Yacobaccio y Madero 2001, Yacobaccio *et al.* 1998) en el área cercana al pueblo de Susques al ser comparados con aquellos investigados por Göbel (1994, 2001, 2002) en las cercanías del pueblo de Huancar, ambas localidades ubicadas en la Puna Jujeña. Entonces, mientras que en el primer caso las llamas son mayoría como ya ha sido indicado; en el caso de las unidades domésticas estudiadas por Göbel (2001), los rebaños se encuentran integrados por un 26,4% de llamas, 37,64% de ovejas y 35,96% de cabras en promedio. Este aspecto determina un régimen de movilidad diferente, que se enfoca en las necesidades del ganado lanar que representa la mayor parte de los rebaños, y el cual además viene moldeado por una distribución de las pasturas distinta a la de Susques. Sin embargo, a pesar del énfasis de algunos grupos pastoriles en la crianza de ovejas,

muchos autores destacan los beneficios del pastoreo de llamas ya que pueden estar días sin supervisión, vuelven solas a los dormideros, son menos vulnerables a los predadores y extraen mejor los nutrientes de la vegetación local que las cabras y ovejas (Nielsen 2000, Yacobaccio 2001b).

4.2.2 Movilidad pastoril en la Puna Jujeña

En paisajes heterogéneos como la Puna, la movilidad de los grupos humanos constituye una estrategia crítica, ya que permite a los pastores acceder a las pasturas y los recursos hídricos que se distribuyen de manera desigual en el espacio y varían en el tiempo, y al mismo tiempo dispersa el impacto del pastoreo sostenido sobre la productividad de las áreas de pastura (Reid *et al.* 2008). Según autores como Inamura (1986) la existencia de circuitos anuales trashumantes permite practicar el almacenamiento de alimentos sin comprometer la movilidad, y así lidiar con la variabilidad en la productividad de los distintos parches del ambiente.

Entonces, en el área puneña y según la información recolectada por numerosos investigadores a partir de la observación de comunidades de pastores actuales la característica más sobresaliente de estos grupos es la movilidad (Göbel 1994, 2001, 2002, Gundermann 1984, Madero y Yacobaccio 1994, Nielsen 2000, Yacobaccio 2007, Yacobaccio y Madero 2001, Yacobaccio *et al.* 1998). En general los distintos ambientes que integran esta región presentan variaciones estacionales importantes que determinan una disponibilidad diferencial de pasturas y así modelan un uso heterogéneo y multiecológico de los distintos parches dentro del ciclo anual de los grupos pastoriles, hecho que se ve reflejado en un patrón de asentamiento disperso en el paisaje (Göbel 2002, Gundermann 1984, Merlino y Rabey 1983, Nielsen 2000, Yacobaccio 2007, Yacobaccio y Madero 2001, Yacobaccio *et al.* 1998).

Por otro parte, en un análisis de fuentes históricas de la Puna Jujeña, Gil Montero (2004) plantea que los grupos puneños tenían dos tipos de movilidad en el pasado reciente, que tienen sus correlatos prehistóricos y actuales. Por un lado, eran pastores trashumantes con patrones de movilidad estacional y vertical, trasladando sus rebaños periódicamente, siguiendo un esquema que les permitía realizar un uso eficiente de las pasturas. Además, realizaban viajes a grandes distancias con el objetivo de

obtener, a través del trueque con comunidades vecinas, productos que no se encuentran disponibles en la Puna (coca, maíz, madera) (Cipolletti 1984). En este trabajo, nos interesa particularmente el primer tipo de movilidad e intentaremos comprenderla a partir de la obtención de valores isotópicos sobre restos óseos correspondientes a camélidos provenientes de rebaños del área de Susques, provincia de Jujuy.

Yacobaccio (2007) ha registrado que en el área cercana al pueblo de Susques durante la temporada de lluvias, entre diciembre y marzo, las distintas unidades domésticas utilizan las vegas y los tolares que se encuentran por debajo de los 3900 msnm, mientras que en el transcurso de la temporada seca, que se corresponde además con la llegada de las bajas temperaturas, se utilizan los pajonales y el ecotono tolar-pajonal, situados por encima de los 3900 msnm. Estos movimientos se efectúan con el propósito de aprovechar los ambientes más productivos (vega y tolar) en el momento del año en el que la abundancia vegetal es mayor: la estación húmeda (Gundermann 1984). A estos factores, tales como la distribución, estacionalidad y calidad de las pasturas, se suman otros como ser la composición del rebaño, formas de tenencia de la tierra y presión demográfica que modelan la movilidad entre áreas utilizadas para el pastoreo (Göbel 2002, Nielsen 2000). Como consecuencia, los pastores mantienen asentamientos asociados a estos diferentes parches que determinan un patrón de asentamiento disperso en el paisaje (Yacobaccio 2007).

4.2.3 Patrón de asentamiento en la Puna Jujeña

Numerosos autores que han trabajado en el área Puneña (Gundermann 1984, Göbel 2002, Yacobaccio y Madero 2001, Yacobaccio 2007, Yacobaccio *et al.* 1998) mencionan la existencia de dos tipos de sitios ocupados por una misma unidad de producción doméstica durante el ciclo anual: las bases residenciales (*casas*) y los sitios temporarios (*estancias*).

Base residencial

La base residencial o “casa de campo” constituye un sitio permanente y complejo que, en realidad, no es una “casa” en sí misma, sino más bien un conjunto de estructuras polifuncionales y áreas de actividad (Yacobaccio *et al.* 1998, Göbel 2002). Estas casas siempre se encuentran localizadas en áreas por debajo de los 3900 msnm de altitud y en las cercanías de alguna fuente de agua, comúnmente vegas, y resultan ocupadas entre 7 y 8 meses, mayormente durante la estación lluviosa (Yacobaccio 2007). Siguiendo a Göbel (2002) estos asentamientos constituyen el espacio físico en el que se llevan a cabo las actividades más importantes que intervienen en la producción y reproducción de la unidad doméstica. Algunas de estas prácticas se llevan a cabo en espacios claramente delimitados, como por ejemplo: cocinar (actividad que se realiza en la cocina diaria, recinto circular sin techar que cuenta con un fogón en el centro) matar y procesar los animales para el consumo (que contrariamente a lo que se podría esperar se lleva a cabo en el corral únicamente durante los rituales) almacenar (en habitaciones destinadas a tal propósito) y tejer (el telar suele encontrarse fuera de la vivienda y constituye un espacio de dominio masculino), entre otras tantas.

Es también en la casa donde se efectúan los rituales dedicados a la Pachamama, con el propósito explícito de afianzar las relaciones del grupo familiar con las fuerzas que regulan el bienestar de los rebaños y de la familia. Göbel (2002) menciona que cada vez que se realiza un ritual que invoca a esta deidad, el ofrendante menciona la “casa de campo” y los puntos en donde acaba el dominio familiar al Este, Oeste, Norte y Sur, recreando el espacio pastoril e invocando la protección de las fuerzas de la naturaleza en relación a esos lugares específicos. De tal forma, el control “práctico” que una familia posee sobre estos territorios se ve reafirmado ritualmente, invocando un dominio “simbólico” a través de estas suplicas (Mariscotti de Görlitz 1978).

Según Göbel (2002) hay elementos indispensables en toda “casa de campo”, como por ejemplo la casa, el corral o la fuente de agua, y elementos que no resultan tan necesarios en su constitución, como por ejemplo la capilla o el telar. En cuanto a los corrales, lo normal es que la casa posea uno, destinado a la guarda de ovejas y cabras durante la noche, aunque hay familias que poseen una segunda estructura, utilizada para contener a las mulas y a los burros, y hasta un tercer corral, dedicado a las llamas, en los que se realizan actividades extraordinarias como la esquila de las mismas. Estos aspectos dependen del tamaño y características de la hacienda y por ende tienen una relación directa con el poder adquisitivo de la familia en cuestión (Göbel 2002).

La casa es construida al casarse una pareja, aunque el matrimonio “oficial” no es una práctica tan común en Susques o Huancar como sí lo es en otras áreas de la Puna, por lo que existen otros mecanismos para obtener una casa de campo (Göbel 2002). Uno de estos mecanismos alternativos involucra el “hacerse cargo” de una persona mayor cuando esta ya no puede ocuparse de la hacienda, aspecto del que suelen encargarse los hijos menores, aunque en las últimas décadas, la tendencia es que los mismos abandonen el hogar y se trasladen hacia los grandes centros urbanos. Otro mecanismo es cuando una pareja mayor, sin hijos, adopta a una persona joven que pueda servir de ayuda en las tareas pastoriles y que luego herede la casa, los puestos y las áreas de pastura (Göbel 2002). Todos estos aspectos, marcan cierta continuidad en la ocupación de estos espacios, que se vincula no solo al papel que estas casas poseen en la construcción de la identidad familiar sino también a la preferencia por parte de los pastores por aquellos lugares con buena disponibilidad de recursos tales como el agua, hecho que determina cierta redundancia en la ocupación de algunos lugares (Yacobaccio *et al.* 1998). Lo que vale la pena destacar aquí es que la “casa de campo” constituye el escenario del grueso de las prácticas pastoriles de los grupos familiares, y es entonces un componente muy importante en la construcción de la identidad, tanto que es el lugar que una persona menciona cuando se le pregunta sobre su origen (Göbel 2002).

Sitios temporarios

Los puestos temporarios representan asentamientos simples a los cuales se traslada a los rebaños en determinada época del año, particularmente durante la estación seca, tal como sucede en las cercanías del pueblo de Susques (Yacobaccio 2007). En algunas áreas de la Puna Seca podemos hablar de un sistema seminómade como el que documenta Göbel (2002) en la localidad de Huancar, ya que la totalidad de la familia se traslada con la hacienda, mientras que el sistema de movilidad en zonas como el pueblo de Susques, entraría más bien dentro de un esquema logístico dado que no todo el grupo familiar se traslada con los animales, y siempre hay gente que permanece en la “casa de campo” (Yacobaccio 2007). Por otro lado, en la zona de Huancar, las familias que tienen sus “casas de campo” en la serranía occidental, al Oeste del río Pastos Chicos, bajan durante el invierno (mayo a octubre) a las pequeñas quebradas transversales;

mientras que las unidades domésticas que tienen sus bases residenciales en la serranía oriental, al Este del río, utilizan en esos mismos meses las estancias localizadas en las áreas de mayor altitud (Göbel 2002). Esta movilidad diferencial en áreas no tan distantes dentro de la misma Puna Jujeña, se vincula a la proporción diferencial de ovejas y llamas en los rebaños, ya mencionada anteriormente, a lo que se suma una estructura de los recursos ligeramente diferente para el área de Huancar. Si bien muchos aspectos de las prácticas pastoriles coinciden en una y otra área, los datos que Göbel (1994, 2001, 2002) publica para su zona de estudio no hacen explícita la estructura de los recursos, por lo que su análisis carece de la base material necesaria para evaluar completamente las características del manejo de rebaños en la zona de Huancar, ni mucho menos estudiar las características de la dieta de los camélidos domésticos en función del uso diferencial de las áreas de pasturas. Ahora bien, independientemente de la estacionalidad, vale destacar que en todos los casos estudiados en la Puna de Jujuy se registra un uso complementario de las pasturas, el cual determina que la dieta de los rebaños incluya las distintas especies vegetales que crecen en los ambientes utilizados.

Continuando con la exposición del patrón de asentamiento de estas sociedades, encontramos que los puestos temporarios del área de Susques siempre se sitúan en tolares o pajonales por encima de los 3900 msnm y no necesariamente cuentan con una fuente de agua cercana, siendo ocupados unos pocos meses (de 1 a 4) durante la temporada seca (Yacobaccio 2007). En general, estas “estancias” poseen un corral para las ovejas y las cabras, un dormitorio para las llamas, y algún muro de piedras o arbustos, para proteger a los pastores del viento durante su estadía. En el caso de que cuenten con una estructura habitacional, esta suele ser única, aunque algunos puestos pueden tener hasta dos o tres habitaciones, y aquí el corral generalmente se halla adosado a la/s estructura/s (Yacobaccio *et al.* 1998). Estas “estancias” mayormente se encuentran contruidos con paredes de piedra sin techo, a las que en ocasiones se agrega adobe o ramas de tola (*Parastrephia sp.*) (Yacobaccio *et al.* 1998). También es común la utilización de cuevas y aleros acondicionados como puestos, los cuales suelen contar con algunas pircas de piedra que logran un mayor efecto en lo que a protección se refiere (Yacobaccio 2007). Una unidad doméstica posee entre 2 y 7 puestos temporarios en los que se llevan a cabo actividades tales como: monitorear el rebaño, procesamiento y consumo de alimentos (aunque en menor escala que en las casas), ciertas actividades de manufactura (hilado) y también mantenimiento y reparación de algunos artefactos,

aunque en estos sitios no puede hablarse de la existencia de áreas de actividad delimitadas (Yacobaccio *et al.* 1998).

Al mismo tiempo se ha podido documentar cierta continuidad en la ocupación de estas áreas en la mayor parte de los casos estudiados, que lleva a pensar en la existencia de una lógica cultural que privilegia ciertas continuidades en el manejo del espacio (Göbel 2002, Yacobaccio 2007). En términos materiales, Nielsen (1997) considera que estos sitios presentan similitudes con aquellos utilizados para descansar durante los viajes de intercambio que practican los caravaneros; sin embargo, este autor también destaca que los puestos pastoriles cuentan con una mayor inversión de trabajo, aspecto que se encuentra vinculado al uso redundante de estos espacios y a cierto sentimiento de pertenencia, dado que son entendidos como parte del patrimonio del grupo familiar.

Otro tipo de sitios

Por otro lado, Yacobaccio y coautores (1998) mencionan la existencia de un tercer tipo de asentamiento para el área de Susques, situado en las mismas cotas altitudinales que los puestos temporarios, que denominan “sitios transitorios”, los cuales tienen ocupaciones esporádicas que solo duran algunos días.

Por otro parte, Göbel (2002) menciona también la existencia de otro tipo de asentamiento en la localidad de Huancar, que también se encuentra presente en el pueblo de Susques, que es la “casa en el pueblo”, ocupada por algún integrante de la “unidad doméstica” con motivo de circunstancias especiales, tales como la realización de trámites o las festividades religiosas. Este aspecto suma entonces una nueva dimensión a la movilidad pastoril, vinculada a las obligaciones para con la comunidad, mencionada también para tiempos históricos por Gil Montero (2004).

Entonces, dentro de la esfera de producción pastoril de estas sociedades, se registra un sistema de movilidad anual que contempla movimientos estacionales entre las bases residenciales y los sitios temporarios, y una movilidad diaria, entre el asentamiento y los territorios de pasturas y/o de acceso a las fuentes de agua (Yacobaccio *et al.* 1998). Ahora bien, se debe destacar que en general las áreas de pastoreo no poseen construcciones y por lo general ostentan bajas tasas de descarte, lo cual dificulta su identificación. En algunos casos presentan algunas estructuras

particulares como las trampas para zorros, pero generalmente su visibilidad es nula (Nielsen 2000). En este sentido, esta investigación permitirá, a través de los datos isotópicos recabados sobre material óseo de camélidos domésticos, identificar aquellas comunidades vegetacionales utilizadas como áreas de pasturas dentro del ciclo anual.

Siguiendo estos datos, es esperable que los valores isotópicos correspondientes a los camélidos domésticos actuales reflejen de manera promediada las señales isotópicas correspondientes a las distintas comunidades vegetacionales utilizadas por una misma unidad doméstica. Entonces, teniendo en cuenta la proporción de las distintas especies vegetales que ocupan los diferentes ambientes en el presente y su manifestación a partir de los isótopos estables en los tejidos de los camélidos, podemos hacer afirmaciones certeras sobre la dieta animal actual que pueden funcionar como hipótesis para evaluar las prácticas pastoriles implementadas en el pasado.

Capítulo 5: Antecedentes metodológicos: los isótopos estables en la arqueología

5.1 Los isótopos estables como línea de evidencia

Los isótopos estables constituyen una línea de investigación que permite obtener información sobre la subsistencia humana en el pasado e identificar cambios en las estrategias de obtención de recursos (Ambrose 1993, Schoeninger 1995). En el caso de las investigaciones ligadas a la alimentación, tanto para las poblaciones humanas como animales, actuales o prehistóricas, la información se obtiene a través de técnicas de medición de los isótopos estables de ciertos elementos -carbono, nitrógeno, oxígeno, entre otros- sobre tejidos de origen orgánico y reflejan la composición isotópica de la ingesta (Pate 1994).

Los valores de $\delta^{13}\text{C}$ sobre elementos orgánicos como ser huesos, pelos, uñas y dientes, representan el aporte isotópico de la dieta y tienen su origen en la absorción de CO_2 de la atmósfera por parte de los vegetales. Estos pueden adoptar tres vías fotosintéticas diferentes: C_3 , C_4 y CAM, las cuales presentan fraccionamientos distintos al asimilar los átomos de carbono cuando se realiza la fotosíntesis. La mayor parte de las plantas utiliza el Ciclo de Calvin-Benson (C_3) que resulta en valores $\delta^{13}\text{C}$ promedio de -27‰ con un rango de variación que va desde -34 a -22‰ (Heaton 1999). Por el contrario, los vegetales que utilizan la vía Hatch-Slack (C_4) promedian los -13‰ variando entre los -16 y los -7‰ (Pate 1994). Existe una tercer vía fotosintética denominada “metabolismo ácido” correspondiente a las crasuláceas (*Crassulacean acid metabolism*: CAM en inglés, o Metabolismo ácido de las crasuláceas: MAC en castellano) que impide la pérdida excesiva de agua, seguida por aquellas plantas que habitan en ambientes áridos tales como las suculentas. Estos vegetales pueden realizar su fotosíntesis durante la noche presentando valores $\delta^{13}\text{C}$ entre los -10 y los -14‰, o bien pueden tomar CO_2 de la atmósfera durante el día exhibiendo valores entre los -24 y los -30‰, de tal forma que se superponen con los valores de las especies C_4 y C_3 respectivamente (Pate 1994). Por otro lado, la variación en los valores de $\delta^{13}\text{C}$ que exhiben aquellos vegetales que poseen un mismo mecanismo fotosintético se deben a aspectos tales como la disponibilidad de luz, las características del suelo, la temperatura, la humedad del ambiente y la altura (Tieszen 1991).

Entonces, en función del camino adoptado, de la relación de $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ presente en el sustrato y de las condiciones ambientales imperantes, cada especie vegetal tendrá un valor de $\delta^{13}\text{C}$ diferente (Pate 1994). Dicha composición isotópica pasará a través de la ingesta al siguiente eslabón de la cadena trófica, que manifestará dichos valores enriquecidos a causa del proceso de asimilación y promediados en función de la existencia de alimentos de distintos orígenes que ocupan posiciones diferentes en la cadena alimentaria (Schoeninger 1995). Considerando el fraccionamiento en el pasaje al siguiente eslabón de la cadena trófica, es decir los herbívoros, debe aclararse que el análisis de proteínas animales como el colágeno refleja el componente proteico de la dieta enriquecido en aproximadamente 5‰ respecto de los vegetales consumidos, a raíz de los procesos de asimilación (Tykot 2004). De esto se desprende que de existir variaciones en la cobertura vegetal entre dos áreas particulares obtendremos valores diferentes para los herbívoros y para todos los eslabones siguientes en la cadena trófica.

Entonces, el valor obtenido a partir de la medición del colágeno óseo de un camélido del área aquí en estudio, ya sea silvestre o doméstico, actual o arqueológico, reflejará en forma promediada la proporción de vegetales C_3 y C_4 de su dieta, enriquecida aproximadamente en 5‰. Por otro lado, en áreas donde la estructura de la cobertura vegetal depende del rango altitudinal como es el caso de la Puna de Jujuy, es esperable que los valores promedio obtenidos sobre los tejidos correspondientes a poblaciones de herbívoros se correspondan con dicha variación (Cavagnaro 1988, Fernández y Panarello 1999-2001a y b, Llano 2009).

5.2 Investigaciones en dieta humana

En las últimas tres décadas, se han realizado en distintas regiones del mundo, numerosas investigaciones que recurren a los isótopos estables como línea de evidencia con el propósito de explicar diferentes interrogantes (Ambrose 1986, Ambrose y Krigbaum 2003, Chisholm *et al.* 1982, Fogel *et al.* 1989, Hastorf 1985, Hodell *et al.* 2004, Hutchinson *et al.* 1998, Newsome *et al.* 2004, Pate 1997, Price *et al.* 2000, entre muchos otros). Algunos de los trabajos pioneros en esta área de investigación, se interesan por el aporte de maíz en la dieta humana en el Sureste Norteamericano para el Período Woodland Tardío estimado a partir de isótopos del carbono (Vogel y van der

Merwe 1977), sentando las bases para el desarrollo del método que sería luego aplicado a la resolución de diferentes problemáticas. Entre estas se destacan los estudios destinados a determinar el aporte de las especies vegetales domésticas en la dieta humana para distintas áreas del Nuevo Mundo, por ejemplo la relevancia del maíz en el Sudoeste Norteamericano durante la era cristiana (Brenner Coltrain y Leavitt 2002). Igualmente relevantes resultan aquellas investigaciones que apuntan a definir la importancia de los recursos marinos también en dieta humana en ambientes costeros, como las que se llevaron a cabo en las costas de Sudáfrica con restos humanos fechados en el Holoceno Medio y Tardío (Sealy y van der Merwe 1986, 1988). Más aún, los isótopos estables han contribuido a resolver problemáticas como la magnitud de las actividades de ordeño practicadas en Bretaña durante el Neolítico a partir de la medición isotópica de los residuos grasos contenidos en vasijas cerámicas (Copley *et al.* 2003).

En el área andina, la aplicación de estas técnicas ha estado orientada principalmente a la obtención de valores en restos humanos, con el fin de determinar cuestiones tales como el aporte de maíz en la dieta para distintas áreas y períodos (Burguer y van der Merwe 1990, Finucane 2007, Finucane *et al.* 2006, Hastorf 1985, Tykot *et al.* 2006, entre otros). Un ejemplo paradigmático lo constituye el análisis de restos humanos correspondientes al Período Inicial y al Horizonte Temprano en tierras altas y bajas del Perú, que resultaron en valores que señalaron una incorporación del maíz con cronologías variables (Tykot 2004, Tykot *et al.* 2006). Otros temas de interés dentro de esta región que se han tratado desde el análisis de isótopos estables han sido las diferencias dietarias en relación al status social (Hastorf 1990) o la importancia de los alimentos marinos en la ingesta de las poblaciones costeras, como los grupos Chinchorro en la costa Pacífica de Chile (Aufderheide 1993, Aufderheide *et al.* 1994).

También en nuestro país los estudios ligados al empleo de los isótopos estables como fuente de información dietaria se han abocado a la obtención de valores sobre restos humanos (Barrientos 2001, Berón *et al.* 2009, Borrero y Barberena 2006, Borrero *et al.* 2009, Favier Dubois *et al.* 2009, Fernández y Panarello 1994, Gil *et al.* 2009, Gómez Otero 2007, Guichón *et al.* 2001, Laguens *et al.* 2009, Panarello *et al.* 2006, Tessone *et al.* 2009, entre muchos otros). Aquí se destacan aquellos vinculados a establecer el aporte de los recursos marinos en la alimentación y sus correlatos espacio-temporales para Tierra del Fuego (Yesner *et al.* 1991, Zangrando *et al.* 2004), el Sur de Santa Cruz y el extremo meridional chileno (Borrero *et al.* 2001, Barberena 2002). Asimismo, merece ser mencionada la investigación realizada en el Noroeste de Santa

Cruz con el fin de observar variaciones en distintos individuos de una misma población en relación a las categorías de sexo y edad (Tessone 2010, Tessone *et al.* 2005). También se han llevado a cabo estudios sobre restos humanos en la región pampeana destinados a comprender la variabilidad dietaria intragrupo, contemplando la importancia de los recursos terrestres y marinos (Barrientos 1999, Politis *et al.* 2009). Asimismo, los isótopos estables han permitido la obtención de datos en tejidos, particularmente cabello, de momias incaicas encontradas en Mendoza, las cuales fueron sometidas a un análisis diacrónico para observar cambios en la alimentación (Fernández *et al.* 1999, Panarello *et al.* 2003, Wilson *et al.* 2007).

Algunos de estos trabajos también exploran la firma isotópica de recursos relevantes en la dieta humana como ser, por ejemplo, el guanaco o el lobo marino (Barberena 2002, Barberena *et al.* 2009, Zangrando *et al.* 2004, Tessone *et al.* 2005, Martínez *et al.* 2009, Politis *et al.* 2009, Tessone y Belardi 2010, entre otros). A este respecto, autores como Barberena (2002) y Tessone (2010) destacan la importancia de realizar análisis sobre tejidos correspondientes especies animales y vegetales como requisito previo para una mejor interpretación de los valores obtenidos en restos humanos.

Dentro de la arqueología del Noroeste Argentino en los últimos años se han realizado diversas investigaciones que analizan la dieta humana desde los isótopos estables del carbono, del nitrógeno y/o del azufre (Aranibar *et al.* 2007, Calo y Cortés 2009, Fasth 2003, Olivera y Yacobaccio 1999, Killian Galván y Olivera 2008, Yacobaccio *et al.* 1997, entre otros). Uno de estos casos es el del sitio Punta de la Peña 9 en Antofagasta de la Sierra, Catamarca, del cual se han analizado isotópicamente uñas y cabellos humanos recuperados en una inhumación y también fibras de camélido correspondientes a la especie *Lama glama* (Aranibar *et al.* 2007). Estos autores concluyen que los análisis de $\delta^{13}\text{C}$ muestran una predominancia de vegetales C_4 en la dieta humana, mientras que en la alimentación de los camélidos tendrían una mayor importancia los vegetales C_3 . Por otro lado, Calo y Cortés (2009) revisan datos correspondientes al periodo Formativo en el Noroeste Argentino, y particularmente en el valle de Santa María, planteando que la hipótesis de un incremento en el consumo de maíz para estos momentos solo se ve parcialmente corroborada. Esta discusión es retomada en el trabajo de Killian Galván y Samec (en prensa) donde se revisan todos los datos isotópicos publicados hasta el momento, provenientes de contextos arqueológicos

del Noroeste, abarcando distintas regiones y períodos, y cruzando esta evidencia con diversas variables ambientales. (Para un detalle de las publicaciones que tratan los datos recabados en contextos de la Puna Septentrional ver sección “Isótopos estables en la Puna Seca”).

5.3 Investigaciones en dieta animal

Paralelamente al desarrollo de la investigación en dieta humana, el interés en la obtención de valores isotópicos en poblaciones animales ha crecido notablemente en los últimos 20 años, permitiendo a algunos autores hablar de “ecología isotópica” (Fry 2006, Gannes *et al.* 1997, Hobson 1999, Hobson y Wassenaar 1999, McKechnie 2004, entre otros). Esta subdisciplina es entendida como el estudio de las cadenas tróficas existentes en un ecosistema determinado, considerando los valores isotópicos de las especies vegetales y animales y sus rangos de variación, y contemplando a su vez las variables que intervienen en tal variación y los distintos factores de fraccionamiento (Weber *et al.* 2002). Este enfoque ha demostrado su utilidad en la reconstrucción de dietas animales y la determinación de rutas migratorias de poblaciones de especies silvestres, como por ejemplo los elefantes en el Norte de Kenia (Cerling *et al.* 2006). En lo que se refiere a los animales domesticados se han realizado estudios en diversas partes del mundo interesados en problemáticas tales como la similitud en la osteometría de los restos de oveja y cabra en el Este de África y la posibilidad de identificarlos a través de la dieta específica de cada especie (Balasse y Ambrose 2005), o el aporte de algas en la alimentación de rebaños de ovejas de sitios Neolíticos en Escocia (Balasse *et al.* 2006).

En este sentido esta línea de investigación no solo permite atacar problemáticas ligadas por ejemplo a la movilidad de las poblaciones animales, sino que opera como un marco de referencia para la interpretación de los datos arqueológicos, ya sean estos obtenidos a partir del análisis de arqueofaunas o de restos humanos (Burton *et al.* 2001). Considerando este aspecto es que Schoeninger y De Niro (1983) generan datos a partir de tejidos de mamíferos terrestres y marinos, entre los que se incluyen los primeros valores isotópicos obtenidos sobre camélidos modernos: cinco muestras de colágeno correspondientes a llamas del Perú.

Por otro lado, en nuestro país, las investigaciones que ponen el acento en la obtención de valores en tejidos de origen animal y establecen las variables que intervienen en la dieta de estas poblaciones a través de los isótopos estables, para ser luego empleados como marco de referencia son aún escasos, siendo su desarrollo relativamente reciente como resulta evidente al observar las fechas de publicación (Tessone 2010, Tessone y Belardi 2010, Tessone *et al.* 2009, Ugan *et al.* 2010, Yacobaccio *et al.* 2009, 2010). En este sentido quizá el trabajo más importante hasta el momento constituye la tesis doctoral de Tessone (2010) en la cual se profundiza sobre la variabilidad en la alimentación actual de especies que habitan en el Centro-Oeste de Santa Cruz, parte del sector meridional de la Patagonia, tales como el guanaco y el choique, como herramienta que luego es utilizada en la interpretación de la información extraída de contextos arqueológicos de la misma área.

Por otro lado, en la última década ha crecido el interés en llevar a cabo investigaciones enfocadas en dilucidar los factores que inciden en la dieta de las poblaciones animales en el pasado pudiéndose mencionar algunos casos (Barberena *et al.* 2010, Fernández y Panarello 1999-2001a, Finucane *et al.* 2006, Hoppe 2004, Iacumin *et al.* 2004, Tessone 2010, van der Merwe *et al.* 2000, entre otros). En nuestro país este interés es relativamente reciente encontrándose el desarrollo de trabajos que indagan en la dieta de animales silvestres, como por ejemplo el guanaco o el choique (Tessone y Belardi 2010, Barberena *et al.* 2009), otros que apuntan a diferenciar camélidos domésticos de silvestres en función de la dieta (Izeta *et al.* 2009) y otros que apelan a identificar estrategias de manejo de camélidos domésticos y de caza de silvestres provenientes de contextos arqueológicos (Mengoni Goñalons 2007, Yacobaccio *et al.* 2010). Esta investigación retoma algunos de estos lineamientos, ya que apunta a comprender la interacción entre los grupos humanos y las poblaciones de camélidos a partir de la obtención y el análisis de datos isotópicos actuales que integrarán un modelo susceptible de ser aplicado a la evaluación de evidencia isotópica proveniente de contextos arqueológicos.

¿Cómo inferir la dieta de poblaciones animales en el pasado a través de la información isotópica?

Actualmente algunos estudios contemplan la posibilidad de estudiar la dieta de poblaciones animales en el pasado, ya sean domésticas o silvestres, a partir de la comparación entre valores isotópicos actuales y aquellos obtenidos en arqueofaunas (Fernández y Panarello 1999-2001a, Finucane *et al.* 2006, Hoppe 2004, Mengoni Goñalons 2007, Tessone 2010, Tessone y Belardi 2010, van der Merwe *et al.* 2000, Yacobaccio *et al.* 2010, entre otros). En este apartado se comentarán dos estudios realizados en distintas áreas de la región andina con el objetivo de mostrar que los isótopos estables se perfilan como una línea de evidencia susceptible de aportar información novedosa frente a viejos problemas.

La investigación publicada por Finucane y otros (2006) realizada a través del análisis isotópico de restos animales y humanos del sitio Conchopata, situado a 2700 msnm de altitud en Perú, correspondiente al Horizonte Medio, tiene como objetivo determinar la importancia del maíz en la dieta de ambas poblaciones. A partir de la obtención de valores de isótopos estables del carbono y del nitrógeno de material óseo de camélidos arqueológicos y su comparación con aquellos valores logrados en especímenes actuales, sostienen la existencia de dos tipos de estrategias de pastoreo implementadas por el estado Wari. La primera de ellas se corresponde con las prácticas pastoriles observadas actualmente ligadas al manejo de alpacas en ambientes de altura con una vegetación típicamente puneña, la cual determinaría valores de $\delta^{13}\text{C}$ empobrecidos, con un promedio de $-18,6\%$. Por el contrario, aquellos valores enriquecidos que ostentan una media de -10% representarían una segunda modalidad de prácticas pastoriles, en la que los rebaños de llamas permanecían cerca del sitio y eran alimentados mayormente con vegetales C_4 , es decir maíz. Esta conclusión da por tierra con las viejas interpretaciones que consideraban que durante el Horizonte Medio el maíz no era un cultivo importante frente a la primacía de otros vegetales locales, como la quínoa, en el área de Ayacucho (Finucane *et al.* 2006).

El segundo estudio que será considerado aquí fue publicado por Mengoni Goñalons (2007) y tiene como objetivo el estudio del sistema pastoril implementado en tiempos Incaicos en dos áreas del Noroeste Argentino: la Quebrada de Humahuaca (Jujuy) y el valle de Yocavil (Salta). El autor presenta valores de isótopos estables $-\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$ - sobre colágeno óseo de camélidos con el fin de aportar al conocimiento de las prácticas de manejo de rebaños en el pasado, planteando que hasta el momento estos datos fueron utilizados para evaluar dieta humana y que las estrategias pastoriles prehispánicas fueron largamente excluidas del programa de investigación. Dichos

valores son discutidos integrando información sobre las características osteométricas de los especímenes, considerando al tamaño como variable diagnóstica para diferenciar entre especies de camélidos (Mengoni Goñalons 2007). Ambas categorías de datos son evaluadas en relación al conocimiento actual que se tiene respecto de la alimentación de las poblaciones de dichos animales en términos isotópicos, tomando las muestras generadas por Fernández y Panarello para la Puna de Jujuy como referencia (Fernández y Panarello 1999-2001a, 1999-2001b, Panarello y Fernández 2002). Estos análisis revelan que existió una gran variabilidad en la dieta de los individuos considerados, señalando que en el sitio Esquina de Huajra, situado en la provincia de Jujuy, a una altitud de 2000 msnm, camélidos domésticos y silvestres habían contado con un mismo tipo de dieta. Por el contrario, en el sitio Pucará de Volcán localizado también en Jujuy y con una altura de 2100 msnm, se hallan representadas dos poblaciones que exhibieron dietas diferentes: una mayormente integrada por vegetales C_3 -probablemente consumida por camélidos silvestres- y otra que combina especies C_3 y C_4 -ingerida por camélidos domésticos-. Algo parecido sucede con los camélidos recuperados en el sitio arqueológico de Tolombón en el Valle de Yocavil en Salta, donde también se distinguen dos poblaciones diferentes. A partir de estos datos y teniendo en cuenta la disponibilidad vegetal en el área de Tolombón, Mengoni Goñalons (2007) sugiere una interpretación para este sitio, ubicado a 1700 msnm, que considera que las vicuñas habrían sido obtenidas por intercambio con áreas de mayor altitud, mientras que las llamas serían un producto local, consumiendo aquellos recursos disponibles en la zona. En cuanto a los otros dos sitios, el autor considera factible la existencia de prácticas pastoriles con un aprovechamiento diferencial de distintos parches para el sitio Pucará de Volcán, y la realización de actividades locales de caza y pastoreo para Esquina de Huajra (Mengoni Goñalons 2007).

Entonces, la propuesta de este trabajo se vincula, en parte, a aquellas planteadas por Finucane y coautores (2006) y Mengoni Goñalons (2007) ya que contemplaremos las variables que intervienen en la dieta de los camélidos actuales y en particular la distribución de las distintas especies vegetales del área como paso previo necesario para el análisis de muestras arqueológicas. Esta investigación partirá del análisis de la distribución de las comunidades vegetales en el área y su relación con la variable altitudinal, y de la utilización de las mismas por parte de las comunidades pastoriles, a fin de crear un modelo aplicable a la evaluación de las estrategias de manejo pastoril en el pasado.

5.4 Isótopos estables en la Puna Seca

5.4.1 Investigaciones en dieta humana

En esta región, hasta el momento, los isótopos estables han resultado de gran importancia en lo que a dieta humana se refiere, siendo más abundantes en la literatura los casos en los que se presentan valores obtenidos a partir de restos humanos (Yacobaccio *et al.* 1997, Olivera y Yacobaccio 1999, Yacobaccio *et al.* 2001, Killian Galván y Olivera 2008). Dentro de estos los valores de $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$ medidos sobre colágeno obtenidos por Yacobaccio y colaboradores (1997) correspondientes al Holoceno tardío para el área de Susques, permiten postular una estrategia pastoril básica para ese período, con una fuerte representación de proteína C_3 en la dieta. Estos valores resultan analizados en conjunto con nuevos datos en la publicación de Olivera y Yacobaccio (1999) cuyo objetivo consiste en determinar las características de la dieta humana desde el Holoceno temprano hasta el período Post-Hispánico, tanto en la Puna Salada como en la Puna Seca. A partir de la presentación de nuevos valores de $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$ con diversas cronologías discuten aspectos tales como el impacto de la domesticación de camélidos y la introducción de vegetales cultivados en la dieta de estas poblaciones (Olivera y Yacobaccio 1999). A su vez, estos autores comentan algunos valores obtenidos en camélidos silvestres y domésticos, tanto actuales como arqueológicos, acompañados de datos generados sobre ciertas especies vegetales. Pero estos datos no son discutidos en profundidad ya que el objetivo del trabajo es determinar las variaciones en dieta humana y no en dieta animal (Olivera y Yacobaccio 1999).

Algunas de estas ideas y datos son retomados en la periodización que Yacobaccio y coautores (1997-1998, en prensa) postulan para el área de Susques, de tal forma que plantean ciertas modificaciones en la dieta humana a partir de la información isotópica combinada con otras líneas de investigación dentro de la arqueología tales como la zooarqueología. De tal forma los valores de $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$ medidos sobre restos humanos provenientes de sitios como Morro del Ciénago Chico permiten postular la existencia de una dieta dentro de un rango C_3 , en coincidencia con las primeras

evidencias del desarrollo de una estrategia de pastoreo entre los 2900 y los 2600 años AP dentro de esta área. Posteriormente para el periodo de pastoreo-caza los datos recabados en sitios como Cueva Chayal indican un afianzamiento en el consumo de una dieta rica en proteínas en el rango de los vegetales C₃. Por el contrario, para el momento siguiente, entre los 550 y los 220 años AP encontramos evidencias de una alimentación con energía C₃ y proteínas C₄ en función de la introducción de vegetales cultivados en las economías pastoriles del área de Susques a los que se tendría un acceso ocasional (Yacobaccio *et al.* en prensa).

Por otro lado, análisis isotópicos recientes llevados a cabo en la localidad de Doncellas (Departamento de Cochinoca, Jujuy) sobre restos humanos recuperados en un contexto correspondiente al período Tardío apuntan a una dieta con gran importancia de vegetales C₃ contrariamente a las expectativas generadas anteriormente para este período (Killian Galván y Olivera 2008). En este trabajo los autores desestiman el consumo de maíz para este sitio, recalcando la importancia de otros recursos, como por ejemplo los camélidos, a partir de la obtención de valores de $\delta^{13}\text{C}$ que califican de “intermedios” (entre una dieta C₄ y C₃, aunque más cercanos a esta última). En este sentido, los datos aquí presentados completarán la información existente sobre dieta animal y serán de gran utilidad en la interpretación de aquellos valores obtenidos sobre restos humanos, además de aportar a la evaluación de las estrategias movilidad y de manejo de rebaños en el pasado.

5.4.2 Investigaciones en dieta animal

Por otro lado, en lo que a ecología isotópica se refiere, Fernández y Panarello (Fernández *et al.* 1991, Fernández y Panarello 1999-2001a, 1999-2001b, Panarello y Fernández 2002) han publicado una serie de valores obtenidos sobre restos actuales de roedores, camélidos y felinos -sobre colágeno y fibra- acompañados de datos isotópicos de vegetales de la Puna Jujeña. Al respecto dichos autores han observado cierto grado de variación en la dieta de guanacos, vicuñas, llamas y alpacas en función de las distintas comunidades vegetacionales en las que se alimentan determinadas por la variable altitudinal. Analizando los resultados estos investigadores establecen que la especie *Lama guanicoe* consume una dieta conformada casi exclusivamente por vegetación C₃, en relación probablemente a las altas cotas altitudinales en las que se

mueve. Por otro lado las vicuñas que habitan por encima de los 4000 msnm ostentan una dieta con un 90% de plantas C₃, mientras que por debajo de esa altura su alimentación consta de 67% de especies C₃. En general, las llamas presentan valores un tanto más negativos para las mismas cotas altitudinales: con un 95% de especies C₃ por encima de los 4000 msnm, y un 70% de las mismas a menor altitud. Por otra parte, los individuos analizados correspondientes a la especie *Lama pacos*, provenientes del área de Miraflores a 3550 msnm, poseen una dieta que cuenta con un 83% de vegetación C₃. (Ver capítulo 7 para un análisis de estos datos con mayor profundidad). Paralelamente en este trabajo también se analiza la dieta de algunos carnívoros tales como el puma (*Puma concolor*) y el zorro (*Dusicyon*). A su vez, estos autores (Fernández y Panarello 1999-2001a) sientan precedente al presentar valores obtenidos sobre hueso de camélidos arqueológicos del área de Laguna Pozuelos fechados entre 745 y 455 años AP, comparándolos con los datos de poblaciones animales actuales, para los cuales plantean una dieta con un 65% de plantas C₃.

Para momentos más tempranos se destaca el trabajo de Fernández y coautores (1991), quienes analizan diversos materiales recuperados en el perfil Barro Negro (23° latitud Sur, 65° 37' longitud Oeste) situado a 3820 msnm en la Sierra del Aguilar en la Puna de Jujuy, con fechados de hasta 12000 años AP. Dichos autores realizan análisis isotópicos - $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{18}\text{O}$ - sobre sedimentos -marga y turba- correlacionando estos datos con el polen recuperado en el sitio a fin de realizar interpretaciones paleoclimáticas. También estudian el contenido faunístico de los distintos niveles, encontrando restos de *Hippidion* -caballo extinto- y de camélidos -sin atributos que permitan identificar especie- sobre cuyo colágeno se efectúan análisis de isótopos estables - $\delta^{13}\text{C}$ -. Es de importancia destacar que los restos óseos de camélidos fueron recuperados en un nivel en el que también se han encontrado artefactos líticos y carbón. Los valores $\delta^{13}\text{C}$ logrados sobre tejidos de camélidos son evaluados en términos de aquellos exhibidos por la vegetación del área y comparados con valores actuales obtenidos sobre colágeno óseo y fecas de vicuñas, guanacos y llamas. Toda esta información permite a los autores plantear la existencia de un cambio climático de importancia hacia comienzos del Holoceno que implicó el reemplazo de condiciones húmedas y frías por otras más secas y cálidas (Fernández *et al.* 1991). Esta modificación ambiental fue lo suficientemente significativa como para verse reflejada en la dieta de los animales representados en la porción más temprana del perfil quienes habrían consumido un mayor porcentaje de

vegetación C₃, mientras que la alimentación de la fauna más tardía habría contado con una mayor abundancia de plantas C₄ (Fernández *et al.* 1991).

La propuesta de Fernández y Panarello (1999-2001a) será retomada en este trabajo, el que apunta a comprender el funcionamiento de la cadena trófica en el ecosistema de la Puna Jujeña a partir de datos actuales, que serán luego extrapolados a la interpretación de la información prehistórica. En lo que se refiere a la información actual, Fernández y Panarello (1999-2001a) mostraron la existencia de una tendencia de empobrecimiento en los valores de $\delta^{13}\text{C}$ obtenidos sobre colágeno óseo de camélidos silvestres y domésticos, que muestra una mayor contribución de especies C₃ a medida que aumenta la altitud, mientras que las poblaciones que pastan a menor altura presentan valores más enriquecidos debido a una alimentación en la que cobran mayor importancia los vegetales C₄. Esta tendencia se explica en función de la distribución diferencial de las especies C₃ y C₄ en relación a la altitud, que fuera postulada por Cavagnaro (1988) y Llano (2009) para Mendoza, y por Fernández y Panarello para la Puna Jujeña (Fernández *et al.* 1991, Fernández y Panarello 1999-2001a y 1999-2001b). Al mismo tiempo, datos publicados por Yacobaccio y coautores (2009) apuntan en la misma dirección al identificar una correlación negativa entre la altitud y los valores isotópicos sobre colágeno óseo de llamas, de tal forma que estos se empobrecen en un promedio de 2‰ cada 500 m aproximadamente. En un trabajo más reciente, Yacobaccio y colaboradores (2010) verifican esta correlación no solo a partir del análisis de colágeno óseo de llamas, sino también de vicuñas, datos que luego son utilizados como marco de referencia para evaluar las estrategias de manejo de rebaños y de caza de camélidos silvestres en el sitio arqueológico Cueva Quispe, en la Puna de Jujuy (Ver capítulos 7 y 8 para una mayor discusión de estos datos).

5.4.3 Investigaciones sobre fotosíntesis vegetal

En el área de estudio, se hallan presentes especies vegetales que corresponden a las tres vías fotosintéticas existentes: C₃, C₄ y CAM. Estas últimas se encuentran representadas principalmente por cactáceas y claveles del aire (*Tillandsia*), las que si bien forman parte de la dieta de los camélidos, lo hacen en una muy baja proporción, por lo que no son consideradas como un problema en este trabajo. Por otra parte, la

distribución de los otros dos tipos viene dada por las diferencias que exhiben en términos de tolerancia a la humedad, la temperatura y la luminosidad (Fernández *et al.* 1991). Aquellas especies que siguen la vía fotosintética C₃ se ubican preferentemente en ambientes húmedos y templados o frescos (Fernández y Panarello 1999-2001a), mientras que los vegetales correspondientes al régimen C₄ crecen en hábitats cálidos con mayor radiación solar y menor humedad (Tieszen 1994). En nuestra área las plantas C₃ se hallan representadas por la totalidad de las especies arbustivas, numerosas hierbas y gramíneas, y los vegetales que siguen la vía C₄ se encuentran integradas mayormente por gramíneas (Fernández y Panarello 1999-2001a). A este respecto Fernández y colaboradores (1991) analizaron isotópicamente muestras de vegetales obtenidas en un gradiente altitudinal entre los 3600 y los 5500 msnm. De tal forma que contamos con valores de $\delta^{13}\text{C}$ sobre plantas silvestres de la Puna de Jujuy que presentan rangos de variación entre -24 y -29,1‰ para las especies C₃ y comprendidos entre -10,6 y -13,8‰ dentro de los vegetales C₄ (Fernández *et al.* 1991).

Por otro lado, en un estudio llevado a cabo en el Norte de la Provincia de Mendoza, Cavagnaro (1988) analizó la distribución de plantas C₃ y C₄ en un ambiente caracterizado por la aridez y la variación altitudinal. Este autor encuentra que los vegetales C₃ se vuelven más abundantes a medida que aumenta la altitud, mientras que las plantas C₄ se comportan de manera inversa, dependiendo de la temperatura promedio determinada por el gradiente altitudinal. Estos lineamientos son retomados por Llano (2009) quien identifica la misma tendencia en la cuenca del Atuel en el Sur de Mendoza. Según lo planteado por numerosos autores (Fernández *et al.* 1991, Fernández y Panarello 1999-2001a, 1999-2001b, Yacobaccio *et al.* 2009, Samec *en prensa*) en la Puna Jujeña se observa una situación similar, donde se registra un aumento en el porcentaje de C₃ en la dieta de diversos animales a medida que aumenta la altitud en la que se alimentan. Como ya ha sido mencionado más arriba esto se refleja en la dieta de los camélidos actuales, ya sean llamas o vicuñas, presentados por Fernández y Panarello (1999-2001a) quienes plantean la existencia de una fuerte correlación entre la altitud y la disponibilidad de vegetales C₃ y C₄ en el área. En este sentido, es que Fernández y Panarello (1999-2001b) plantean que en aquellas altitudes superiores a los 4000 msnm en la Puna Jujeña, la mayor parte de las plantas exhiben un patrón fotosintético C₃, siendo una de las pocas excepciones las gramíneas correspondientes al género *Muhlenbergia*. Por otro lado en el piso vegetacional situado entre los 3600 y los 4000

msnm, estos autores identifican el predominio de monocotiledóneas que siguen el camino fotosintético C₃, aunque también encuentran pastizales integrados por especies C₄, como por ejemplo *Pennisetum chilensis* (esporal) y *Sporobolus rigens*.

La propuesta de este trabajo contempla la relación existente entre la proporción de C₃ y C₄ y la variable altitudinal en el presente y su manifestación en la dieta de los camélidos silvestres y domésticos como una forma de comprender los hábitos móviles de estas poblaciones. Entonces, esta y otras variables serán consideradas al delinear un modelo que tenga en cuenta los distintos aspectos que intervienen en la alimentación de los camélidos de la Puna Jujeña y que pueda luego ser utilizado para interpretar datos provenientes de contextos arqueológicos.

Capítulo 6: Metodología: materiales, métodos y técnicas

6.1 Unidades y escalas de análisis

El objetivo general de este proyecto, como ya ha sido explicitado, consiste en establecer las variables que intervienen en la dieta de las poblaciones de camélidos domésticos y silvestres que habitan en la Puna de Jujuy. Entonces, esta investigación se abocará a la obtención de valores $\delta^{13}\text{C}$ sobre una muestra de estas poblaciones a fin de evaluar cómo la dieta se ve afectada por la variación altitudinal y la intervención humana en la selección de pasturas para los animales domésticos. Luego, esta información será utilizada para generar expectativas en cuanto a la relevancia de estas mismas variables en el pasado, como una forma de aportar al conocimiento de las sociedades pastoriles prehistóricas y su relación con el medio, con particular interés en sus estrategias de movilidad y control sobre los rebaños.

En consecuencia, este trabajo contemplará la existencia de dos poblaciones de muestreo: los camélidos domésticos y los silvestres, de los que se obtendrán muestras provenientes de altitudes diferentes a fin de determinar la importancia de dicha variable en la dieta animal. Para el caso de los primeros seleccionaremos muestras de sitios pastoriles en actividad situados en fajas altitudinales diferentes y que corresponden a parches vegetacionales distintos: el tolar o estepa arbustiva (entre los 3400 y los 3900 msnm), el pajonal altoandino o estepa herbácea (entre los 4100 y los 4700 msnm) y el ecotono o estepa mixta entre ambas comunidades (entre los 3900 y los 4100 msnm). Los especímenes óseos recuperados en estos sitios corresponden únicamente a llamas (*Lama glama*) ya que esta especie representa al único camélido que es pastoreado tradicionalmente en la región. A esta información se sumará aquella recabada por otros investigadores que han efectuado mediciones sobre restos óseos correspondientes a llamas y alpacas de la Puna Jujeña (Fernández *et al.* 1991, Fernández y Panarello 1999-2001a, 1999-2001b).

Con respecto a los camélidos silvestres, serán medidos huesos de vicuñas (*Vicugna vicugna*) actuales correspondientes a estas mismas cotas altitudinales, dado que la obtención de restos óseos de guanacos (*Lama guanicoe*) resulta extremadamente dificultosa dada su poca densidad y extensión territorial en la Puna Seca en la

actualidad. Sin embargo, no se descarta la obtención de especímenes óseos de esta especie en investigaciones futuras, que lleven a cabo una exploración exhaustiva de las altas cotas altitudinales en las que habita el guanaco actualmente. Al igual que con los camélidos domésticos, los valores logrados por Fernández y Panarello (Fernández *et al.* 1991, Fernández y Panarello 1999-2001a, 1999-2001b) sobre tejidos de vicuñas y guanacos de la región serán incluidos en la discusión de los datos recabados por esta investigación.

De esto se desprende que la unidad de observación es el individuo, es decir, el espécimen de llama o vicuña, sobre cuyo colágeno óseo se esté realizando el análisis. Es importante mencionar que cada valor individual vendrá determinado por la historia de vida del animal, sus hábitos territoriales y sus preferencias alimenticias. Al mismo tiempo, vale aclarar que dado que la tasa de regeneración de tejidos como el colágeno óseo es particularmente lenta, los valores isotópicos medidos sobre este material representan un promedio de las señales isotópicas en el tiempo. De tal forma, para algunos autores el tejido óseo corresponde a los últimos 10 años de vida (Macko *et al.* 1999), mientras que para otros representa un intervalo temporal aun mayor (Hedges *et al.* 2007) por lo que aportan información sobre los patrones de alimentación y territorialidad en una escala temporal amplia en términos ecológicos (Pate y Noble 2000), y que en el caso de los camélidos representa prácticamente toda su vida.

Al mismo tiempo, los materiales óseos poseen una buena preservación y es factible encontrarlos en contextos arqueológicos en buen estado de conservación, por lo que un *corpus* de datos actuales gestado sobre este material constituye sin dudas una excelente herramienta comparativa susceptible de ser empleada en la resolución de problemáticas arqueológicas. Por otra parte, hemos decidido excluir de la comparación los valores isotópicos medidos sobre materiales como fecas o fibra, debido a que representan escalas temporales diferentes y se recuperan en contextos arqueológicos en menor medida que los restos óseos, si bien resultan datos útiles que serán mencionados en este trabajo.

6.2 Materiales y procedencia de los mismos

En la obtención de ambas muestras, correspondientes a las poblaciones de camélidos silvestres y domésticos que en la actualidad habitan la Puna de Jujuy, se ha mantenido un estricto control en lo que se refiere a su origen y procedencia.

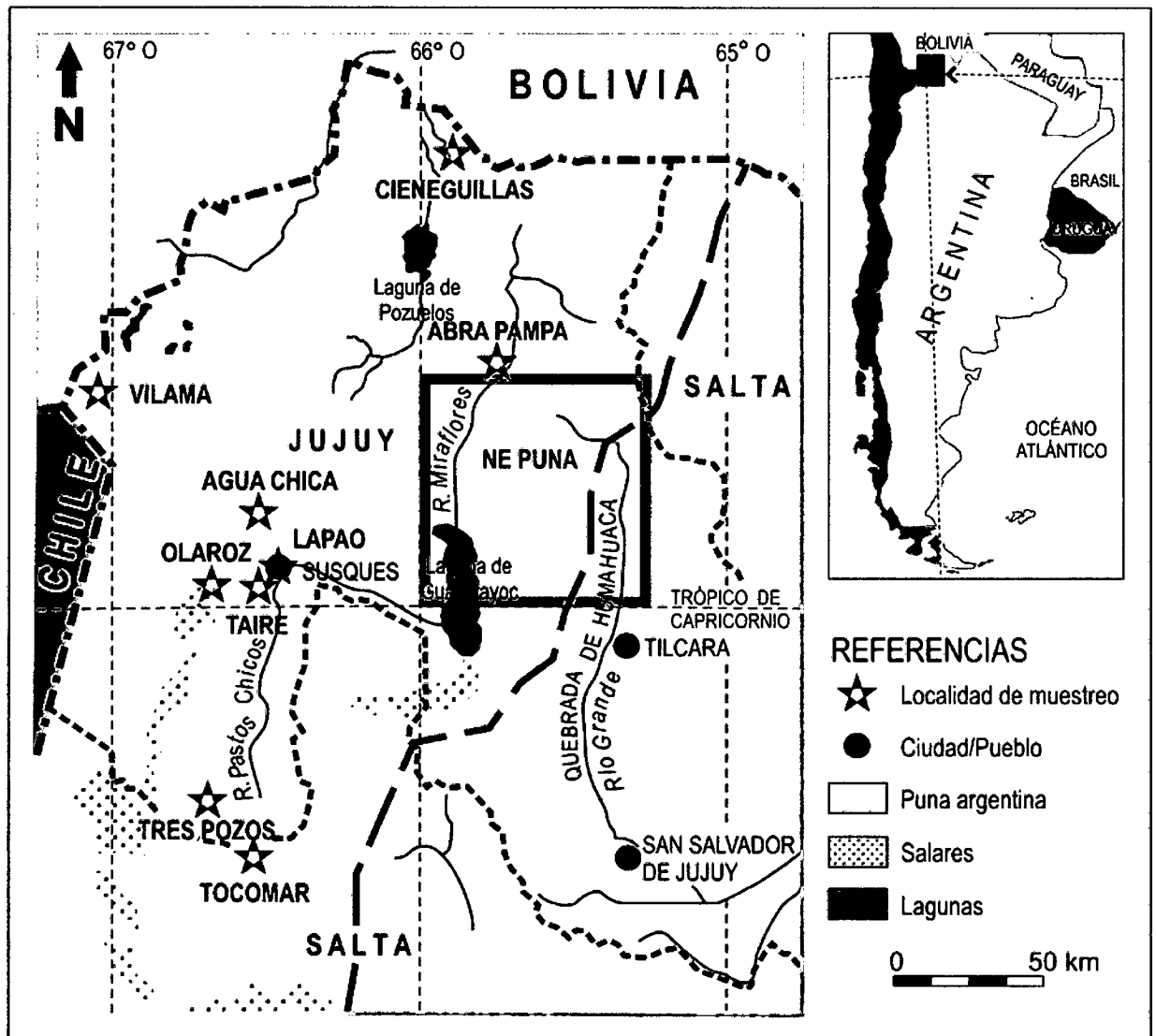


Figura 6.1 Mapa de la Puna de Jujuy indicando la procedencia de las muestras aquí analizadas (Tomado de Samec en prensa, con modificaciones).

En el caso de los especímenes domésticos el material óseo fue recolectado dentro o en las cercanías de asentamientos pastoriles en actividad de los que se conoce el área de captación de recursos. Mientras que para la obtención de la porción de la muestra que representa a los animales silvestres se consideraron los hábitos territoriales de las poblaciones al realizar el muestreo. De este modo, las muestras se encuentran integradas por carcasas recolectadas en el campo en función criterios tales como la

disponibilidad y la conservación, aspectos que condicionan la cantidad de especímenes recuperados en cada sitio.

Los especímenes que integran la muestra de camélidos domésticos, correspondientes a la especie *Lama glama*, fueron recolectados en las siguientes localidades: Lapao, Cieneguillas, Agua Chica, Tres Pozos, Vega del Taire y Vilama, todas situadas en la Puna Jujeña (ver figura 6.1). La primera de estas localidades, Lapao, se ubica en el departamento de Susques, muy próxima a un curso de agua estacional, el río homónimo, el cual forma parte de la cuenca Pastos Chicos - Las Burras. En esta área se localiza una vega en cuyas cercanías se sitúa una residencia pastoril perteneciente a una unidad domestica que cuenta con uno de los rebaños sobre los que Yacobaccio y colaboradores han realizado observaciones etnoarqueológicas sostenidas desde 1989 (Yacobaccio *et al.* 1998). Para los propósitos de esta investigación debemos mencionar que en este punto se han recolectado un total de 10 especímenes óseos correspondientes a la especie *Lama glama*. Vale destacar también que Lapao se encuentra a 3600 msnm y ostenta el desarrollo de especies vegetales rizomatosas en cojín en la pequeña vega y una vegetación de tolar en el área circundante representada mayormente por especies del género *Parastrephia* y *Fabiana*.

Asimismo se han obtenido muestras de llamas en un área relativamente cercana, la localidad de Agua Chica, también incluida dentro del departamento de Susques, pero localizada a una altitud de 3940 msnm. En esta zona se recuperaron 12 elementos faunísticos en el contexto de un puesto de altura emplazado en las cercanías de una vega muy pequeña con desarrollo de ciperáceas, que interrumpe la extensión del ecotono o estepa mixta de tolar-pajonal en estas cotas altitudinales.

Al mismo tiempo hemos recuperado 3 restos óseos correspondientes a la especie *Lama glama* en la localidad de Cieneguillas, ubicada más al Norte, en el departamento de Santa Catalina también en la provincia de Jujuy. Esta área se encuentra situada a unos 3600 msnm de altura y presenta dos grandes comunidades vegetacionales: un conjunto de vegetación variado que crece en áreas inundadas temporalmente, con especies arbustivas (género *Parastrephia*), hierbas perennes (género *Bacharis*) y poáceas perennes (*Muhlenbergia fatigata*, *Distichlis humilis*), y otro conjunto que se desarrolla en médanos y tolares, representado por especies arbustivas (géneros *Bacharis*, *Parastrephia* y *Fabiana*), algunas hierbas y poáceas (*Sporobolus rigens*).

Por otro lado, hemos recolectado también especímenes de llamas en las siguientes vegas de altura: del Taire, Tres Pozos y Vilama. La primera se encuentra situada no muy lejos del pueblo de Susques hacia el Oeste, a 4020 msnm de altura, y en ella se ha recuperado un único espécimen de *Lama glama*. En la vega de Tres Pozos, localidad situada en el departamento de Susques a 4300 msnm de altura, han sido recolectados 4 restos óseos de llamas. Finalmente, en la vega de Vilama, región ubicada en las cercanías de la laguna del mismo nombre muy próxima al límite tripartito entre Argentina, Bolivia y Chile, y que cuenta con una altitud de 4700 msnm, se han recuperado 4 especímenes de esta misma especie. Todas estas vegas de altura se desarrollan interrumpiendo el pajonal que se localiza en cada una de estas áreas y cuentan con gramíneas perennes (*Deyeuxia sp*, *Poa gymnantha*) y hierbas perennes (*Pycnophyllum molle*).

De esta manera en el marco de esta investigación, sumando todos los especímenes recuperados en estas localidades, la muestra representa un total de 34 individuos de camélidos domésticos (Yacobaccio *et al.* 2009, 2010, Samec en prensa). A estos valores medidos sobre llamas, se agregan aquellos publicados por Fernández y Panarello (Fernández *et al.* 1991, Fernández y Panarello 1999-2001a) de forma que en esta tesis serán discutidos 48 datos en total correspondientes a la especie *Lama glama* (Ver tabla 6.1).

Especie	Localidad	Altura	N	Referencia
<i>L glama</i>	NE Puna	3550	3	Fernández y Panarello 1999-2001a
<i>L glama</i>	Lapao	3600	10	Yacobaccio <i>et al.</i> 2009
<i>L glama</i>	Cieneguillas	3600	3	Yacobaccio <i>et al.</i> 2009
<i>L glama</i>	NE Puna	3600	3	Fernández <i>et al.</i> 1991, Fernández y Panarello 1999-2001a
<i>L glama</i>	NE Puna	3700	1	Fernández <i>et al.</i> 1991
<i>L glama</i>	NE Puna	3750	1	Fernández y Panarello 1999-2001a
<i>L glama</i>	Agua Chica	3940	12	Yacobaccio <i>et al.</i> 2009, 2010
<i>L glama</i>	NE Puna	4000	6	Fernández y Panarello 1999-2001a
<i>L glama</i>	Taire	4020	1	Yacobaccio <i>et al.</i> 2009
<i>L glama</i>	Tres Pozos	4300	4	Yacobaccio <i>et al.</i> 2010
<i>L glama</i>	Vilama	4700	4	Yacobaccio <i>et al.</i> 2010
Total			48	

Tabla 6.1 Procedencias de los especímenes de *Lama glama* cuyos valores de $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ son discutidos en este trabajo.

Por otro lado, la muestra de especímenes de vicuña es más pequeña, contabilizando un total de 17 individuos, ya que han sido muestreadas solo 3 áreas dentro de los procedimientos llevados a cabo en esta investigación. Una de estas zonas es Tocomar, situada a 4400 msnm de altura representa una vega de altura, con las mismas características que las anteriormente mencionadas, de donde provienen 13 vicuñas que representan la mayor parte de los especímenes silvestres muestreados. Otro de los sitios en los que hemos obtenido una única muestra ósea de vicuña es el Salar de Olaroz, el cual se encuentra situado en el departamento de Susques, a 3480 msnm y constituye una paleoplaya en un ámbito salino con pobre desarrollo de vegetación en general. Para finalizar, la última localidad en la que se han recolectado especímenes óseos correspondientes a la especie *Vicugna vicugna* es Abra Pampa, también ubicada a 3480 msnm, en el departamento de Cochino. En esta zona se han recuperado 3 especímenes y en ella se desarrolla una estepa arbustiva con especies correspondientes a los géneros *Parastephia* y *Baccharis*, interrumpida por el desarrollo de pastizales de esporal (*Pennisetum chilense*).

A estas 17 muestras de vicuña generadas en el marco de esta investigación se suman aquellos valores $\delta^{13}\text{C}$ publicados por otros investigadores para la misma área (Fernández y Panarello 1999-2001a, 1999-2001b), alcanzando un total de 30 datos discutidos en total en esta tesis (Ver tabla 6.2).

Especie	Localidad	Altura	N	Referencia
<i>V vicugna</i>	Olaroz	3480	1	Samec en prensa
<i>V vicugna</i>	Abra Pampa	3480	3	Samec en prensa
<i>V vicugna</i>	NE Puna	3550	5	Fernández y Panarello 1999-2001a
<i>V vicugna</i>	NE Puna	3700	1	Fernández y Panarello 1999-2001a
<i>V vicugna</i>	NE Puna	4000	4	Fernández y Panarello 1999-2001a
<i>V vicugna</i>	NE Puna	4200	1	Fernández y Panarello 1999-2001a
<i>V vicugna</i>	Tocomar	4400	13	Yacobaccio <i>et al.</i> 2010, este trabajo
<i>V vicugna</i>	NE Puna	4500	2	Fernández y Panarello 1999-2001a y b
Total			30	

Tabla 6.2 Procedencias de los especímenes de *Vicugna vicugna* cuyos valores de $\delta^{13}\text{C}$ son discutidos en este trabajo.

Entonces, los resultados derivados del análisis efectuado sobre colágeno de llamas y vicuñas en el marco de esta investigación se cotejarán con los valores

obtenidos por Fernández y coautores (1991) y Fernández y Panarello (1999-2001a y b). (Ver tablas 6.1, 6.2, 6.3 y 6.4) Estos datos obtenidos sobre tejidos correspondientes a llamas, vicuñas, guanacos y alpacas, no cuentan con la procedencia exacta de cada muestra, pero sí con las alturas a las que fueron recuperadas. Entonces, el trabajo “Isótopos del carbono en la dieta de herbívoros y carnívoros de los Andes Jujeños” (Fernández y Panarello 1999-2001a) establece las siguientes áreas de procedencia dentro del Noreste de la Puna Jujeña: Vertiente occidental de la Sierra Alta, Caballo Muerto y Cruz de Cabrera, El Portillo, Huancar Grande, Campos de Abra Pampa y Puesto del Marqués, Campos de Pozuelos y Cincel, Campos de Miraflores, Sierra del Mal Paso, todos estos situados en el sector Noreste de la Puna Seca (Ver figura 6.1 en la cual la totalidad de estas localidades se encuentran contenidas en un recuadro gris con la indicación “NE Puna”).

Especie	Localidad	Altura	N	Referencia
<i>L. guanicoe</i>	NE Puna	4000	2	Fernández y Panarello 1999-2001a
<i>L. guanicoe</i>	NE Puna	4400	1	Fernández y Panarello 1999-2001a
<i>L. guanicoe</i>	NE Puna	4500	3	Fernández y Panarello 1999-2001a y b
<i>L. guanicoe</i>	NE Puna	4600	1	Fernández y Panarello 1999-2001a
Total			7	

Tabla 6.3 Procedencias de los especímenes de *Lama guanicoe* cuyos valores de $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ son discutidos en este trabajo.

Especie	Localidad	Altura	N	Referencia
<i>L. pacos</i>	NE Puna	3550	4	Fernández y Panarello 1999-2001a
<i>L. pacos</i>	NE Puna	3600	2	Fernández y Panarello 1999-2001a
Total			6	

Tabla 6.4 Procedencias de los especímenes de *Lama pacos* cuyos valores de $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ son discutidos en este trabajo

Como ya ha sido mencionado, al efectuar la comparación entre ambos *corpus* de datos serán excluidos los valores medidos sobre aquellos materiales que no son colágeno óseo, es decir, pelo y fecas, debido a que representan escalas temporales diferentes. Si bien estos datos serán tenidos en cuenta en la discusión, consideramos que los datos medidos sobre colágeno resultan más útiles para el propósito de esta tesis, la

cual propone un modelo susceptible de ser evaluado arqueológicamente. Asimismo serán excluidas de la discusión las muestras promediadas publicadas por Fernández y colaboradores (1991) debido a que las alturas correspondientes se encuentran expresadas como rangos. (Ver tabla 6.5). Tomados estos recaudos, son 40 los valores publicados por Fernández y colaboradores (1991) y Fernandez y Panarello (1999-2001a y b) que serán integrados a los datos obtenidos en el marco de esta investigación.

Altura	Colágeno				Fecas				Pelos de vientre			
	Llama	Alpaca	Guanaco	Vicuña	Llama	Alpaca	Guanaco	Vicuña	Llama	Alpaca	Guanaco	Vicuña
3550	3	4	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-
3600	3	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3700	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
3750	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4000	6	-	2	4	1	-	-	-	-	-	-	-
4200	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-
4300	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-
4400	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-
4500	-	-	3	2	-	-	-	-	-	-	1	1
4600	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Totales	14	6	7	13	1	-	1	2	-	-	1	1

Tabla 6.5 Muestras por tipo, especie y altura. Según: Fernández *et al.* 1991, Fernández y Panarello 1999-2001a y 1999-2001b. (Se excluyen los promedios publicados en Fernández *et al.* 1991 ya que las alturas también se encuentran promediadas.)

6.3 Técnicas de laboratorio

6.3.1 Extracción de colágeno

Para la realización de las mediciones isotópicas de ambas muestras se han seleccionado huesos con tejidos densos, preferentemente diáfisis, evitando la utilización de tejido esponjoso debido a la mayor posibilidad de contaminación a raíz de sus características. Al mismo tiempo se seleccionaron para el análisis aquellos especímenes

que presentaban un buen estado de conservación y no se encontraban termoalterados. El estado de conservación se evaluó visualmente, seleccionándose los restos óseos que no se fragmentaran fácilmente y presentaran aún cierta elasticidad, a menudo diagnóstica de una buena conservación del colágeno. La preparación de las muestras para realizar las mediciones isotópicas de $\delta^{13}\text{C}$ en colágeno siguió los procedimientos descritos por Tykot (2004).

Primeramente, se realizó una limpieza física de la superficie del hueso con un torno, la cual fue seguida de lavados ultrasónicos con agua bidestilada, para luego seleccionar aproximadamente un gramo del material resultante. Esta cantidad fue sometida a la eliminación de los ácidos húmicos con hidróxido de sodio al 0,1 M durante 24 hs, previa y posteriormente a la desmineralización del hueso. Para la obtención del colágeno, el hueso fue desmineralizado en ácido clorhídrico al 2% durante 72 hs. renovándose el ácido cada 24 hs. Finalmente, las muestras fueron enjuagadas y luego secadas en horno a 60°C durante 24 hs. Este método omite la extracción de lípidos planteada por Tykot (2004) en la cual se somete a la muestra durante 24 hs a la acción de un preparado compuesto por cloroformo, metanol y agua des-ionizada, en la proporción 2: 1 :0,8. Se ha decidido hacerlo de esta manera, ya que este mecanismo de extracción incide en los valores de $\delta^{15}\text{N}$, aspecto que podría complicar la realización de estos análisis a futuro (Sotiropoulos *et al.* 2004, Post *et al.* 2007, Logan *et al.* 2008). Al mismo tiempo, los resultados de un trabajo recientemente publicado sobre la incidencia de los lípidos en los valores de $\delta^{13}\text{C}$, no muestran grandes diferencias entre aquellas muestras sometidas a la extracción con respecto a aquellas que aun conservan los lípidos, si bien se han registrado casos en los que los valores varían en hasta 5,9‰, los mismos representan *outliers* (Samec *et al.* 2010). Sin embargo, se espera continuar con esta línea experimental en un futuro con el objetivo de eliminar cualquier factor que pueda alterar nuestras interpretaciones dietarias.

6.3.2 Espectrometría de masas

Finalmente, para la medición de las relaciones isotópicas, 8 mg de muestra se mezclaron con 1 g de óxido de cobre en una ampolla de vidrio borosilicatado cerrada al vacío. Luego, la muestra fue combustionada en un horno a 550°C por 8 hs. Finalmente

el CO₂ producto de la combustión fue purificado criogénicamente, a fin de separar el agua y otros gases presentes en la ampolla, y atrapado con nitrógeno líquido. Luego, la muestra fue transferida a un colector y de allí al sistema multipuerta del espectrómetro de masas IRMS para la medición de las relaciones isotópicas (¹³C/¹²C). Este equipo no permite la medición de la relación C:N a menudo utilizada para verificar la veracidad del valor en las muestras provenientes de contextos arqueológicos, pero dado que se analizan muestras actuales, estos datos no resultan necesarios. Los trabajos de laboratorio se llevaron a cabo en el INGEIS (Instituto de Geología y Geocronología Isotópica), bajo la supervisión del Lic. Augusto Tessone, en el marco de un convenio establecido entre el proyecto de investigación en el que se enmarca este estudio y el Dr. Héctor Panarello, director de la institución.

Para finalizar, se debe mencionar que los valores de isótopos estables del carbono (¹³C/¹²C) se expresan como δ en “partes por mil” (‰) en función de la siguiente fórmula: $\delta = [(R \text{ Muestra} / R \text{ Estándar}) - 1] \times 1000$ en la que R representa la relación ¹³C/¹²C. La muestra estándar para el caso del carbono corresponde al valor obtenido en el fósil PeeDee Belemnite, del cual actualmente se utiliza un estándar replicado denominado Vienna PeeDee Belemnite (VPDB). Los materiales terrestres generalmente contienen menos ¹³C que VPDB por lo que los valores de δ¹³C suelen ser negativos (Schoeninger 1995).

Como ya se ha mencionado, son las diferentes vías fotosintéticas empleadas por las plantas las que determinan la relación ¹³C/¹²C de base sobre la que se estructurará la variación isotópica en toda la cadena trófica (Pate 1994). Todos estos vegetales terrestres obtienen CO₂ de la atmósfera cuyo valor de δ¹³C en la actualidad es de -8‰ (Marino y McElroy 1991) aunque previo a la revolución industrial fuera de -6,5‰ (Friedli *et al.* 1986). Esta variación ha sido denominada “efecto Suess” (Keeling 1979) y exige la corrección de los valores actuales al ser comparados con los arqueológicos, a partir del empleo de un factor de corrección de 1,5‰ (Friedli *et al.* 1986, Pate 1994, Peterson y Fry 1987).

De esta forma, los materiales aquí presentados serán sometidos a estos procedimientos y técnicas de análisis, para luego ser discutidos en conjunto con datos previos a fin de aportar al conocimiento de las variables que intervienen en la dieta de las poblaciones de camélidos silvestres y domésticos que habitan actualmente en la Puna de Jujuy.

Capítulo 7: Resultados

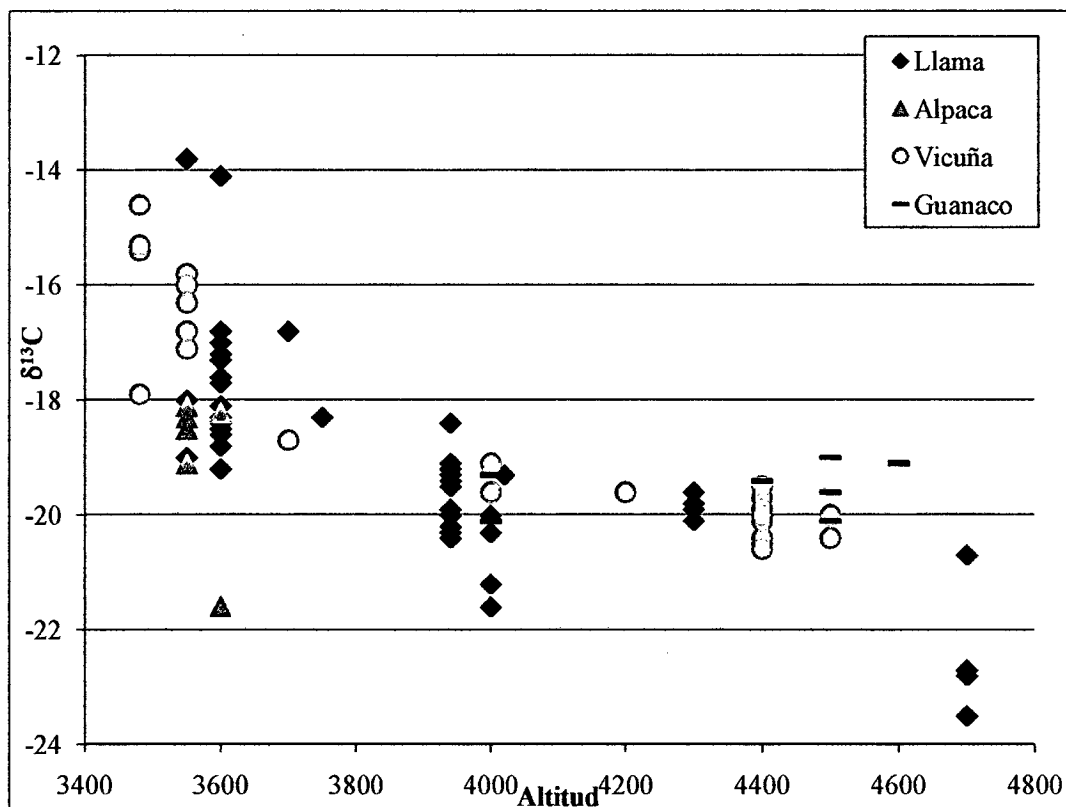
7.1 Presentación de los datos isotópicos

El objetivo fundamental de esta tesis consiste en comprender las características de las relaciones que los grupos humanos sostienen con los camélidos domésticos en el sector Oeste de la Puna de Jujuy, evaluando la incidencia de distintas variables en sus hábitos territoriales y sus preferencias dietarias. A fin de comprender el papel que juegan estas variables en el comportamiento de estas poblaciones, y sus diferencias en relación a las conductas de los camélidos silvestres, en este capítulo se presentan los resultados de la medición de los isótopos estables del carbono sobre colágeno óseo. Posteriormente se analiza la variabilidad registrada en los valores de $\delta^{13}\text{C}$ correspondientes a especímenes de las cuatro especies de camélidos sudamericanos actuales, las cuales han sido muestreadas en distintas cotas altitudinales dentro de la Puna de Jujuy. El interés principal de esta investigación radica en comprender la variación en la alimentación de estas poblaciones a nivel inter e intraespecífico, en un gradiente espacial, enfatizando el papel de la altitud como variable.

Por ello en la Tabla A 2 se presentan los resultados obtenidos a partir del análisis de 51 especímenes actuales -34 llamas y 17 vicuñas- generados en el marco de esta investigación y provenientes de distintos sectores de la Puna Jujeña, algunos de los cuales se encuentran publicados en trabajos anteriores (Samec en prensa, Yacobaccio *et al.* 2009, 2010), a los que se suman 5 valores inéditos. Estos datos son analizados en conjunto con 40 valores más -14 sobre llamas, 13 sobre vicuñas, 7 en guanacos y 6 en alpacas- publicados por Fernández y colaboradores (1991) y Fernández y Panarello (1999-2001a, 1999-2001b) para el Noreste de la Puna de Jujuy. De tal forma que este trabajo considera y analiza un total de 91 valores de $\delta^{13}\text{C}$ obtenidos sobre colágeno óseo extraído de especímenes correspondientes a las especies *Lama glama*, *Lama pacos*, *Vicugna vicugna* y *Lama guanicoe* (ver Apéndice).

Tomados en conjunto, estos datos muestran una clara tendencia que apunta a una correlación negativa entre los valores de $\delta^{13}\text{C}$ y la altitud, de tal forma que a medida que esta se incrementa se registran valores más negativos, siendo el coeficiente de correlación entre ambas variables de -0,7285 con un valor de $p < 0,01$, y el valor de r^2

de 0,5307 (Ver figura 7.1). Esta tendencia nos permite afirmar, en consonancia con los datos manejados por Fernández y Panarello (1999-2001a), que en la dieta de los camélidos puneños, tanto domésticos como silvestres, se manifiestan con mayor importancia las especies vegetales C₃ en comunidades de altura como el pajonal, mientras que las plantas C₄ cobran mayor relevancia en ambientes de menor altitud como el tolar.



representan un menor rango altitudinal, entre 3550 y 3600 msnm para las alpacas y entre 4000 y 4600 msnm en el caso de los guanacos.

7.2.1 Valores de $\delta^{13}\text{C}$ sobre tejidos correspondientes a la especie *Lama glama*

La población mejor representada es la de la especie *Lama glama*, cuyos individuos han sido muestreados en un rango altitudinal que abarca desde los 3550 a los 4700 msnm, comprendiendo 48 especímenes medidos en el marco de esta investigación, a los que se suman las 14 muestras publicadas por Fernández y coautores (1991) y Fernández y Panarello (1999-2001a, 1999-2001b). Al observar los resultados encontramos una gran variabilidad en la alimentación de estos camélidos, cuyos valores de $\delta^{13}\text{C}$ sobre colágeno se sitúan entre -13,8 y -23,5‰, con un desvío estándar de 1,86 (ver tabla 7.1). Esta variabilidad se encuentra ligada a la territorialidad de la especie, determinada a su vez por la existencia de territorios de pastoreo que abarcan distintas cotas altitudinales, como ya ha sido explicitado en el modelo etnoarqueológico presentado en el capítulo 4 de esta tesis.

	Llamas total	Llamas < 3900 m	Llamas > 3900 m
N	48	21	27
Media	-19,06	-17,52	-20,25
Mediana	-19,25	-17,7	-20
Mínimo	-23,5	-19,2	-23,5
Máximo	-13,8	-13,8	-18,4
DE	1,86	1,39	1,18

Tabla 7.1 Estadística general de las muestras correspondientes a la especie *Lama glama*.

En este sentido, se debe destacar la importancia del manejo humano y la selección de pasturas en la alimentación de las llamas, cuya dieta integra distintos tipos de vegetación abarcando tanto especies arbustivas como herbáceas, las cuales utilizan distintas vías fotosintéticas. Como ya hemos mencionado, la estructura vegetacional de las diferentes comunidades se encuentra determinada por la variable altitudinal, la cual entonces incide en la presencia y abundancia relativa de las especies C_3 y C_4 , y por ende se manifiesta en la dieta de las llamas en función de las características de los territorios

de pasturas y los rangos altitudinales que estos comprenden. De tal forma, la dieta de esta especie representa una señal promediada que incluye distintas proporciones de vegetales C_3 y C_4 en relación a las comunidades vegetacionales comprendidas en los movimientos estacionales de los pastores.

Entonces, en relación a la altitud, los valores isotópicos $\delta^{13}C$ medidos sobre colágeno óseo de llamas recuperadas en distintas cotas altitudinales muestran una clara tendencia, de manera que a medida que se incrementa la altitud en la cual se alimentan los valores se presentan como más empobrecidos, exhibiendo un mayor consumo de especies vegetales C_3 . Este aspecto resulta evidente al considerar la existencia de un coeficiente de correlación de -0.7873 entre ambas variables con un valor de $p < 0,01$ acompañado por un valor de r^2 de 0.6198 . (Ver figura 7.2).

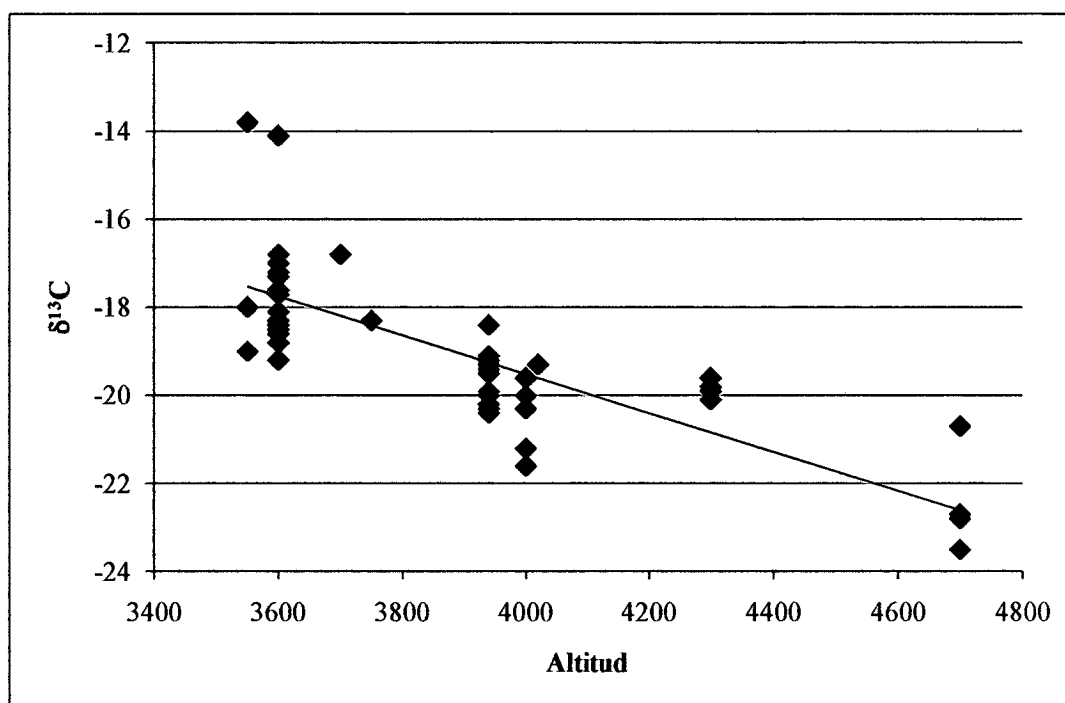


Figura 7.2 Valores $\delta^{13}C_{col}$ correspondientes a llamas ($n = 48$) según la altitud expresada en msnm, acompañados por la línea de tendencia correspondiente.

Al mismo tiempo, considerando la estructura vegetacional del área y las estrategias empleadas por los pastores, se ha decidido subdividir la muestra correspondiente a esta especie separando aquellos especímenes recuperados en cotas altitudinales menores a los 3900 msnm y que corresponden a la comunidad de tolar, de aquellos recolectados por encima de los 3900 msnm en el ecotono y en el pajonal.

Como muestra la figura 7.3 ambos subgrupos se distinguen de tal forma que sus medianas se diferencian en más de 2‰, al igual que sus medias, si bien sus rangos se superponen (Ver tabla 7.2 y figura 7.3). Para establecer si la diferencia entre ambos grupos de muestras es estadísticamente significativa se ha realizado un test ANOVA de una vía (One Way ANOVA) que resultó en un valor de $F = 54,04$ siendo $p < 0,01$, demostrando que la diferencia entre estos subgrupos es significativa, como ya había sido afirmado en un trabajo anterior (Yacobaccio *et al.* 2009).

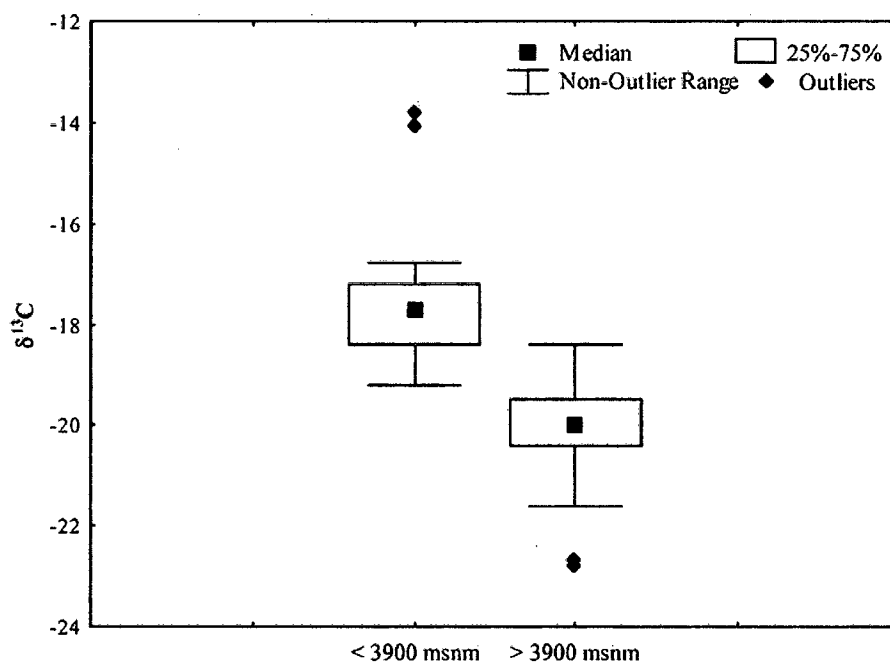


Figura 7.3 Box plot conteniendo los valores de $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ de llamas separados según pisos altitudinales.

Estos datos reflejan claramente la disponibilidad diferencial de especies C_3 y C_4 en estas comunidades vegetacionales, y al mismo tiempo revelan que si bien la dieta de ambos subgrupos de llamas se superponen, existe una diferencia notable entre ellos, vinculada a la extensión y los rangos altitudinales abarcados por los territorios de pasturas de las distintas familias de pastores.

7.2.2 Valores de $\delta^{13}\text{C}$ sobre tejidos correspondientes a la especie *Lama pacos*

Por otro lado, el caso de las alpacas debe ser considerado como un conjunto de datos cuestionables, dado que no se conoce la procedencia exacta de las muestras, aunque se cree que estas representan unos pocos individuos introducidos en el área de Miraflores por el INTA hace un par de décadas. Los valores $\delta^{13}\text{C}$ medidos sobre colágeno óseo correspondiente a esta especie que presentan Fernández y Panarello (1999-2001a) abarcan un rango de -21,6 a -18,1‰ que parece indicar una dieta compuesta principalmente por vegetales C_3 , ligada o bien al consumo de vegetación propiamente puneña o bien a la inclusión de forraje suplementario, probablemente alfalfa si es que estos animales estaban al cuidado del INTA. Estos datos presentados no coinciden con las expectativas previas sobre la alimentación de esta especie, cuyas preferencias determinan que en aquellos ambientes en los que se la encuentra, se incline hacia el consumo de especies herbáceas mayormente de régimen C_4 , las cuales abundan en los bofedales del Perú y el Norte de Chile. En este sentido, hubiera sido esperable que la dieta de las alpacas se asemejara más a la de su pariente silvestre la vicuña, sin embargo, la misma muestra una mayor coincidencia con la alimentación de la otra especie doméstica, si se excluyen de la comparación los *outliers*.

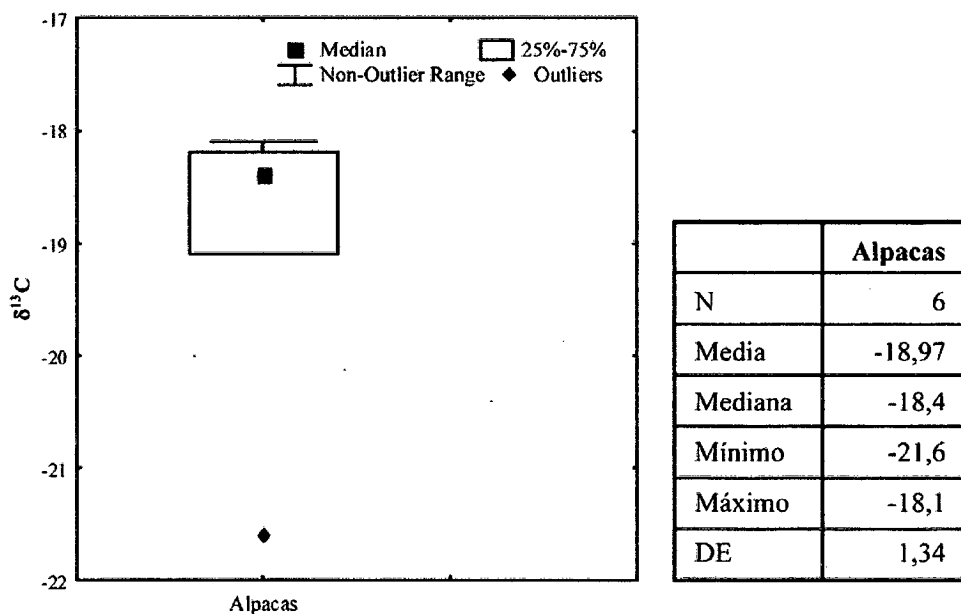


Figura 7.4 y Tabla 7.2 Box plot y estadística general de las muestras correspondientes a la especie *Lama pacos*.

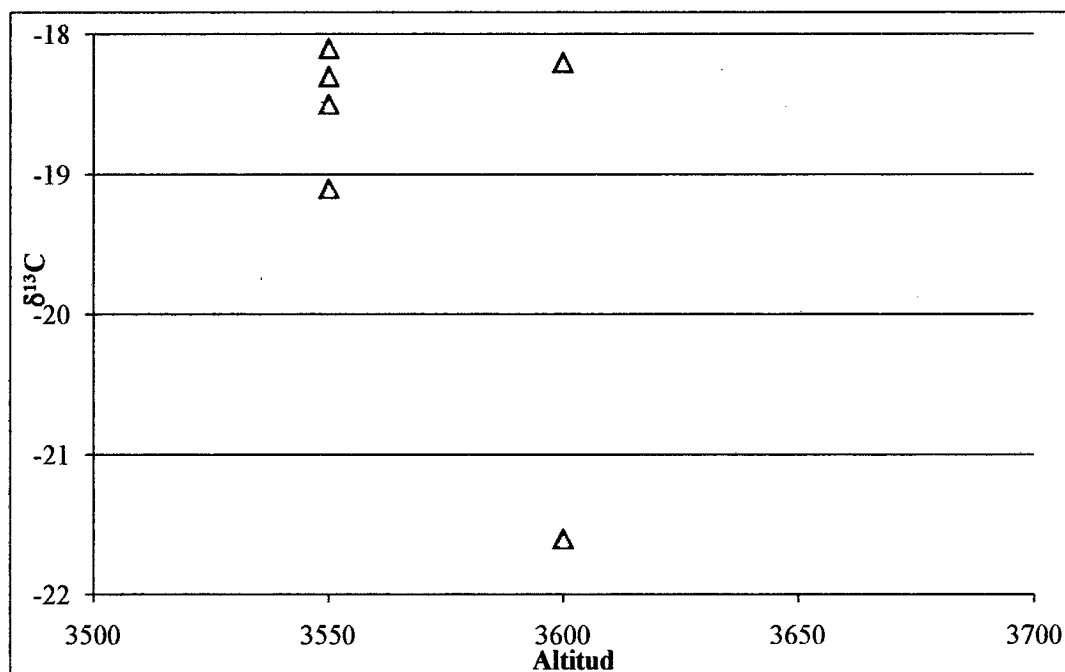


Figura 7.5 Valores $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ correspondientes a alpacas ($n = 6$) según la altitud expresada en msnm.

Al mismo tiempo, la cantidad de alpacas muestreadas es pequeña -solo 6- y estas provienen de un rango altitudinal relativamente acotado con solo dos áreas de procedencia (3550 y 3600 msnm) por lo que no existe correlación posible con la variable altitudinal (ver figura 7.5). Tal como lo muestran la figura 7.5 y la tabla 7.2, los valores se distribuyen entre -19,1 y -18,1‰, aunque se registra la presencia de un *outlier* (-21,6‰), que determina un desvío estándar de 1,34.

De tal forma, los datos isotópicos medidos sobre especímenes de *Lama pacos* demuestran ser un ejemplo que ilustra la utilidad de estas técnicas en la evaluación de la intervención humana en la dieta de las poblaciones de camélidos domésticos, debido a lo alejados que se encuentran en relación a las expectativas que se tenían sobre la dieta de esta especie en función de investigaciones previas (Yacobaccio 2001 b). Sin embargo si bien Fernández y Panarello (1999-2001a) mencionan que las muestras corresponden al área de Miraflores, se desconoce la naturaleza de estos datos, ya que la Puna de Jujuy constituye un ambiente demasiado seco para la supervivencia de esta especie sin cuidados especiales, aspecto que despierta dudas sobre su pertenencia a un rebaño tradicional. Por otra parte, no existen evidencias de la presencia de alpacas en la Puna Jujeña, como tampoco en ningún otra área de nuestro país, en momentos prehistóricos,

por lo que estos valores isotópicos tendrían poca utilidad como datos de referencia en el marco de un modelo gestado con la intención de ser aplicado a la resolución de problemáticas arqueológicas (Mengoni Goñalons y Yacobaccio 2006). Entonces, a raíz del carácter introducido de estos especímenes, de su alimentación desconocida y de la ausencia de esta especie en el registro arqueológico de nuestro país, se ha decidido excluirlos del *corpus* de datos que será utilizado en un futuro al evaluar datos isotópicos provenientes de contextos arqueológicos, el cual se centrará en los valores obtenidos sobre especímenes de *Lama glama*, *Lama guanicoe* y *Vicugna vicugna*.

7.2.3 Valores de $\delta^{13}\text{C}$ sobre tejidos correspondientes a la especie *Lama guanicoe*

El caso de las muestras de guanaco es similar al de las alpacas, dado que ninguno de los dos conjuntos de muestras fueron generados en el marco de esta investigación, por lo que no se cuenta con datos precisos sobre su procedencia. Asimismo la información etológica para ambas especies en esta área es escasa, por lo que no se tienen muchas certezas sobre su comportamiento dietario y territorial. Sin embargo los especímenes de guanaco muestreados, a pesar de provenir de un rango altitudinal más abarcativo, entre los 4000 y los 4600 msnm, muestran una dieta más uniforme, variando solo en 1‰, aspecto que también se encuentra influenciado por el pequeño número de muestras presentadas aquí (Ver tabla 7.3 y figura 7.6). Otro aspecto posiblemente ligado al escaso número de muestras consideradas -7 individuos en total- es la inexistencia de una correlación entre los datos isotópicos y la variable altitudinal, de forma tal que el coeficiente de correlación entre ambas variables presenta un valor de 0,3222 y un r^2 de 0,1038. (Ver figura 7.7).

Por otra parte Fernández y Panarello (1999-2001b) también publican un valor de -21,7‰ logrado sobre pelo de vientre de un espécimen de guanaco recuperado a 4500 msnm de altitud. Estos autores establecen que si se considera un fraccionamiento de 1‰ entre la dieta y el pelo, este valor no coincide con las expectativas de la dieta de este animal generadas a partir de los datos medidos sobre colágeno, por lo que establecen que en realidad este pelaje ostentaría un tipo de fraccionamiento mayor asemejándose a otros tejidos como la lana. Por otro lado, se debe destacar que este tipo de variaciones pueden estar evidenciando cierta variación estacional en la dieta de los guanacos,

relacionada quizá a la existencia de patrones de movilidad estacionales (Puig y Videla 2000), aunque la etología de esta especie aún no ha sido estudiada en la Puna de Jujuy.

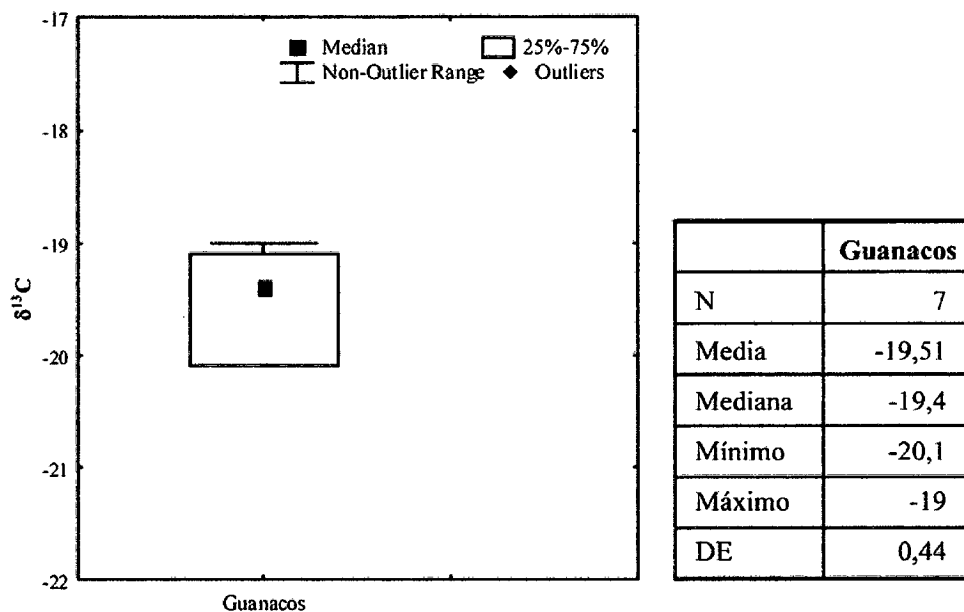


Figura 7.6 y Tabla 7.3 Box plot y estadística general de las muestras correspondientes a la especie *Lama guanicoe*.

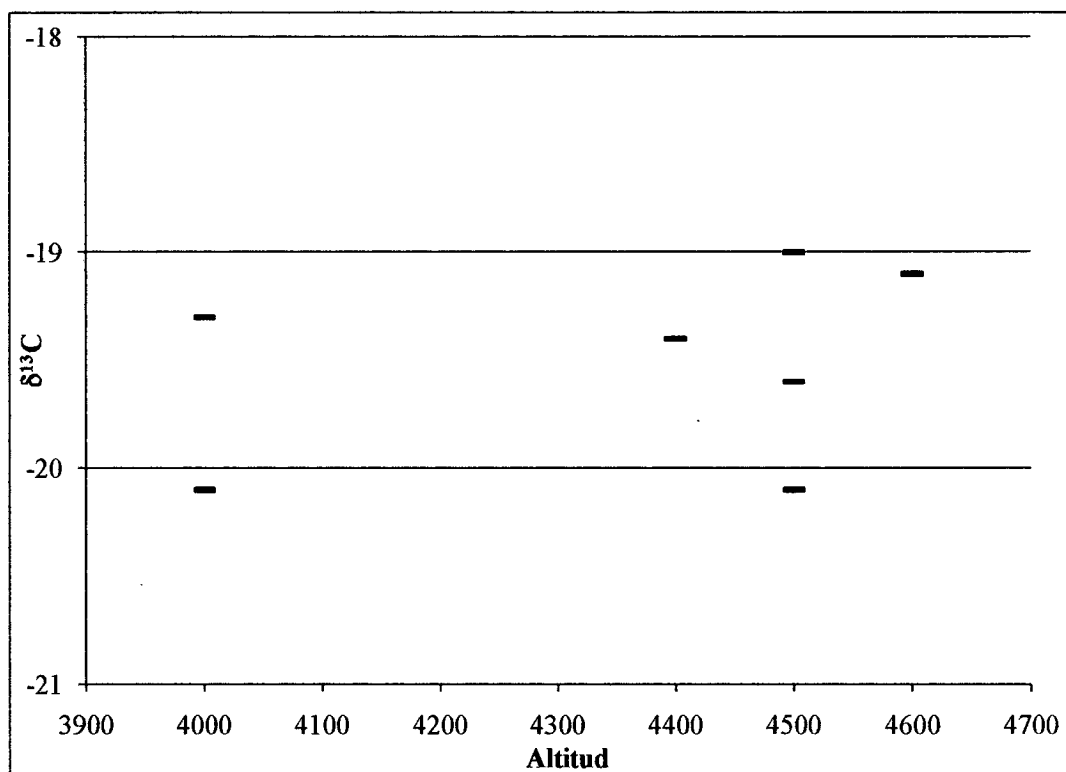


Figura 7.7 Valores $\delta^{13}C_{col}$ de guanacos ($n = 7$) según la altitud expresada en msnm.

Estos aspectos podrán ser explicados obteniendo nuevas muestras correspondientes a distintas cotas altitudinales y estableciendo las áreas de alimentación y el comportamiento territorial de esta especie, tarea a la que esta investigación se abocará a futuro.

7.2.4 Valores de $\delta^{13}\text{C}$ sobre tejidos correspondientes a la especie *Vicugna vicugna*

En el caso de las vicuñas, se cuenta con una muestra de mayor tamaño con un total de 30 individuos muestreados, integrada por 13 valores $\delta^{13}\text{C}$ publicados por Fernández y Panarello (1999-2001a, 1999-2001b) y 17 generados en el marco de esta investigación, algunos de los cuales ya se encuentran publicados (Samec en prensa, Yacobaccio *et al.* 2010). Estos especímenes de vicuñas provienen de un rango altitudinal entre los 3550 y los 4500 msnm, y ostentan una dieta que exhibe cierta variación, comprendida entre los valores de $\delta^{13}\text{C}$ de -20,6 y -14,6‰ (ver tabla 7.4). Esta variabilidad parece estar determinada por la altitud, de tal forma que la relación entre esta variable y la alimentación, representada por los valores isotópicos, se expresa en un coeficiente de correlación igual a -0,9168 con una $p < 0,01$ y un valor de r^2 de 0,8405. Esta tendencia parece indicar, al igual que en el caso de las llamas anteriormente mencionado, que a medida que la altitud se incrementa, los valores $\delta^{13}\text{C}$ se vuelven más empobrecidos dado que las vicuñas consumen más especies pertenecientes al grupo C_3 (ver figura 7.8).

	Vicuñas total	Vicuñas < 3900 m	Vicuñas > 3900 m
N	30	10	20
Media	-18,77	-16,39	-19,95
Mediana	-19,6	-16,15	-19,95
Mínimo	-20,6	-18,7	-20,6
Máximo	-14,6	-14,6	-19,1
DE	1,89	1,25	0,49

Tabla 7.4 Estadística general de las muestras correspondientes a la especie *Vicugna vicugna*.

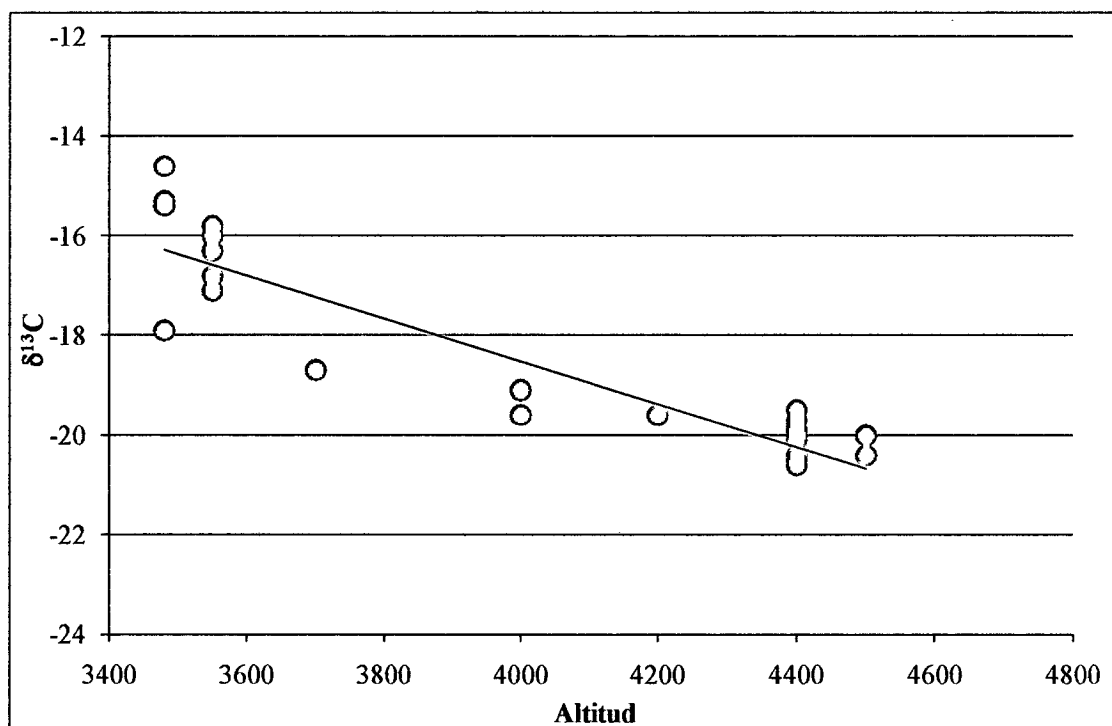


Figura 7.8 Valores $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ correspondientes a vicuñas ($n = 30$) según la altitud expresada en msnm acompañada por la línea de tendencia correspondiente.

Vale destacar que según estas correlaciones la dieta de la especie *Vicugna vicugna* se ajusta a esta tendencia altitudinal mejor que la de los otros camélidos, debido a su mayor selectividad dietaria y su menor movilidad entre pisos, ligada a sus hábitos más territoriales. Estas particularidades en el comportamiento de la vicuña también explican la menor variabilidad relativa que muestran los datos en comparación con otras especies como la llama.

Al igual que con el caso de las llamas y debido a que se cuenta con una muestra de tamaño considerable, se ha decidido dividirla en dos subgrupos, separando aquellos individuos que se alimentan por debajo de los 3900 msnm de aquellos que lo hacen por encima de esta cota altitudinal. Esta subdivisión tiene en cuenta los cambios en la vegetación en relación a la altitud, la cual determina a su vez cambios en las abundancias relativas de las especies de plantas C_3 y C_4 dentro de las comunidades vegetacionales. Al observar los datos expresados en la tabla 7.4 y en la figura 7.9 se observa que la dieta de ambos subgrupos se diferencia claramente, de tal forma que no se registra ningún tipo de superposición.

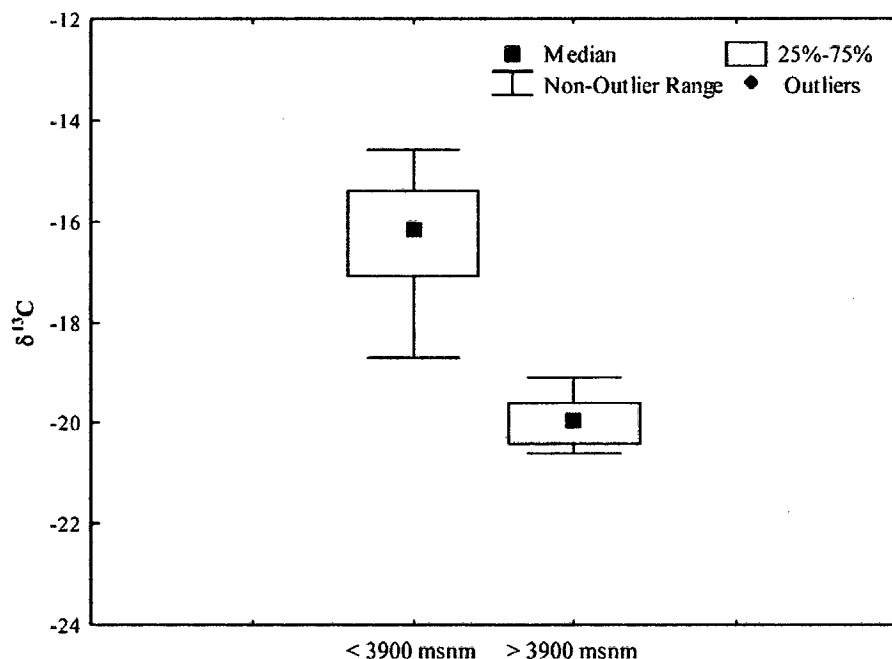


Figura 7.9 Box plot conteniendo los valores de $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ de vicuñas separados según pisos altitudinales.

A fin de evaluar la significancia estadística de estos datos se ha realizado un test ANOVA de una vía (One Way ANOVA) resultando en un valor de $F = 127,1$ con un valor de $p < 0,01$, permitiendo establecer la existencia de una variación estadísticamente significativa en la dieta de esta especie en función del rango altitudinal considerado. Este aspecto puede ser explicado apelando a los hábitos extremadamente territoriales de esta especie y prácticamente la ausencia de patrones migratorios entre pisos altitudinales (Arzamendia y Vilá 2003, Mosca Torres y Puig 2010).

Al mismo tiempo, Fernández y Panarello (1999-2001b) publican un valor $\delta^{13}\text{C}$ de $-22,1\text{‰}$ medido sobre pelo del vientre de un espécimen de vicuña recuperado a 4500 msnm de altitud, que si se considera un enriquecimiento de 1‰ , no desentona con el resto de los datos evidenciando una dieta con proporciones variables de especies vegetales C_3 y C_4 .

7.3 Comparando la dieta de las distintas especies de camélidos

En las secciones anteriores se ha discutido la incidencia de la variable altitudinal en la distribución de las especies C₃ y C₄, y su consiguiente manifestación en la dieta de las distintas especies de camélidos silvestres y domésticos en función de sus hábitos territoriales. En esta sección se realizará una comparación de la dieta de las especies silvestres y las domésticas, cotejando aquellos datos isotópicos medidos sobre colágeno óseo de vicuñas y guanacos provenientes de ciertas cotas altitudinales con aquellos valores obtenidos sobre tejidos de llamas y alpacas obtenidos a la misma altitud. El objetivo de esta comparación consiste en establecer el grado en el que la intervención humana se refleja en la dieta de las especies domésticas con el fin último de establecer el modo en el que la movilidad pastoril afecta los hábitos alimenticios de los rebaños de llamas particularmente. Por este motivo, y retomando los criterios ya mencionados anteriormente, las muestras han sido divididas en dos grupos: uno integrado por llamas, alpacas y vicuñas, cuyos restos han sido recuperados en localidades ubicadas a menos de 3900 msnm de altitud, y otro que comprende especímenes de llamas, vicuñas y guanacos, recolectados en sitios con alturas mayores a los 3900 msnm.

En el caso de aquellos valores $\delta^{13}\text{C}$ medidos sobre colágeno óseo correspondiente a camélidos recuperados en altitudes menores a los 3900 msnm, encontramos una notable variabilidad en la dieta de las tres especies representadas (ver figura 7.10). Si son tomados en cuenta los *outliers* las llamas poseen un rango mayor de variación que va desde los -19,2 a los -13,8‰, mientras que excluyendo estos valores que caen fuera del rango de una distribución normal, las vicuñas de estas cotas altitudinales son las que presentan una mayor variación. En relación a esto último, es notable observar la presencia de *outliers* en los resultados de las dos especies domésticas, los cuales podrían ser entendidos como el resultado de la intervención humana en las dietas de las mismas. A su vez, comparando los resultados, encontramos que si bien la dieta de las tres especies se superpone, la mediana de los valores medidos sobre especímenes de vicuñas se aleja de las otras dos medianas, mostrando una cierta preferencia dietaria por especies C₄, dado que sus valores promedian los -16,15‰.

Por otro lado resulta notable la similitud en la dieta de llamas y alpacas, la cual coincide con los datos sobre dieta estimada a partir de fecas publicados por Castellaro y colaboradores (2004) para el Norte de Chile, quienes estiman una superposición en ambas dietas del 61,4% en el verano y del 73,6% en el invierno. Considerando el hábitat ocupado tradicionalmente por la especie *Lama pacos*, era nuestra expectativa que la dieta de esta especie se asemejara más a la de *Vicugna vicugna*, sin embargo al

comparar la dieta de ambas especies encontramos que en realidad aquellas vicuñas que provienen de la misma cota altitudinal poseen una alimentación con mayor representación de C₄ que las alpacas. (Ver figura 7.10).

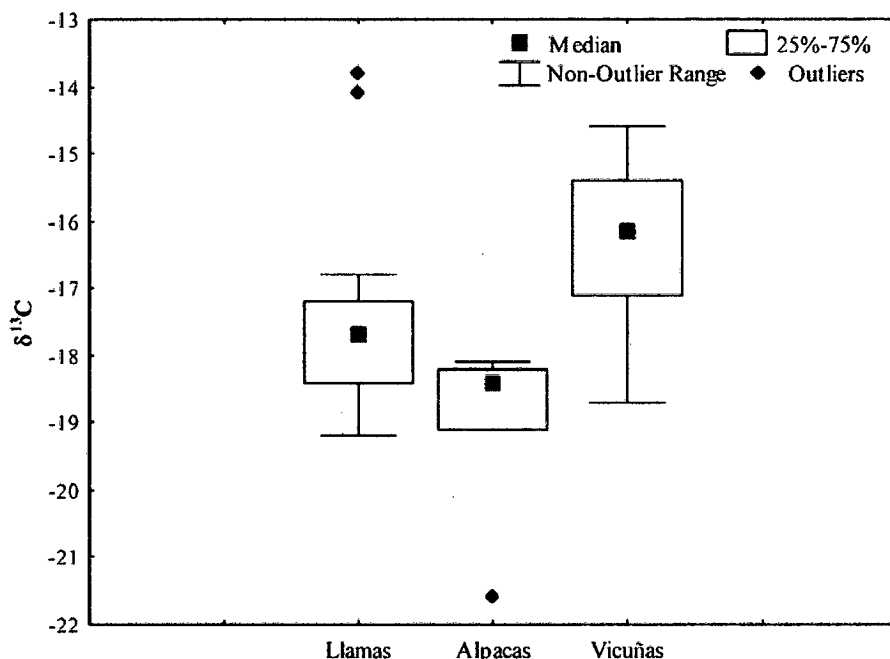


Figura 7.10 Box plot conteniendo los valores de $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ correspondientes a llamas, alpacas y vicuñas recuperados por debajo de los 3900 msnm de altitud.

Al mismo tiempo, a fin de evaluar la significancia de estos contrastes en términos estadísticos, se han efectuado tests ANOVA de una vía (One Way ANOVA) con resultados que verifican las distribuciones expresadas gráficamente, de tal forma que la diferencia entre los valores de llamas y vicuñas, y llamas y alpacas no resulta estadísticamente significativa ($F = 4,75$ y $F = 5,14$ respectivamente, con $p > 0,01$ para ambos casos). Por otro lado, los resultados del test establecen una diferenciación estadísticamente significativa al comparar la dieta de vicuñas y alpacas que habitan a menos de 3900 msnm ($F = 15,07$ con $p < 0,01$).

Por otra parte, al considerar el otro subgrupo, integrado por aquellos especímenes de llama, vicuña y guanaco que se alimentan por encima de los 3900 msnm, puede observarse una absoluta superposición de las distribuciones de los tres grupos de datos, de tal forma que las medianas varían en menos de 1‰ entre sí. En este caso, vuelve a ser la especie *Lama glama* la cual presenta la mayor variabilidad en su

dieta para estas cotas altitudinales, con un rango entre -23,5 y -18,4‰, y con tres valores que representan *outliers* (ver Figura 7.11). Por otro lado, la alimentación de la especie *Lama guanicoe* no presenta una variación tan amplia, estando sus valores comprendidos entre -20,1 y -19‰, ocurriendo algo semejante a lo que sucede con los valores medidos sobre *Vicugna vicugna* que se distribuyen entre -20,6 y -19,1‰.

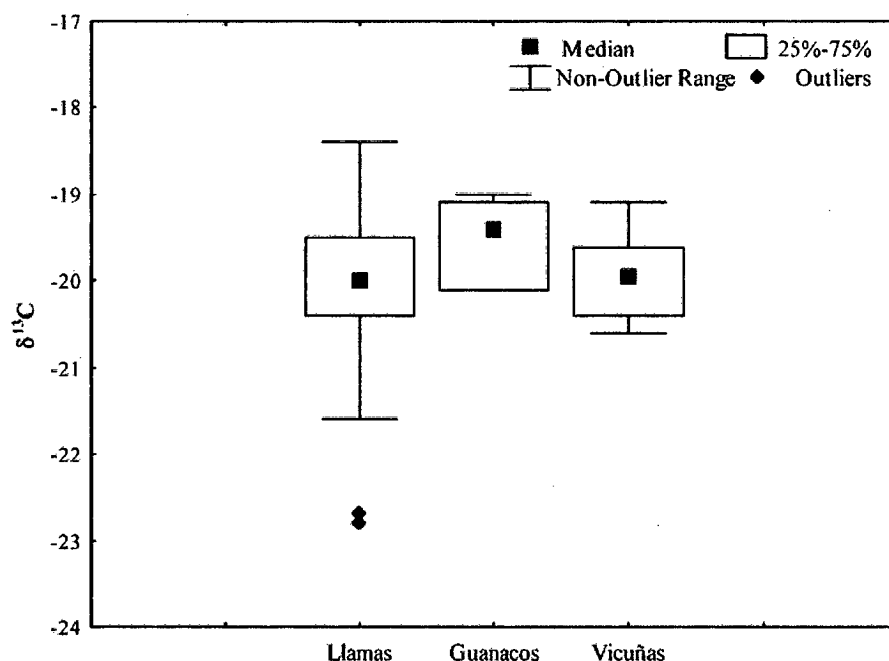


Figura 7.11 Box plot conteniendo los valores de $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ correspondientes a llamas, guanacos y vicuñas recuperados por encima de los 3900 msnm de altitud.

Al igual que en el caso anterior, se han efectuado tests ANOVA de una vía (One Way ANOVA) para evaluar la significancias estadísticas de las diferencias entre las especies, de tal forma que los resultados corroboran lo representado gráficamente y desestiman la existencia de grandes discrepancias en la dieta de las mismas ($F = 1,11$ al comparar llamas y vicuñas, $F = 2,57$ entre llamas y guanacos, y $F = 4,43$ para la comparación entre vicuñas y guanacos, todos con $p > 0,01$). Estos datos resaltan la importancia de los vegetales C_3 en la dieta de aquellos camélidos que se alimentan en las comunidades de ecotono y pajonal, en las cuales estas especies son predominantes y poseen una representación mucho mayor que las plantas C_4 (Fernández y Panarello 1999-2001a).

En líneas generales debemos remarcar que la dieta de las cuatro especies de camélidos aquí consideradas se superponen en gran medida, si bien algunas de estas presentan rangos mayores de variación relacionados con la variable altitudinal (ver figura 7.12). Es válido destacar que en algunos de los casos esta variabilidad se debe a la mayor cantidad de muestras consideradas, siendo el número total de las muestras de llamas y vicuñas notablemente mayor que el de alpacas y guanacos.

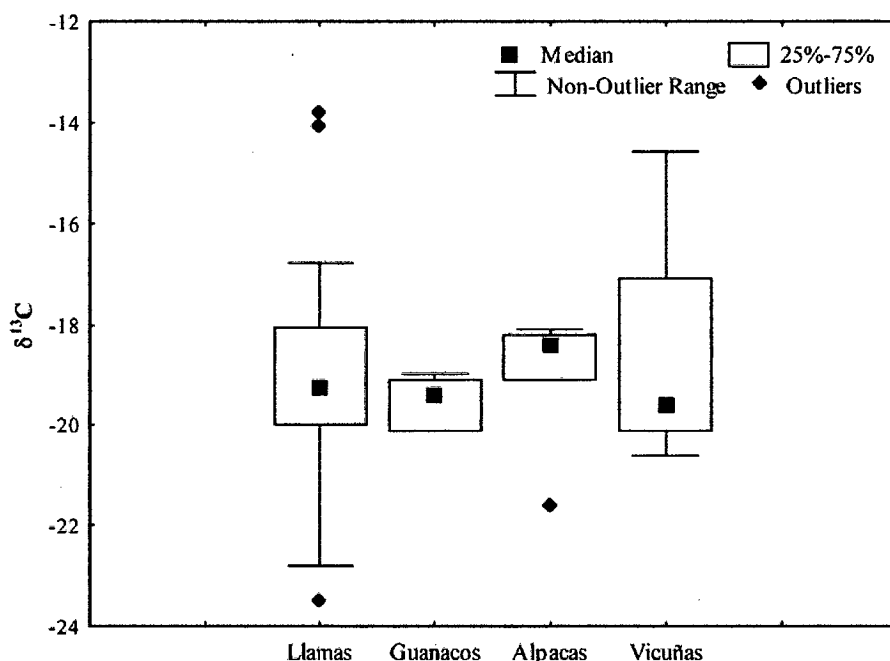


Figura 7.12 Box plot conteniendo los valores de $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ correspondientes a llamas, alpacas, guanacos y vicuñas.

Por otro lado, la presencia de *outliers* en los rangos de aquellos valores correspondientes a las dos especies domésticas consideradas, revela una mayor variabilidad en el comportamiento territorial y dietario de estas poblaciones inducida por la incidencia del manejo humano sobre dichos aspectos. Esta incidencia resulta evidente al considerar la alimentación de las llamas, de tal forma que al observar la distribución de los valores $\delta^{13}\text{C}$ correspondientes a ambos subgrupos (por encima y por debajo de los 3900 msnm de altitud) se observa que sus rangos de variación se superponen, evidenciando el uso conjunto y complementario de las distintas comunidades vegetacionales en el marco de las estrategias de movilidad pastoril.

En el caso de los camélidos silvestres, la dieta de los guanacos se presenta como uniforme, mientras que la de las vicuñas abarca cierta variación determinada por el

mayor rango territorial abarcado por la especie y la incidencia de la variable altitudinal en las abundancias relativas de las especies vegetales C₃ y C₄ en los ambientes ocupados.

Entonces, estos resultados serán retomados en el capítulo siguiente, en el cual se discutirán en profundidad las variables que intervienen en estos patrones y se extraerán expectativas destinadas a ser aplicadas a la evaluación de datos isotópicos provenientes de contextos arqueológicos.

Capítulo 8: Discusión y expectativas arqueológicas

8.1 Variables que intervienen en la dieta de los camélidos puneños

Como ya ha sido explicitado, el objetivo guía de esta investigación consiste en aportar conocimiento sobre la incidencia de distintas variables en el comportamiento territorial y dietario de los camélidos domésticos pertenecientes a los rebaños manejados por las comunidades pastoriles actuales de la Puna de Jujuy. Para ello esta investigación ha presentado y discutido valores isotópicos $-\delta^{13}\text{C}$ - generados sobre colágeno óseo correspondiente a las especies domésticas *Lama glama* y *Lama pacos*, y a las especies silvestres *Lama guanicoe* y *Vicugna vicugna*, comparando ambas poblaciones, doméstica y silvestre, a fin de establecer la incidencia humana en la dieta de la primera. El objetivo final que se propuso esta investigación es el de elaborar expectativas sobre aquellos factores determinantes en la dieta de estas poblaciones susceptibles de haber operado en contextos pastoriles del pasado.

En esta sección se retomarán algunos de los aspectos discutidos en el capítulo anterior y se utilizarán para delinear expectativas aplicables a los estudios arqueológicos, que serán luego evaluadas a partir de la presentación y discusión de los datos provenientes de un sitio arqueológico de la Puna de Jujuy. La finalidad de presentar estos datos no consiste en testear el modelo aquí diseñado, sino más bien, evaluar sus implicancias a partir de la exposición de un caso de estudio concreto.

8.1.1 Variación altitudinal y disponibilidad vegetal

A partir de los datos expuestos en el capítulo anterior y en consonancia con los datos publicados en el marco de investigaciones anteriores (Fernández y Panarello 1999-2001a, Samec en prensa, Yacobaccio *et al.* 2009, 2010) se puede afirmar que la dieta de las especies domésticas y silvestres tomadas en conjunto se correlaciona claramente con la variación altitudinal, de manera que a medida que esta variable aumenta los valores de $\delta^{13}\text{C}$ se vuelven más negativos, reflejando una mayor proporción de vegetales C_3 en la dieta. Este aspecto se vincula con la distribución diferencial de las especies C_3 y C_4 según la variable altitudinal, en relación a la humedad y luminosidad

diferencial que reciben las distintas comunidades vegetacionales del área, las cuales presentan abundancias relativas diferentes de plantas con una y otra vía fotosintética (Fernández y Panarello 1999-2001a). Por tal razón, las especies vegetales C₄ tienen una mayor presencia en las comunidades con una altura menor a los 3900-4000 msnm, siendo más abundantes en los tolares y ecotonos, mientras que en comunidades que se sitúan por encima de los 3900-4000 msnm resultan preponderantes las plantas C₃, tal como sucede en el pajonal, comunidad en la que solo existen un par de vegetales C₄ (Cavagnaro 1988, Fernández y Panarello 1999-2001a). Así, la proporción de vegetales C₃ y C₄ presente en la dieta de las poblaciones de camélidos, tanto domésticos como silvestres, viene determinada por la utilización que hacen de estas comunidades, en función de dos criterios fundamentales: su comportamiento territorial y su selectividad en la alimentación.

8.1.2 Territorialidad y selectividad

En cuanto a la selectividad de las especies aquí consideradas, es sabido que las llamas pueden consumir por igual vegetación arbustiva y herbácea, de tal forma que en su dieta los arbustos aportan la mayor parte de los nutrientes ingeridos, mientras que las gramíneas cuentan con una mayor disponibilidad, particularmente en las áreas de mayor altitud. Este aspecto se ve reflejado en la variabilidad que exhiben los valores isotópicos aquí considerados, de modo que a pesar de que su dieta se superpone con la de las otras especies, las llamas presentan valores isotópicos más dispersos que todas las demás. Esto se vincula también al hecho de que esta población de camélidos domésticos se encuentra sujeta a las prácticas de manejo empleadas por los pastores de la Puna Jujeña, de tal forma que en su comportamiento territorial intervienen factores extra específicos que involucran la utilización de distintos hábitats en el marco de las estrategias de movilidad de los pastores. Entonces, la conducta territorial de esta especie viene determinada por el manejo y la movilidad de los pastores, que alternan las comunidades de tolar y pajonal, garantizando una buena nutrición de los rebaños a través de una alimentación variada, y también impidiendo el agotamiento de las áreas de pasturas. De tal forma, los valores isotópicos medidos sobre especímenes de *Lama glama* reflejan de forma promediada la utilización conjunta de ambas comunidades vegetacionales dentro del ciclo anual de los pastores puneños, al tiempo que señalan una predominancia de los

vegetales C₃ en la dieta, tal como afirman Fernández y Panarello (1999-2001a). Este último aspecto se vincula a la abundancia general de estas plantas en todas las comunidades vegetacionales del área, y también a la intervención humana en la selección de las pasturas, la cual favorece el consumo de vegetación arbustiva por parte de esta especie debido a su mayor contenido de nutrientes esenciales (Yacobaccio 2001b).

Por otra parte, en el caso de las especies silvestres de camélidos, las variables que intervienen en su alimentación son de otra naturaleza y se encuentran ligadas a su comportamiento territorial y sus preferencias dietarias. Como muestran los datos medidos sobre guanacos, su dieta no presenta una gran variación y exhibe una preponderancia de especies vegetales C₃ con cierta proporción de plantas C₄, aspecto que puede explicarse considerando el predominio de estas plantas en las altas cotas altitudinales en las que se mueven estos camélidos silvestres (Morales 2010). Considerando la superposición de la dieta de los guanacos con el otro camélido silvestre, la vicuña, y una especie doméstica, la llama, se ha analizado la significancia estadística de las diferencias dietarias a través de tests ANOVA de una vía, de tal forma que en altitudes superiores a los 3900 msnm la dieta de las tres especies no se diferencia, hecho ligado a la disponibilidad casi exclusiva de vegetación C₃ en estas cotas altitudinales.

El caso de las vicuñas es más complejo, ya que incluye muestras que abarcan un mayor rango altitudinal, y por ende la dieta se perfila con una mayor variación en relación a la estructura de las distintas comunidades vegetacionales utilizadas. Si se considera la separación de los pisos altitudinales y sus distintos arreglos en cuanto a la abundancia relativa de especies C₃ y C₄, se verifica que aquellas vicuñas que pastan en alturas menores a los 3900 en general tienen una dieta con mayor presencia de estas últimas en relación a la alimentación de llamas y alpacas de las mismas cotas altitudinales. Por el contrario, aquellas vicuñas que se alimentan en áreas que cuentan con una altitud mayor no se apartan de los datos exhibidos por la otra especie silvestre y tampoco muestran diferencias con respecto a la especie doméstica. En este sentido podemos mencionar la existencia de cierta preferencia por parte de las vicuñas por una alimentación con mayor proporción de especies C₄ cuando estas se encuentran disponibles, es decir en aquellos ambientes situados por debajo de los 3900 msnm, aspecto que concuerda con la información etológica que manejamos (Borgnia *et al.* 2010).

8.2 Expectativas a nivel arqueológico

A partir de los datos discutidos en este capítulo y en el anterior, y considerando las evidencias arqueológicas recabadas en el área de estudio, se espera que estas mismas variables, la altitud y la intervención humana en la dieta, determinen las características de la alimentación de los camélidos domésticos en el pasado. Entonces, la comparación entre el *corpus* de datos contemporáneos que ha sido presentado en esta investigación con aquellos provenientes de contextos pastoriles prehistóricos, permitirá observar si estos valores se corresponden con la tendencia altitudinal observada para momentos actuales. Al mismo tiempo, la diferencia entre la alimentación de las especies domésticas y silvestres, en función de la utilización complementaria de ambientes por parte de los pastores para el caso de las llamas y la territorialidad exhibida por las poblaciones de camélidos silvestres en el caso de las vicuñas y los guanacos, es esperable que también se evidencie en el registro isotópico de los sitios pastoriles de la Puna. Esto se vincula a que las evidencias recabadas hasta el momento en las investigaciones arqueológicas llevadas a cabo en el área de Susques parecen mostrar la existencia de prácticas de uso complementario de los ambientes de tolar y pajonal para el momento de pastoreo-caza, tal como parece indicar el registro arqueofaunístico de sitios como Huirunpure, entre otros (Yacobaccio *et al.* 1997-1998, 2010, en prensa).

Por otro lado, la existencia de posibles diferencias al comparar los datos contemporáneos con aquellos correspondientes a contextos arqueológicos podría estar indicando o bien un corrimiento de las comunidades vegetacionales vinculado a cambios climáticos, por lo que la tendencia altitudinal no sería la misma, o bien un aprovechamiento diferencial de las pasturas al que se da hoy en día en las comunidades de pastores de este sector de la Puna. Frente a cualquiera de estas posibilidades, la comparación entre los valores registrados en los especímenes silvestres y aquellos medidos sobre material óseo correspondiente a la especie domesticada, puede aportar luz sobre el problema. De tal forma que si no se registran grandes cambios en la alimentación de las especies silvestres, puede inferirse que el ambiente no habría presentado grandes variaciones en el pasado. Es en este sentido se considera que el *corpus* de datos extraído sobre materiales de origen silvestre representan una “población de control”, ya que su alimentación viene determinada únicamente por la variable

altitudinal y su influencia en la distribución de la vegetación, a la que se suman las preferencias territoriales y alimenticias particulares de estos camélidos. Por el contrario, en el caso de los camélidos que forman parte de los rebaños manejados por los pastores, a estas variables se suma la movilidad pastoril entre las áreas de pasturas, aspecto que en última instancia es el que nos interesa conocer sobre las sociedades puneñas del pasado.

Entonces, en la siguiente sección se discutirán estas expectativas a la luz de la evidencia recuperada en el sitio arqueológico Cueva Quispe, localizado en el área de Susques, sobre cuyas arqueofaunas se han realizado mediciones isotópicas que serán comparadas con los valores actuales, permitiendo destacar la utilidad del modelo aquí presentado.

8.3 Cueva Quispe

8.3.1 Evidencia arqueológica

La cueva se encuentra ubicada a los 23° 16' 25'' latitud Sur y 66° 27' 39'' longitud Oeste, a unos 20 km al Noroeste de la localidad de Susques, en el área de Curque. Se halla emplazada en un farallón de toba ignimbrítica dacítico riodacítica en un ambiente con vegetación de transición entre el tolar y el pajonal, a una altitud de 4091 msnm. Tiene una superficie cubierta de aproximadamente 70 m², con 14,5 m de ancho por 8 m de profundidad, de los cuales hasta el momento se han excavado 5,6 m² (Yacobaccio *et al.* 2010). La secuencia presenta 5 capas, de las cuales 4 presentan material arqueológico y han sido fechadas (Ver tabla 8.1).

Capa	NMI camélidos	Fechado radiocarbónico	Fechado calibrado *
2	5	1110 ± 60 AP	770 - 1030 DC
3	6	1511 ± 45 AP	502 - 636 DC
4	9	2300 ± 70 AP	550 - 150 AC
5	4	2472 ± 33 AP	764 - 416 AC

Tabla 8.1 Capas, Número Mínimo de Individuos camélidos y fechados correspondientes a la Cueva Quispe. (Extraído de Yacobaccio *et al.* en prensa).

* Fechados expresados dentro del 95,4% de probabilidad.

Las evidencias arqueológicas recuperadas en el sitio han permitido la realización de numerosos análisis que parecen sugerir que los pastores que habitaron la cueva desarrollaron una estrategia de movilidad que involucraba distintos sitios con altitudes variables, de forma análoga al modelo etnoarqueológico que se detalló en el capítulo 4 (Yacobaccio *et al.* en prensa). Las primeras ocupaciones indican un mayor énfasis en la caza de vicuñas como estrategia de subsistencia, mientras que las ocupaciones más tardías revelan una clara predominancia de camélidos domésticos en los conjuntos, hecho que apunta a una afirmación de las actividades pastoriles para estos momentos. Entonces, la ocupación prehistórica de la cueva Quispe puede ser interpretada como un puesto temporal de altura en el cual se habrían llevado a cabo actividades restringidas ligadas a la caza de camélidos silvestres y al pastoreo de camélidos domésticos (Yacobaccio *et al.* 2010). De esta forma, la presentación de los datos isotópicos medidos sobre las arqueofaunas del sitio y su discusión en el marco de la información contemporánea anteriormente presentada, servirá para evaluar esta hipótesis a partir de nueva evidencia.

En lo que se vincula a los datos zooarqueológicos recabados en el sitio debemos destacar la preponderancia de los restos de camélidos en todas las capas. En relación a las especies representadas, se destaca que la muestra de la capa 3 resultó ser la más diversa, mientras que la de capa 4 presenta la mayor abundancia de chinchillidos (Yacobaccio *et al.* 2010). En cuanto a los camélidos, la abundancia relativa de partes axiales es preponderante en todas las capas, siendo aún mayor en la capa 4, aspecto que se corresponde con lo esperado en asentamientos pastoriles temporarios según la información etnoarqueológica disponible (Yacobaccio *et al.* 1998). Sin embargo, han existido ciertas variaciones temporales en este patrón, de tal forma que las frecuencias relativas de los huesos de camélido más representados en la capa 2 se corresponden primero con las costillas y luego con los fémures, tibias y metapodios de llamas adultas. Por el contrario, en las capas 3 y 4 hay mayor proporción de partes esqueléticas con más concentración de carne que el resto, pertenecientes a vicuñas adultas y neonatos. Estas y otras evidencias, tales como la alta proporción de puntas de proyectil, revelan que el sitio pudo haber funcionado como un puesto de altura ocupado estacionalmente, vinculado a la caza de vicuñas y otras presas tales como los chinchillidos. Posteriormente, la importancia de la caza decrece, tal como lo muestra la evidencia recabada en la capa 2, en la que resulta mayor la representación de los camélidos

domesticados, aspecto que parece indicar un cambio en la orientación de la función del sitio (Yacobaccio *et al.* en prensa).

8.3.2 Evidencia isotópica

A fin de introducir los resultados obtenidos a partir de la medición de $\delta^{13}\text{C}$ sobre colágeno óseo de especímenes de camélidos recuperados en el sitio, debemos aclarar que la muestra seleccionada para los análisis fue escogida en función de la variedad de especies de camélidos presentes, por lo que se prestó especial atención a su determinación taxonómica a través de técnicas osteométricas. Fueron excluidos del análisis isotópico los materiales óseos provenientes de la capa 5, debido a que los mismos se recuperaron en un contexto de fogón, por lo que la mayor parte de ellos se encontraba carbonizada e incluso calcinada. Posteriormente a la selección y a la determinación por especie, las muestras fueron sometidas al mismo proceso descrito en el capítulo 6 para la obtención de datos isotópicos sobre materiales contemporáneos. (Para detalles del método ver Yacobaccio *et al.* 2010).

Muestra	Parte Esqueletaria	Tamaño individuo	Especie inferida	Capa	$\delta^{13}\text{C}\%$	C:N **
CQ 63	Mandíbula	Pequeño	<i>V. vicugna</i>	4	-17,3	3,02
CQ 67	Fémur	Grande (juvenil)	<i>L. glama</i>	4	-15,3	2,98
CQ 65	Radio Ulna	Pequeño	<i>V. vicugna</i>	3	-16,7	2,89
CQ 66	Metapodio	Pequeño	<i>V. vicugna</i>	3	-18,1	2,88
CQ 68	Costilla	Grande (juvenil)	<i>L. glama</i>	3	-17,1	2,88
CQ 69	Tibia	Indeterminado (juvenil)	Indeterminado	2	-17,2	3,15
CQ 70	Fémur	Pequeño	<i>V. vicugna</i>	2	-17,6	2,94
CQ 71	Radio Ulna	Grande (juvenil)	<i>L. glama</i>	2	-14,6	2,76

Tabla 8.2 Muestras correspondientes a la Cueva Quispe discutidas en este trabajo
(Extraída de Yacobaccio *et al.* 2010)

** La relación C:N ha sido medida en el laboratorio de Waterloo, Canadá.

Los valores isotópicos obtenidos son comparados con los actuales en relación a la variable altitudinal, para determinar si estos datos arqueológicos se ajustan a las mismas tendencias registradas en los datos contemporáneos.

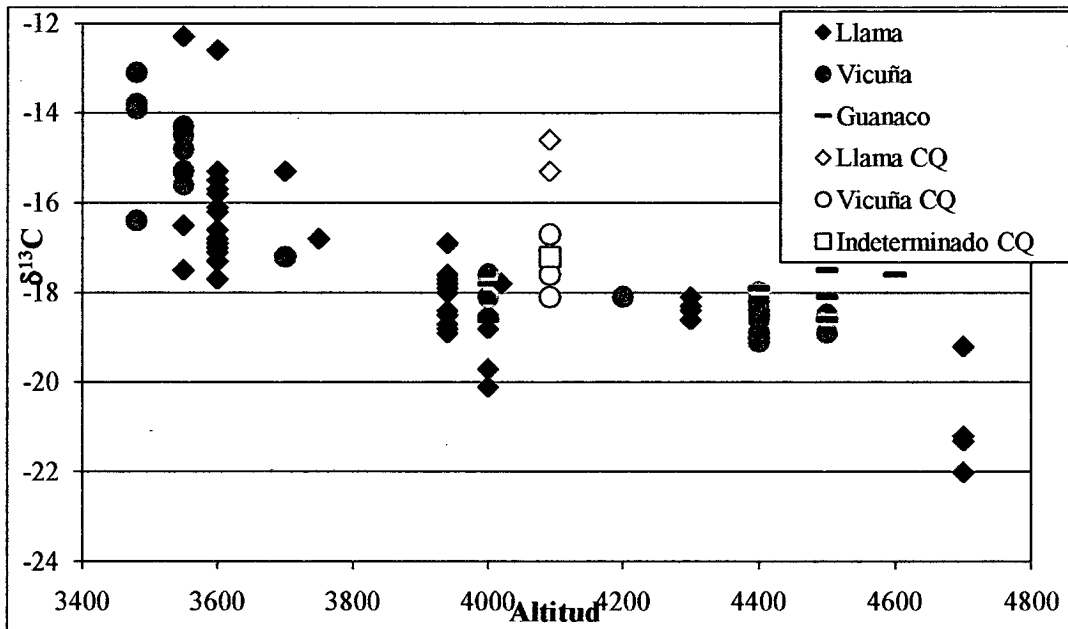


Figura 8.1 Valores $\delta^{13}C_{col}$ correspondientes a camélidos silvestres y domésticos provenientes de contextos actuales y de la Cueva Quispe representados según la variable altitudinal.

Es importante recordar que los valores actuales han sido modificados mediante la suma de 1,5‰ para corregir el ya mencionado “Efecto Suess” de modo que puedan ser comparados con los arqueológicos (Friedli *et al.* 1986, Pate 1994, Peterson y Fry 1987).

En la Figura 8.1 se hallan representados los valores $\delta^{13}C$ medidos sobre especímenes domésticos y silvestres recuperados en el sitio Cueva Quispe acompañados de los valores obtenidos sobre llamas, vicuñas y guanacos actuales, y en ella resulta evidente la variación que presentan los datos isotópicos recabados sobre los materiales arqueológicos. A fin de realizar una evaluación pormenorizada de la correlación de los datos prehistóricos con los actuales, en relación a la altitud se ha decidido evaluar llamas y vicuñas por separado, tal como se muestra en las figuras 8.2 y 8.3.

Entonces, en el caso de los especímenes domésticos, tal como lo muestra la Figura 8.2, las llamas muestreadas en el sitio Cueva Quispe se alejan claramente de los valores esperados para esa cota altitudinal, evidenciando una mayor proporción de vegetales C_4 en su dieta en comparación con los especímenes actuales. Esta evidencia, sumada a los datos zooarqueológicos comentados, parece apuntar a un ingreso a la cueva de elementos esqueléticos de camélidos domesticados pastoreados a una menor altura, es decir en una comunidad de tolar, antes que en el ecotono en el que se sitúa la

cueva (Yacobaccio *et al.* 2010). Hasta el momento, los datos son escasos, pero si efectivamente estas arqueofaunas han sido pastoreadas en comunidades vegetacionales situadas a menor altura, nuevas mediciones sobre individuos del mismo sitio verificarían esta tendencia en el futuro.

kit de pastores del
 ↓ bajo
 Pero son
 buenos lugares,
 el animal
 está allí
 < h
 o
 ≠ clima

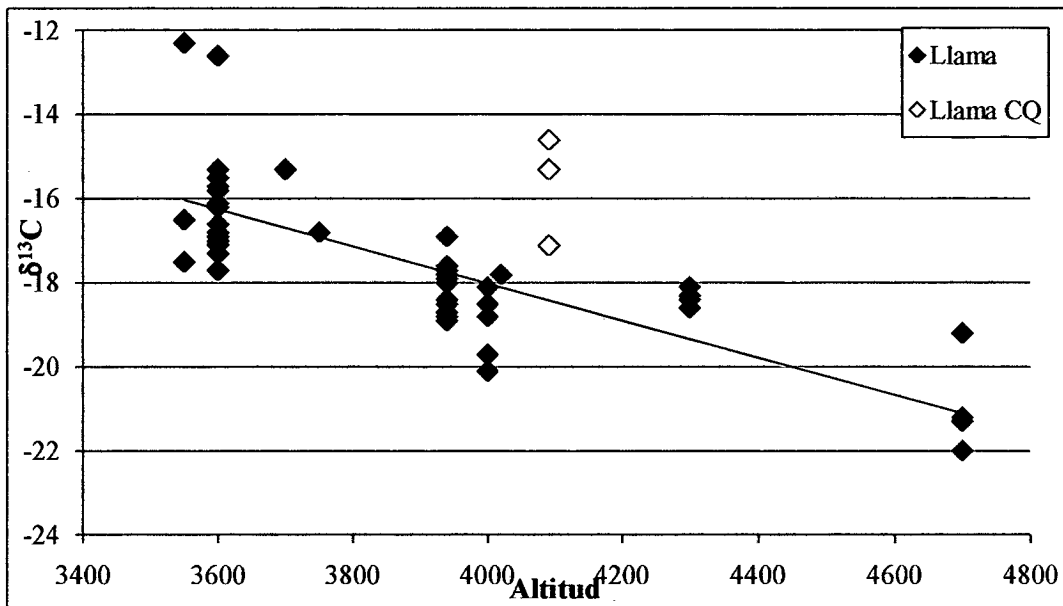


Figura 8.2 Valores $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ correspondientes a camélidos domésticos provenientes de contextos actuales y de la Cueva Quispe representados según la variable altitudinal

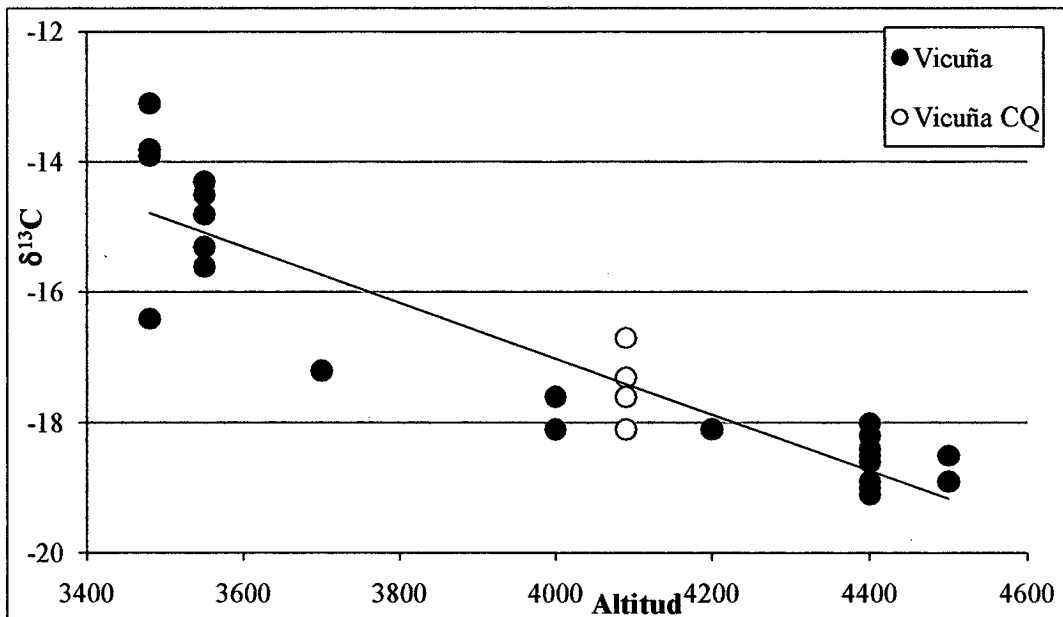


Figura 8.3 Valores $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ correspondientes a camélidos silvestres provenientes de contextos actuales y de la Cueva Quispe representados según la variable altitudinal

X

En cuanto a los valores obtenidos en los especímenes de vicuña del conjunto óseo recuperado en Cueva Quispe, según se observa en la Figura 8.3, estos parecen ser coherentes con la altitud a la que se localiza el sitio, integrándose a la tendencia ya observada en el conjunto de datos actuales. Si bien las muestras analizadas hasta el momento también son escasas, estas evidencias sumadas a la información zooarqueológica, sugieren que las vicuñas recuperadas en el sitio fueron cazadas en las cercanías y procesadas en el lugar, reflejando las diferencias en el manejo respecto de los camélidos domésticos (Yacobaccio *et al.* 2010).

De tal forma, la comparación entre los datos isotópicos medidos sobre arqueofaunas del sitio Cueva Quispe y aquellos provenientes de contextos pastoriles contemporáneos han permitido establecer que los especímenes silvestres del conjunto arqueológico (*Vicugna vicugna*) fueron obtenidos por medio de una estrategia de explotación local, mientras que los domesticados (*Lama glama*) fueron pastoreados en áreas de menor altura (Yacobaccio *et al.* 2010). A partir de estos resultados se puede afirmar que el territorio utilizado por los ocupantes de la cueva era amplio y abarcaba distintas cotas altitudinales de forma tal que incluía zonas más bajas. En este sentido, el empleo de estos ambientes por parte de los pastores en el pasado podría haber representado una utilización complementaria de distintos ambientes, aunque representando distancias más amplias de las que se dan en la actualidad en el marco de las prácticas pastoriles de las comunidades contemporáneas que habitan en la misma región.

X q' no
hay señal
isotópica
de las
cuevas
pastoriles del
alto?

Si bien hasta el momento los datos isotópicos extraídos del análisis de las arqueofaunas del sitio Cueva Quispe son escasos, la comparación entre estos datos y aquellos obtenidos sobre especímenes de camélidos contemporáneos ha probado su utilidad al estimar áreas prehistóricas de pastoreo y rangos de movilidad para las comunidades pastoriles que habitaron este sector de la Puna. Se espera continuar con estos estudios en el futuro a fin de profundizar el análisis de las estrategias de movilidad de los ocupantes de la cueva, y al mismo tiempo generar nuevos datos a partir de la medición de arqueofaunas de otros sitios de la región, a fin de comparar las distintas manifestaciones de las prácticas de subsistencia y de uso del espacio para esta área en el pasado.

✓

Capítulo 9: Consideraciones finales

9.1 Conclusiones preliminares

Considerando la información expuesta hasta el momento y habiéndose planteado el objetivo de establecer las variables que intervienen en la dieta de las poblaciones de camélidos domésticos de la Puna de Jujuy, se destacan dos aspectos que inciden notablemente en la alimentación de las mismas: la variable altitudinal y su manifestación en la distribución diferencial de las especies vegetales C₃ y C₄, y la intervención humana en su comportamiento territorial y movilidad, seleccionando áreas de alimentación de pasturas específicas que se alternan durante el ciclo anual (Samec en prensa).

Al examinar los resultados isotópicos aquí discutidos se observa que la intervención humana en la alimentación de las poblaciones de camélidos domésticos de este sector de la Puna Seca reviste una gran importancia, marcando diferencias al comparar los valores $\delta^{13}\text{C}$ medidos sobre especímenes de camélidos silvestres con aquellos que forman parte de los rebaños, si bien las dietas de ambas poblaciones se superponen en gran medida.

En el caso de las llamas, el manejo pastoril se evidencia en la amplia variabilidad que presenta la alimentación de este camélido domesticado, de tal forma que al observar la distribución de los valores $\delta^{13}\text{C}$ y su rango de variación, se advierte la presencia de varios *outliers*, algunos de los cuales parecen indicar un consumo casi absoluto de especies C₃, mientras que los otros se vuelcan hacia una dieta con mayor importancia de especies C₄. A pesar de esta variabilidad, la dieta de las llamas presenta una considerable proporción de vegetales C₃, los cuales pueden venir representados por la vegetación arbustiva de los tolares y ecotonos, como también por muchas plantas herbáceas que crecen en el pajonal, siendo ambas aquellas comunidades que los pastores alternan en el marco de su ciclo de movilidad anual (Yacobaccio 2007).

El caso de las alpacas se muestra similar al de las llamas, ya que en su dieta predominan las especies C₃, y si bien estos datos demuestran la intervención humana en la alimentación de los especímenes muestreados, no revisten utilidad como valores de referencia en la construcción de un modelo destinado a la evaluación de la evidencia arqueológica del área, por los motivos anteriormente expuestos.

En el caso de los camélidos silvestres, la vicuña posee una movilidad más acotada en el territorio ya que se encuentra atada a ciertos parches de vegetación con disponibilidad permanente de recursos hídricos, al tiempo que no se encuentra sujeta al manejo practicado por los pastores. Estos aspectos podrían explicar el menor rango de variación que exhiben los valores $\delta^{13}\text{C}$ medidos sobre el colágeno extraído de especímenes de esta especie, en comparación con los valores que exhiben las llamas. Al mismo tiempo la alimentación de las vicuñas evidencia un mayor consumo de especies vegetales C_4 en aquellos ambientes en los que estas se hallan disponibles, es decir por debajo de los 3900 msnm, aspecto que se encuentra en consonancia con las preferencias dietarias de la especie según los estudios etológicos (Borgnia *et al.* 2010).

El caso de los guanacos es más complejo, dado que en gran medida se desconocen sus hábitos territoriales y alimenticios en la Puna de Jujuy debido a la ausencia de estudios etológicos. Sin embargo, resulta llamativo que el rango abarcado por sus valores $\delta^{13}\text{C}$ coincide con el de las vicuñas de las mismas cotas altitudinales. Este aspecto parece contradecir las expectativas generadas a partir de estudios que enfatizaban los hábitos ramoneadores de la especie (Yacobaccio 2001b), si bien coincide con la información manejada por investigaciones recientes que evidencian un mayor consumo de vegetación herbácea que la que se postulaba anteriormente (Puig *et al.* 2001).

Ahora bien, tomados en conjunto todos los valores $\delta^{13}\text{C}$ medidos sobre material óseo correspondiente a camélidos que habitan en la Puna de Jujuy actualmente, muestran la incidencia de la variable altitudinal. De esta manera, tal como se esperaba en función de los antecedentes, la proporción de vegetales C_4 en la dieta es mayor en las comunidades de menor altitud, como los tolares, en las cuales estas plantas son más abundantes debido al factor climático. Por otro lado, las evidencias indican que la alimentación camélidos silvestres y domésticos es más homogénea en altitudes mayores a los 3900-4000 msnm, donde se inicia la preponderancia de la vegetación de pajonal y prácticamente solo se encuentran especies C_3 (Fernández y Panarello 1999-2001b).

Todos estos datos, y la relevancia de estas variables, han permitido elaborar un marco de referencia de gran utilidad al evaluar las estrategias de subsistencia y movilidad en un contexto pastoril prehistórico: Cueva Quispe. A partir de la obtención de valores $\delta^{13}\text{C}$ sobre arqueofaunas del sitio, se ha podido establecer la existencia rangos de movilidad más abarcativos que los que utilizan los pastores en la actualidad,

involucrando comunidades vegetacionales situadas en altitudes menores y con un mayor porcentaje de especies C₄. Al mismo tiempo, las evidencias isotópicas parecen mostrar una estrategia de explotación local de los recursos cinegéticos practicada por los ocupantes de la cueva durante toda la secuencia de ocupación pero particularmente en los momentos más tempranos (Yacobaccio *et al.* 2010).

9.2 Expectativas a futuro

Hasta el momento, los datos aquí presentados y discutidos han permitido establecer las variables que intervienen en la alimentación de camélidos domésticos y silvestres que habitan en la Puna de Jujuy, aunque aún restan algunos interrogantes por resolver.

En una primera instancia, si bien se cuenta con algunos valores isotópicos medidos sobre especies vegetales de la región, resulta necesario la realización de un estudio exhaustivo de su variabilidad isotópica en función de criterios tales como humedad y luminosidad del ambiente, características topográficas y de los suelos, y estacionalidad. Particularmente, en la generación de estos datos se debe atender a la relación existente entre la variable altitudinal y la estructura de las comunidades vegetacionales, considerando las abundancias relativas de las especies C₃ y C₄ en las mismas. Esta información permitirá caracterizar más precisamente los ambientes empleados por los pastores puneños como áreas de pasturas, estableciendo las particularidades que determinan sus señales isotópicas.

Por otro lado, se hace necesaria la obtención de nuevos especímenes óseos correspondientes a las especies silvestres, particularmente el guanaco, debido a que las muestras aquí analizadas son aún escasas. Este aspecto permitirá delinear de forma más precisa las diferencias existentes en la alimentación de camélidos domesticados y silvestres, al tiempo que prestará más fuerza a las tendencias aquí perfiladas.

En última instancia el modelo que aquí ha sido esbozado deberá ser puesto a prueba a partir de la comparación entre este *corpus* de referencia y aquellos datos correspondientes a arqueofaunas recuperadas en sitios pastoriles del área, a fin de determinar si las tendencias aquí presentadas en función de los datos del sitio Cueva Quispe se verifican en otros sitios de la región y corroboran las expectativas delineadas por esta investigación. De esta forma, el marco de referencia que esta tesis representa

permitirá evaluar las variaciones temporales y espaciales en las estrategias de manejo de rebaños empleadas por los pastores de la Puna argentina en el pasado.

Qué expectativas se plantean para señales
trotópicas e humanas de acuerdo con este
marco de referencia?

Referencias bibliográficas

Aldenderfer, M. S.

1998. *Montane foragers: Asana and the South-Central Andean archaic*. University of Iowa Press.

Ambrose, S. H.

1986. Stable carbon and nitrogen isotope analysis of human and animal diet in Africa. *Journal of Human Evolution* 15: 707-731.

1993. Isotopic analysis of paleodiets: Metodological and interpretive considerations. En: M. K. Sandford (ed.) *Investigations of ancient human tissue. Chemical analyses in anthropology*, pp. 59-130. Langhorne, Pennsylvania, USA. Gordon and Breach Science Publishers.

Ambrose, S.H., y M.J. De Niro.

1986. Reconstruction of African Human Diet using Bone Collagen Carbon and Nitrogen Isotope Ratios. *Nature* 319: 321-324.

Ambrose, S. H. y J. Krigbaum

2003. Bone chemistry and bioarchaeology. *Journal of Anthropological Archaeology* 22: 193-199.

Aranibar J., S.M.L. López Campeny, M.G. Colaneri, A.S. Romano, S.A. Macko y C.A. Aschero

2007. Dieta y sociedades agropastoriles: análisis de isótopos estables de un sitio de la Puna Meridional Argentina (Antofagasta de la Sierra, Catamarca). *Comechingonia*. 10: 29-48.

Arzamendia Y.

2008. *Estudios etoecológicos de vicuñas (Vicugna vicugna) en relación a su manejo sostenido en silvestría, en la Reserva de la Biosfera Laguna de Pozuelos (Jujuy, Argentina)*. Tesis doctoral. Universidad Nacional de Córdoba.

Arzamendia, Y. y B. L. Vilá

2003. Estudios de comportamiento y organización social de vicuñas, en la Reserva de 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* Vol. 1:187-192, 1er. Taller internacional de DECAMA. Potosí, Bolivia.

Aschero, C. A. y H. D. Yacobaccio

1998-1999. 20 años después: Inca Cueva 7 reinterpretado. *Cuadernos del Instituto Nacional de Antropología y pensamiento Latinoamericano* 18: 7-18.

Aufderheide, A.

1993. Reconstrucción Química de la Dieta del Hombre de Acha-2. En: I. Muñoz, B. Arriaza y A. Aufderheide (eds.) *Acha - 2 y los Orígenes del Poblamiento Humano en Arica*, pp. 65-80. Ediciones Universidad de Tarapacá, Arica.

Aufderheide, A., B. Arriaza e I. Muñoz

1994. Contributions of chemical dietary reconstruction to the assessment of adaptation by ancient highland immigrants (Alto Ramírez) to coastal conditions at Pisagua, North Chile. *Journal of Archaeological Science* 21: 515-524.

Balasse, M. y S. H. Ambrose

2005. Distinguishing sheep and goats using dental morphology and stable carbon isotopes in C₄ grassland environments. *Journal of Archaeological Science* 32: 691-702.

Balasse, M., A. Tresset y S. H. Ambrose

2006. Stable isotope evidence ($\delta^{13}\text{C}$, $\delta^{18}\text{O}$) for winter feeding on seaweed by Neolithic sheep of Scotland. *Journal of Zoology* 270: 170-176.

Barberena, R.

2002. *Los límites del mar. Isótopos estables en Patagonia Meridional*. Buenos Aires, Sociedad Argentina de Antropología.

Barberena, R., A. Gil, G. Neme, A. Zangrando, G. Politis, L. Borrero y G. Martínez.

2010. Ecología isotópica de guanaco (*Lama guanicoe*) en el sur de sudamerica: tendencias espaciales, temporales e implicaciones arqueológicas. En: *Zooarqueología a Principios del Siglo XXI. Aportes Teóricos, Metodológicos y Casos de Estudio* pp. 107-118. Editorial Espinillo, Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

Barberena, R., A. Zangrando, A. Gil, G. Martínez, G. Politis, L. Borrero y G. Neme

2009. Guanaco (*Lama guanicoe*) isotopic ecology in southern South America: spatial and temporal tendencies, and archaeological implications. *Journal of Archaeological Science* 36: 2666--2675.

Barrientos, G.

1999. Composición isotópica ($\delta^{13}\text{C}$) de muestras de restos óseos humanos del sitio Arroyo Seco 2 (provincia de Buenos Aires): inferencias paleodietarias. *Relaciones de la Sociedad Argentina de Antropología XXIV*: 81-94.

2001. Estudios de isótopos estables del carbono y nitrógeno en Pampa, Patagonia Continental y Tierra del Fuego: una evaluación. *Revista Argentina de Antropología Biológica* 3 (2): 35.

Benítez, V., M. Borgnia y M. H. Cassini

2006. Ecología nutricional de la vicuña (*Vicugna vicugna*): Un caso de estudio en la Reserva Laguna Blanca, Catamarca. En: B. Vilá (ed.) *Investigación, conservación y manejo de vicuñas Proyecto MACS*, pp. 51-67. Buenos Aires.

Berenguer, J.,

1996. Identificación de camélidos en el arte rupestre de Taira: ¿Animales silvestres o domésticos? *Chungara* 28 (1-2): 85-114. Arica.

Berón, M.A., L. Luna y R. Barberena

2009. Isotopic archaeology in the western Pampas (Argentina): preliminary results and perspectives. *International Journal of Osteoarchaeology* 19: 250--265.

Bettinger, R. L.

1991. *Hunter-gatherers: Archaeological and Evolutionary Theory*. New York-London. Plenum Press.

Bianchi, A. R., C. E. Yañez y L. R. Acuña

2005. *Bases de datos mensuales de las precipitaciones del Noroeste Argentino*. Informe del Proyecto Riesgo Agropecuario. INTA-SAGPYA.

Binford, L.R.

1980. Willow Smoke and Dogs' Tails: Hunter-Gatherers Settlement Systems and Archaeological Site Formation. *American Antiquity* 45:4-20.

2001a. Where do research problems come from? *American Antiquity* 66: 669-678.

2001b. *Constructing frames of reference. An analytical method for archaeological theory building using hunter-gatherer and environmental data sets*. Berkeley, University of California Press.

Bonavia, D.

1996. *Los camélidos sudamericanos. Una introducción a su estudio*. Lima, IFEA-UPCH-Conservation International.

Borgnia M., A. Maggi, M. Arriaga, B. Aued, B.L. Vilá y M.H. Cassini

2006. Caracterización de la vegetación en la Reserva de Biosfera Laguna Blanca (Catamarca, Argentina). *Ecología Austral* 16: 29-45.

Borgnia M., B.L. Vilá y M.H. Cassini

2008. Interaction between wild camelids and livestock in an Andean semi-desert. *Journal of Arid Environments* 72: 2150-2158.

2010. Foraging ecology of Vicuña, *Vicugna vicugna*, in dry Puna of Argentina. *Small Ruminant Research* 88 (1): 44 - 53.

Borrero, L y R. Barberena

2006. Hunter-gatherer home range and marine resources. *Current Anthropology* 47: 855- 867.

Borrero L.A., R. Barberena, N.V. Franco, J. Charlin y R.H. Tykot

2009. Isotopes and Rocks: geographical organisation of Southern Patagonian hunter-gatherers. *International Journal of Osteoarchaeology* 19: 309-327.

Borrero, L. A., R. A. Guichón, R. Tykot, J. Kelly, A. Prieto y P. Cárdenas

2001. Dieta a partir de isótopos estables en restos óseos humanos de Patagonia Austral. Estado actual y perspectivas. *Anales del Instituto de la Patagonia* (Serie Ciencias Humanas) 29: 119-127. Chile.

Bousman, C.

1993. Hunter-gatherer adaptations, economic risk and tool design. *Lithic Technology*, 18 (1-2):59-86. The University of Tulsa. Oklahoma.

Brenner Coltrain, J. y S. W. Leavitt

2002. Climate and diet in Fremont Prehistory: economic variability and abandonment of maize agriculture in the Great Salt Lake Basin. *American Antiquity* 67 (3): 453-485.

Browman, D.

1974. Pastoral nomadism in the Andes. *Current Anthropology* 15 (2): 188-196.

[1977] 1980. "Tiawanaku expansion and Altiplano Economic Patterns". *Estudios Arqueológicos* 5: 107-120.

1990. Camelid pastoralism in the Andes: llama caravan fleteros, and their importance in production and distribution. En: P.C. Salzman y J.G. Galaty (eds.), *Nomads in a changing world*, pp. 395-438. Naples: Istituto Universitario Orientale.

1994. Información y manejo de riesgo de los fleteros de llamas en los Andes Centro-Sur. *Zooarqueología de Camélidos* 1: 23-42. Buenos Aires, Grupo Zooarqueología de Camélidos.

Buitrago, L. y M. Larrán

1994. *El clima de la Provincia de Jujuy*. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Jujuy, Jujuy, Argentina.

Burger, R. L. y N. van der Merwe

1990. Maize and the origin of highland Chavin civilization: an isotopic perspective. *American Anthropologist* 92: 85-95.

Burton R.K., J.J. Snodgrass, D. Gifford-Gonzales, T. Guilderson, T. Brown y P.L. Koch
2001. Holocen changes in the ecology of northern fur seals: insights from stable isotopes and archaeofauna. *Oecología* 128:107-115.

Cabrera, A. L.

1957. La vegetación de la Puna Argentina. *Revista de investigaciones agrícolas* 11 (4): 317-412.

1976. *Regiones fitogeográficas argentinas*. Enciclopedia Argentina de Agricultura y jardinería, 2da Edición, tomo II. Buenos Aires. Editorial Acme.

Calo, C.M. y L. Cortés

2009. A contribution to the study of diet of formative societies in northwestern Argentina: isotopic and archaeological evidence. *International Journal of Osteoarchaeology* 19: 192-203.

Cashdan,

1990. *Risk and Uncertainty in Tribal and Peasant Economies*. Westview Press. Boulder.

Castellaro, G., J. García-Huidobro y P. Salinas

1998. Alpaca Liveweight Variation and Fiber Production in Mediterranean Range of Chile. *Journal of Range Management* 51: 509-513.

Castellaro G., T. Ullrich, b. Wackwitz y A. Raggi

2006. Composición botánica de la dieta de alpacas (*Lama pacos* L.) y llamas (*Lama glama* L.) en dos estaciones del año, en praderas altiplánicas de un sector de la provincia de Parinacota, Chile. *Agric. Tec.* 64: 353-364

Cavagnaro, J. B.

1988. Distribution of C₃ and C₄ grasses at different altitudes in a temperate arid region of Argentina. *Oecología* 76: 273-277.

- Cerling, T. E., G. Wittemyer, H. B. Rasmussen, F. Vollrath, C. E. Cerling, T. J. Robinson e I. Douglas-Hamilton
2006. Stable isotopes in elephant hair document migration patterns and diet changes. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 103 (2): 371-373.
- Chang, C. y H. A. Koster.
1986. Beyond Bones: Toward an Archaeology of Pastoralism. *Advances in Archaeological Method and Theory* 9: 97-148.
- Cipolletti, M.S.
1984. Llamas y mulas, trueque y ventas: el testimonio de un arriero puneño. *Revista Andina* 2: 513-538.
- Clutton-Brock, J.
1987. *A natural history of domesticated mammals*. Austin, University of Texas.
- Contreras, M., B. González y F. Novoa.
2006. Patrón de migración altitudinal y rango de hogar de guanacos en un ambiente andino del centro norte de Chile. En: A. Camaño, J.C. Castilla and J.A. Simonetti (eds.) *Minería y biodiversidad* pp. 79-91. Publicación de Sonami, Chile.
- Copley, M. S., R. Berstan, S. N. Dudd, G. Docherty, A. J. Mukherjee, V. Straker, S. Payne y R. P. Evershed
2003. Direct chemical evidence for widespread dairying in prehistoric Britain. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 100 (4): 1524-1529.
- Chisholm B., D. Nelson y H. Schwarcz
1982. Stable carbon isotope ratios as a measure of marine versus terrestrial protein in ancient diets. *Science* 216: 1131-1132.
- Cribb, R.
1991. *Nomads in Archaeology*. Cambridge University Press. UK.
- Davidson, I.
1980. Trashumance in Spain and ethnoarcheology. *Antiquity* 54: 144-147.
- De Nigris, M. E.
2004. *El consumo en grupos cazadores recolectores. Un ejemplo zooarqueológico de Patagonia Meridional*. Colección de Tesis Doctorales. Buenos Aires. Sociedad Argentina de Antropología.
- Dincauze, D.
2000. *Environmental Archaeology: Principles and Practice*. Cambridge University Press. UK.
- Dyson-Hudson, N.
1972. The Study of Nomads. En: W. Irons y N. Dyson-Hudson (eds.) *Perspectives on Nomadism*. E. J. Brill, Leiden Netherlands.

Elkin, D.

1996. *Arqueozoología de Quebrada Seca 3: Indicadores de Subsistencia Temprana en la Puna Meridional Argentina*. Tesis Doctoral. Facultad de Filosofía y Letras, Universidad de Buenos Aires.

Elkin, D. C. y S. Rosenfeld

2001. La explotación de camélidos en Pintoscayoc 1 (Jujuy). En: G. L. Mengoni Goñalons, D. E. Olivera y H. D. Yacobaccio (eds.) *El uso de los camélidos a través del tiempo*, pp. 29-64. Buenos Aires.

Fasth N.

2003. *La Candelaria. Preservation and Conservation of an Archaeological Museum Collection from Northwestern Argentina at the Museum of the World Culture, Sweden*. Göteborg Universitet. Göteborg.

Favier Dubois, C.M., F. Borella y R.H. Tykot

2009. Explorando tendencias en el uso humano del espacio y los recursos en el litoral rionegrino (Argentina) durante el Holoceno medio y tardío. En: M. Salemme, F. Santiago, M. Alvarez, E. Piana, M. Vázquez y E. Mansur (eds.) *Arqueología de Patagonia: una mirada desde el último confin*, pp. 985-997. Editorial Utopías, Ushuaia.

Fernández, J. y H.O. Panarello

1994. Estimaciones paleodietéticas y ambientales deducibles del análisis de las relaciones isotópicas $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ en el colágeno óseo de los esqueletos humanos 1 y 2 de El Rodeo. En: C.J. Gradín y A. Aguerre (eds.) *Contribución a la Arqueología de la Cuenca del Río Pinturas, Provincia de Sta. Cruz, Argentina*. Editorial Búsqueda Aillu, Bs As.

Fernández, J., V. Markgraf, H. O. Panarello, M. Albero, F. E. Angiolini, S. Valencio y M. Arriaga

1991. Late Pleistocene/Early Holocene Environments and climates, fauna and human occupation in the Argentine Altiplano. *Geoarchaeology* 6 (3): 251-272.

Fernández, J. y H. O. Panarello

1999-2001a. Isótopos del carbono en la dieta de herbívoros y carnívoros de los Andes Jujeños. *Xama* 12-14: 71-85. Mendoza.

1999-2001b. Los isótopos estables del carbono en pelo de animales silvestres de ambientes altiplánicos de Argentina. *Xama* 12-14: 61-69. Mendoza.

Fernández, J., H.O. Panarello y J. Schobinger

1999. The Inka mummy from Mount Aconcagua: Decoding the geographic origin of the "Messenger To The Deities" by means of stable carbon nitrogen and sulphur isotope analysis. *Geoarchaeology* 14: 24-46.

Finucane, B. C.

2007. Mummies, maize, and manure: multi-tissue stable isotope analysis of late prehistoric human remains from the Ayacucho Valley, Peru. *Journal of Archaeological Science* 34: 2115-2124.

Finucane, B. C., P. Maita Agurto y W. H. Isbell

2006. Human and animal diet at Conchopata, Perú: stable isotope evidence for maize agriculture and animal management practices during the Middle Horizon. *Journal of Archaeological Science* 33: 1766-1776.

Flores Ochoa, J.A.

1977. Pastores de Puna: Uywamichiq Punarunakuna. Estudios de la Sociedad Rural 5. Lima: Instituto de Estudios Peruanos

1982. Causas que originaron la actual distribución espacial de las Alpacas y Llama. En: L. Millones y Hiroyasu Tomoeda (eds.) *Senri Ethnological Studies* 10, pp. 63-92. National Museum of Ethnology, Osaka.

Fogel, M.L., N. Tuross y D.W. Owsley

1989. Nitrogen isotope tracers of human lactation in modern and archaeological populations. *Carnegie Institute Year Book* 88: 111-117.

Franklin, W. L.

1978. *Socioecology of the Vicuña*. University Microfilms Internacional, Ann Arbor.

1982. Biology, Ecology, and Relationship to Man of the South American Camelids. En: M.A. Mares y H.H. Genoways (eds.) *Mammalian Biology in South America*, pp. 457-489. Pymatuning Laboratory of Ecology, University of Pittsburgh, Linesville.

Friedli H., H. Löttscher, H. Oeschger, U. Siegenthaler y B. Stauffer

1986. Ice core record of the $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ ratio of atmospheric CO_2 in the past two centuries. *Nature* 324: 327- 328.

Fry, B.

2006. *Stable isotope ecology*. New York. Springer.

Gallardo, F. y H. Yacobaccio 2005.

Wild or domesticated? Camelids in early formative rock art of the Atacama Desert (Northern Chile). *Latin American Antiquity* 16 (2): 115-130.

Gannes, L. Z., D. M. O'Brien y C. Martínez del Rio

1997. Stable isotopes in animal ecology: assumptions, caveats, and a call for more laboratory experiments. *Ecology* 78 (4):1271-1276.

García Fernández, J.J.

1991. Pastoreo, economía familiar y medio ambiente en la Laguna de los Pozuelos. En: J.J. García Fernández y R. Tecchi (eds.) *La Reserva de la Biosfera Laguna de Pozuelos: Un Ecosistema Pastoril en los Andes Centrales*, pp. 121-136. PER-INBial-UNJu, Jujuy.

Gil, A., G. Neme, R. Tykot, P. Novellino, V. Cortegoso y V. Duran

2009. Stable isotopes and maize consumption in Central Western Argentina. *International Journal of Osteoarchaeology* 19 (2), 215-236.

Gil Montero, R.

2004. *Caravaneros y trashumantes en los Andes Meridionales. Población y familia indígena en la Puna de Jujuy, 1770-1870*. IEP Ediciones. Perú.

Göbel, B.

1994. El manejo del riesgo en la economía pastoril de Susques. En: Grupo de zooarqueología de camélidos: D. C. Elkin, C. Madero, G. L. Mengoni Goñalons, D. E. Olivera, M. C. Reigadas y H. D. Yacobaccio (eds.) *Zooarqueología de camélidos* 1, pp. 43-56.

2001. El ciclo anual de la producción pastoril en Huancar (Jujuy, Argentina). En: G. L. Mengoni Goñalons, D. E. Olivera y H. D. Yacobaccio (eds.) *El uso de los camélidos a través del tiempo*, pp. 91-115. Buenos Aires.

2002. La arquitectura del pastoreo: uso del espacio y sistema de asentamientos en la Puna de Atacama (Susques). *Estudios Atacameños* 23: 53-76.

Gómez Otero, J.

2007. Isótopos estables, dieta y uso del espacio en la costa atlántica centro septentrional y el valle inferior del río Chubut (Patagonia argentina). En: F. Morello, M. Martinic, A. Prieto y G. Bahamondes (eds.) *Arqueología de Fuego-Patagonia. Levantando piedras, desenterrando huesos... y develando arcanos*, pp. 151-161. Universidad de Magallanes, Punta Arenas (Chile).

González, B., E. Palma, B. Zapata y J. Marín

2006. Taxonomic and biogeographical status of guanaco *Lama guanicoe* (Artyodactyla, Camelidae). *Mammal Review* 36: 157-178.

Grant Lett-Brown, J.

2008. *El recurso Camelidae en sitios de la Puna Meridional Argentina: Una aproximación osteométrica*. Tesis de Licenciatura. Facultad de Filosofía y Letras, Universidad de Buenos Aires.

Guichón, R., L. Borrero, A. Prieto, P. Cárdenas y R. Tykot

2001. Nuevas determinaciones de isótopos estables para Tierra del Fuego. *Revista Argentina de Antropología Biológica* 3 (1):113-126.

Gundermann K., H.

1984. Ganadería Aymara, ecología y forrajes: evaluación regional de una actividad productiva andina. *Chungará* 12: 99-124. Arica, Chile. Universidad de Tarapacá.

Halstead, P. y J. O'Shea

1989. Introduction: cultural responses to risk and uncertainty. En: Halstead P. y J. O'Shea (Eds.) *Bad year economics: cultural responses to risk and uncertainty*, pp: 1-8. Cambridge University Press. New York.

Harris, D. R.

1996. Domesticatory relations of people, plants and animals. En: R. Ellen y K. Fukui (eds.) *Redefining Nature, Ecology, Culture and Domestication*, pp. 437-463. Berg, Oxford.

Harris, O.

1985. Ecological Duality and the Role of the Center: Nothern Potosí. En: S. Masuda, I. Shimada y C. Morris (eds.) *Andean Ecology and Civilization*, pp. 311-335. University of Tokyo Press.

Hastorf, C. A.

1985. Dietary reconstruction in the Andes: a new archaeological technique. *Anthropology Today* 1 (6): 19-21.

1990. The effect of the Inka State on Sausa agricultural production and crop consumption. *American Antiquity* 55 (2): 262-290.

Heaton, T.H.E.

1999. Spatial, species, and temporal variations in the $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ ratios of C_3 plants: implications for palaeodiet studies. *Journal of Archaeological Science* 26: 637-649

Hedges, R.E.M., J.G. Clement, C. David, L. Thomas y T.C. O'Connell

2007. Collagen turnover in the adult femoral mid-shaft: Modeled from anthropogenic radiocarbon tracer measurements. *American Journal of Physical Anthropology* 133: 808-816.

Hesse, B.

1982. Animal Domestication and Oscillating Climates. *Journal of Ethnobiology* 2: 1-15.

Hobson, K. A.

1999. Tracing origins and migration of wildlife using stable isotopes: a review. *Oecologia* 120: 314-326.

Hobson, K. A. y L. I. Wassenaar

1999. Stable isotope ecology: an introduction. *Oecologia* 120: 312-313.

Hodell, D., R. Quinn, M. Brenner y G.D. Kamenov

2004. Spatial variation of strontium isotopes ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$) in the Maya region: a tool for tracking ancient human migration. *Journal of Archaeological Science* 31: 585-601.

Hoppe, K. A.

2004. Late Pleistocene mammoth herd structure, migration patterns, and Clovis hunting strategies inferred from isotopic analyses of multiple death assemblages. *Paleobiology* 30 (1): 129-145.

Hutchinson, D. L., C. Spencer Larsen, M. J. Schoeninger y L. Norr

1998. Regional variation in the pattern of maize adoption and use in Florida and Georgia. *American Antiquity* 63 (3): 397-416.

Iacumin, P., V. Nikolaev, L. Genoni, M. Ramigni, Y. G. Ryskov y A. Longinelli

2004. Stable isotope analyses of mammal skeletal remains of Holocene age from European Russia: A way to trace dietary and environmental changes. *Geobios* 37: 37-47.

Inamura, T.

1986. Relaciones estructurales entre pastores y agricultores de un distrito altoandino en el Sur del Perú. En: Masuda, Shozo, (ed.) *Etnografía e historia del mundo andino: continuidad y cambio*. Universidad de Tokio.

Izeta, A.

2004. *Zoarqueología del sur de los valles Calchaquíes. Estudio de conjuntos faunísticos del Periodo Formativo*. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias Naturales y Museo, La Plata.

Izeta, A.D., A.G. Laguens, M.B. Marconetto y M.C. Scattolin

2009. Camelid handling in the meridional Andes during the first millennium AD: a preliminary approach using stable isotopes. *International Journal of Osteoarchaeology* 19: 204-14.

Jürgens, K. D., M. Pietschmann, K. Yamaguchi y T. Kleinschmidt

1988. Oxygen Binding Properties, Capillary Densities and Heart Weights in High Altitude Camelids. *Journal of Comparative Physiology B* 158: 469-477.

Keeling, C.D.

1979. Recent trends in the $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ ratio of atmospheric carbon dioxide. *Nature* 277: 121-122.

Kelly, R.

1995. *The foraging spectrum. Diversity in Hunter-Gatherer Lifeways*. Smithsonian Institution Press. Washington and London.

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. Washington University-St. Louis. University Microfilms

1988. El más antiguo Sur: una revisión de la domesticación de los camélidos andinos. En: L. Manzanilla (ed.) *Coloquio V, Gordon Childe: estudios sobre la revolución neolítica y la revolución urbana*, pp. 181-197. Instituto de Investigaciones Antropológicas, Serie Monografías. Universidad Nacional Autónoma de México.

Khazanov, A. M.

[1984] 1994. *Nomads and the outside the World* Cambridge University Press. UK.

Killian Galván, V. A. y D. E. Olivera

2008. First $\delta^{13}\text{C}$ values for human skeletal remains from South Western Puna (Jujuy, Argentina). Trabajo presentado en el VI South American Symposium on Isotope Geology, San Carlos de Bariloche, Argentina.

Killian Galvan, V. A. y C. T. Samec

En prensa. A cada uno su verdad culinaria: patrones paleodietarios y variables ambientales en el NOA. *Actas de las Octavas Jornadas de Jóvenes Investigaciones en Ciencias Antropológicas del Instituto Nacional de Antropología y Pensamiento Latinoamericano*. Buenos Aires, Argentina.

Koford, C.B.

1957. The Vicuña and the Puna. *Ecological Monographs* 27(2):153-219.

Kolata, A.L.

1993. *The Tiwanaku. Portrait of an Andean Civilization*. Blackwell Publishers. Cambridge, Massachusetts.

Kuznar, L. A.

1991. Transhumant Goat Pastoralism in the High Sierra of the South Central Andes: Human Responses to Environmental and Social Uncertainty. *Nomadic People* 28: 93-104.

Laker, J, J. Baldo, Y. Arzamendia y H. Yacobaccio.

2006. La vicuña de los Andes. En: B. Vilá (ed.) *Investigación, conservación y manejo de vicuñas Proyecto MACS*, pp. 37-50. Buenos Aires.

Lane, K.

2006. Through the Looking Glass: Re-Assessing the Role of Agro-Pastoralism in the North-Central Andean Highlands. *World Archaeology* 38 (3): 493-510

Laguens, A.G., M. Fabra, G.M. Santos y D.A. Demarchi

2009. Palaeodietary Inferences Based on Isotopic Data for Pre-Hispanic Populations of the Central Mountains of Argentina. *International Journal of Osteoarchaeology* 19: 237-249.

Lavallée, D., M. Julien, C. Karlin, L. García, D. Pozzi-Escot y M. Fontugne

1997. Entre desierto y quebrada: Tomayoc, un alero de la puna. *Avances en Arqueología* 3: 9-39.

Leroy, S.

2006. From natural hazard to environmental catastrophe: past and present. *Quaternary International* 158:4-12.

Llano, C.

2009. Photosynthetic pathways, spatial distribution, isotopic ecology, and implications for pre-Hispanic human diets in central-western Argentina. *International Journal of Osteoarchaeology* 19: 130-143

Logan, J.M., T.D. Jardine, T.J. Miller, S.E. Bunn, R.A. Cunjak y M.E. Lutcavage

2008. Lipid corrections in carbon and nitrogen stable isotope analyses: comparison of chemical extraction and modeling methods. *Journal of Animal Ecology* 77: 838-846.

Lynch, T. F.

1967. *The nature of the central Andean Pre-ceramic*. Occasional Papers of the Idaho State Museum, Volume 21. Pocatello. Idaho State Museum.

1980. *Guitarrero Cave*. New York. Academic Press.

Macko, S.A., M.H. Engel, V. Andrusevich, G. Lubec, T.C. O'Connell y R.E.M. Hedges

1999. Documenting the diet in ancient human populations through stable isotope analysis of hair. *Philosophical Transactions Royal Society* 353:1-12.

Madero, C. M. y H. D. Yacobaccio

1994. El registro faunístico del pastoreo actual y sus implicaciones arqueológicas. En: Grupo de zooarqueología de camélidos: D. C. Elkin, C. Madero, G. L. Mengoni Goñalons, D. E. Olivera, M. C. Reigadas y H. D. Yacobaccio (eds.). *Zooarqueología de camélidos* 1, pp. 73-94.

- Marino, B.D. y M.B. Mc Elroy
1991. Isotopic composition of atmospheric CO₂ inferred from carbon in C₄ plant cellulose. *Nature* 349: 127-131.
- Mariscotti de Görlitz, A.M.
1978. *Pachamama Santa Tierra. Contribución al estudio de la religión autóctona en los Andes centro-meridionales*. Ibero Amerikanisches Institut. Gebr. Mann Verlag, Berlin.
- Martínez G., A. F. Zangrando y L. Prates
2009. Isotopic ecology and human palaeodiets in the lower basin of the Colorado river, Buenos Aires Province, Argentina. *International Journal of Osteoarchaeology* 19: 281-296.
- McKechnie, A. E.
2004. Stable isotopes: powerful new tools for animal ecologists. *South African Journal of Science* 100: 131-134.
- Mengoni Goñalons, G. L.
1999. *Cazadores de guanacos de la estepa patagónica*. Sociedad Argentina de Antropología, Buenos Aires.
2001. Variabilidad de la anatomía económica en la llama. En: G. L. Mengoni Goñalons, D. E. Olivera y H. D. Yacobaccio (eds.) *El uso de los camélidos a través del tiempo*, pp. 145-153. Buenos Aires.
2007. Camelid management during Inca times in N. W. Argentina: models and archaeozoological indicators. *Anthropozoologica* 42 (2): 129-141. Paris, Publications Scientifiques du Muséum National d'Histoire Naturelle.
2008. Camelids in ancient Andean societies: A review of the zooarchaeological evidence. *Quaternary International* 185: 59-68.
- Mengoni Goñalons, G. L. y H. D. Yacobaccio
2006. The domestication of South American camelids. A view from the South-Central Andes. En: M. A. Zeder, D. G. Bradley, E. Emshwiller, B. D. Smith (eds.). *Documenting domestication. New Genetic and Archaeological Paradigms*, pp. 228-244. University of California Press.
- Merlino, R. J. y M. A. Rabey
1983. Pastores del Altiplano Andino Meridional: religiosidad, territorio y equilibrio ecológico. *Allpanchis* 18: 149-171.
- Miller, G. R.
1979. *An introduction to the ethnoarchaeology of the Andean camelids*. Tesis doctoral. University of California. Berkeley.
- Morales, M. R.
Arqueología ambiental del Holoceno temprano y medio en la Puna Seca argentina. Modelos paleoambientales multi-escala y sus implicancias para la Arqueología de cazadores-recolectores. Tesis doctoral. Facultad de Filosofía y Letras. Universidad de Buenos Aires.

Mosca Torres, M.E. y S. Puig

2010. Seasonal diet of vicuñas in the Los Andes protected area (Salta, Argentina): Are they optimal foragers? *Journal of Arid Environments* 74 (4): 450-457.

Murra, J.

[1972] 1975. El control vertical de un máximo de pisos ecológicos en la economía de las sociedades andinas. En: *Formaciones económicas y políticas del mundo Andino*. Lima, Instituto de Estudios Peruanos.

1985a. "El archipiélago vertical" revisited. En: S. Masuda, I. Shimada y C. Morris (eds.) *Andean Ecology and Civilization*, pp. 3-13. University of Tokyo Press.

1985b. The limits and limitations of the "Vertical Archipiélago" in the Andes. En: S. Masuda, I. Shimada y C. Morris (eds.) *Andean Ecology and Civilization*, pp. 15-20. University of Tokyo Press.

Muscio, H.

1998/1999. Tendencias en la variabilidad ambiental de la Puna Argentina: Implicancias para la Ecología Humana Prehistórica y para los Paisajes Arqueológicos. *Cuadernos del Instituto Nacional de Antropología y Pensamiento Latinoamericano* 18:271-296.

2004. *Dinámica Poblacional y Evolución Durante el Período Agroalfarero Temprano en el Valle de San Antonio de los Cobres, Puna de Salta, Argentina*. Tesis Doctoral, Facultad de Filosofía y Letras, Universidad de Buenos Aires.

2009. El Formativo es una unidad de análisis inadecuada en la arqueología evolutiva del NOA. En: M. Cardillo y G. López (eds.) *Arqueología y Evolución. Teoría, métodos y casos de análisis en arqueología evolutiva*, pp. 90-102. Buenos Aires.

Nasti, A.

1993. Etnoarqueología de los residuos humanos: Análisis de estructura de sitio en asentamientos de pastores de la Puna meridional argentina. *Arqueología* 3: 9-39.

Newsome, S.D., D.L. Phillips, B.J. Cullerton, T.P. Guilderson y P.L. Koch

2004. Dietary reconstruction of an early to middle Holocene human population from the central California coast: insights from advanced stable isotope mixing models. *Journal of Archaeological Science* 31: 1101-1115.

Nielsen, A. E.

1997. El tráfico caravanero visto desde la Jara. *Estudios Atacameños* 14: 339-371

2000. *Andean Caravans: An Ethnoarchaeology*. Tesis Doctoral, University of Arizona, Tucson.

2001. Ethnoarchaeological Perspectives on Caravan Trade in the South-Central Andes. En: L. Kuznar (ed.) *Ethnoarchaeology of Andean South America: Contributions to Archaeological Method and Theory*, pp.163-201. University of Michigan Press, Ann Arbor.

Núñez, L.

1981. Asentamientos de cazadores tardíos en la Puna de Atacama: hacia el sedentarismo. *Chungara* 8:137-168.

Núñez, L. y T. Dillehay

[1978] 1995. *Movilidad giratoria, armonía social y desarrollo en los Andes Meridionales: patrones de tráfico e interacción económica*. Antofagasta, Universidad del Norte.

1988. Camelids, Caravans and Complex Societies. En: *Recent Studies in Pre-Columbian Archaeology, BAR International Series 421*. Oxford, England.

Núñez L. y C. S. Santoro.

1988. Cazadores de la puna seca y salada del área centro-sur Andina (Norte de Chile). *Estudios Atacameños* 9: 11-60.

Olivera, D. E.

1988. La opción productiva: apuntes para el análisis de Sistemas Adaptativos de tipo Formativo del Noroeste Argentino. Precirculados de Simposios del IX Congreso Nacional de Arqueología Argentina, pp. 83-101. Buenos Aires.

1991. El 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 IX Congreso Nacional de Arqueología Chilena* 2: 61-78. Chile, Sociedad Chilena de Arqueología.

1992. *Tecnología y estrategias de adaptación en el Formativo (Agro-Alfarero Temprano) de la Puna Meridional Argentina. Un caso de estudio: Antofagasta de la Sierra (pcia. de Catamarca, R.A.)*. Tesis de Doctorado. Universidad Nacional de la Plata.

1997. La importancia del Recurso Camelidae en la Puna de Atacama entre los 10.000 y 500 años A.P. *Estudios Atacameños. Tomo Especial dedicado al II Taller Binacional de Interacción entre el NOA y el Norte Chileno*, 14: 29-41. San Pedro de Atacama, Chile.

2001a. Perfil etario y rendimiento económico de *Lama glama*. En: G. L. Mengoni Goñalons, D. E. Olivera y H. D. Yacobaccio (eds.) *El uso de los camélidos a través del tiempo*, pp. 179-202. Buenos Aires.

2001b. Sociedades Agropastoriles Tempranas: El Formativo Inferior del Noroeste Argentino. En: E. Berberían y A. Nielsen (eds.) *Historia Argentina Prehispánica*, pp. 83-126. Brujas, Córdoba.

Olivera, D. E. y D. C. Elkin

1994. De cazadores y pastores: El proceso de domesticación de camélidos en la Puna Meridional Argentina. En: Grupo de zooarqueología de camélidos: D. C. Elkin, C. Madero, G. L. Mengoni Goñalons, D. E. Olivera, M. C. Reigadas y H. D. Yacobaccio (eds.) *Zooarqueología de camélidos* 1, pp. 95-124.

Olivera, D. y H. D. Yacobaccio

1999. Estudios de paleodieta en poblaciones humanas de los Andes del Sur a través de isótopos estables. Trabajo presentado al V Congreso Nacional de Paleopatología, Alcalá La Real, Jaén.

Otonello de García Reinoso, M. y B. Ruthsatz

1982. Environment, human settlement and agriculture in the Puna de Jujuy. A case study of land-use change. *Mountain research and Development* 2(1): 111-126.

Panarello, H. O. y J. Fernández

2002. Stable carbon isotope measurements on hair from wild animals from altiplanic environments of Jujuy. *Radiocarbon* 44: 709-716.

- Panarello, H.O., S.A. Valencio y J. Schobinger
2003. Comparison of carbon isotope variations on hair of two Inca mummies from Chuscha and Aconcagua mounts, Argentina. *IV South American Symposium on Isotope Geology*, Short Papers 1: 100-103.
- Panarello, H.O., A.F. Zangrando, A. Tessone, L.F. Kozameh y N. Testa
2006. Análisis comparativo de paleodietas humanas entre la región del canal Beagle y Península Mitre: perspectivas desde los isótopos estables. *Magallania* 34 : 37-46.
- Pate, F. D.
1994. Bone chemistry and paleodiet. *Journal of Archaeological Method and Theory* 1: 161-209.
1997. Bone chemistry and paleodiet: reconstructing prehistoric subsistence-settlement systems in Australia. *Journal of Anthropological Archaeology* 16: 103-120.
- Pate F. D. y A. H. Noble
2000. Geographic distribution of C₃ and C₄ grasses recorded from stable carbon isotope values of bone collagen of South Australian herbivores. *Australian Journal of Botany* 48: 203-207.
- Peterson, B. J. y B. Fry
1987. Stable isotopes in ecosystem studies. *Annual Review of Ecology and Systematics* 18: 293-320.
- Politis, G., C. Scabuzzo y R.H. Tykot
2009. An approach to prehispanic diets in the Pampas during the early/middle Holocene. *International Journal of Osteoarchaeology* 19: 266-280.
- Post, D.M., C.A. Layman, D.A. Arrington, G. Takimoto, J. Quattrochi y C.G. Montaña
2007. Getting to the fat of the matter: models, methods and assumptions for dealing with lipids in stable isotope analyses. *Oecologia* 152: 179-189.
- Price, T.D., W.D. Middleton, y L. Manzanilla
2000. Immigration and the ancient city of Teotihuacan in Mexico: a study using strontium isotope ratios in human bone and teeth. *Journal of Archaeological Science* 27: 903-13.
- Puig, S. y F. Videla
1995. Comportamiento y organización social del guanaco. En: S. Puig (ed.) *Técnicas para el manejo del Guanaco*. Capítulo 7: 97-118. UICN, Gland, Suiza.
2000. Dinámica Poblacional y Uso del Hábitat por el Guanaco. En: B. González; F. Bas; C. Tala y A. Iriarte (eds.) *Manejo Sustentable de la Vicuña y el Guanaco*: 57-65. Santiago, Servicio Agrícola y Ganadero.
- 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 (3): 291-308.
- Puig, S., F. Videla, S. Monge, y V. Roig

1996. Seasonal variations in guanaco diet (*Lama guanicoe* Müller 1776) and food availability in Northern Patagonia, Argentina. *Journal of Arid Environments* 34: 215-224.

Rabey, M. A.

1989 Are llama-herders in the South Central Andes true pastoralists? En: J. Clutton-Brock (ed.) *The walking larder: patterns of domestication, pastoralism and predation*. Pp. 269-276. London: Unwin Hyman.

Redman, C.

1990. *Los orígenes de la civilización. Desde los primeros agricultores hasta la sociedad urbana del Próximo Oriente*. Crítica, Barcelona.

Reid R. S., K. A. Galvin y R. L. Kruska

2008. Global significance of extensive grazing lands and pastoral societies: an introduction. En: K A Galvin, R S Reid, R H Behnke y N T Hobbs (eds.) *Fragmentation in Semi-Arid and Arid Landscapes*. Pp 1-24. Springer, Dordrecht, The Netherlands.

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. *Zooarqueología de Camélidos*, 1: 125-154. Grupo de Zooarqueología de Camélidos, Buenos Aires.

Robinson, T.F., M. Sponheimer, B.L. Roeder, B. Passey, T.E. Cerling, M.D. Dearing y J.R. Ehleringer

2006. Digestibility and nitrogen retention in llamas and goats fed alfalfa, C₃ grass, and C₄ grass hays. *Small Ruminant Research* 64: 162-168.

Rostworowski

[1977] 1989. *Costa peruana hispánica*. Instituto de estudios peruanos. Lima.

Ruthsatz B. y C. Movia

1975. *Relevamiento de las estepas andinas del noreste de la provincia de Jujuy*. FECYT. Argentina.

Salomon, F.

1985. The dynamic potential of the complementarity concept. En: S. Masuda, I. Shimada y C. Morris (eds.) *Andean Ecology and Civilization*, pp. 511- 531. University of Tokyo Press.

Salzman, P. C.

1996. Peasant pastoralism. En: U. Fabietti y P. C. Salzman (eds) *The Anthropology of Tribal and Peasant Pastoral Societies: The Dialectics of Social Cohesion and Fragmentation*, pp. 149-83. IBIS Publishers.

2004. *Pastoralists: Equality, Hierarchy, and the State*. Oxford: Westview Press.

Samec, C. T.

En prensa. Variabilidad dietaria en camélidos de la Puna: un modelo actual a partir de la evidencia isotópica. *Actas de las Octavas Jornadas de Jóvenes Investigaciones en Ciencias Antropológicas del Instituto Nacional de Antropología y Pensamiento Latinoamericano*. Buenos Aires, Argentina.

Samec, C, A. Tessone, E. Gallegos y H.O. Panarello
2010. Lipids' influence on Carbon isotopic signals from collagen samples of terrestrial herbivores. *VII SSAGI South American Symposium on Isotope Geology*. Brasilia, Brasil.

Santoro, C. y L. Núñez
1987. Hunters of the Dry Puna and the Salt Puna in northern Chile. *Andean Past* 1: 57-109. Cornell University.

Schoeninger, M. J.
1995. Stable isotope studies in human evolution. *Evolutionary Anthropology* 4 (3): 83-98.

Schoeninger, M. J. y M. J. DeNiro
1983. Nitrogen and carbon isotopic composition of bone collagen from marine and terrestrial animals. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 48: 625-639.

Schutkowski, H.
2006. *Human Ecology: biocultural adaptations in human communities*. Springer, Berlin Heidelberg, Germany

Sealy, J. C. y N. J. van der Merwe
1986. Isotope assessment and seasonal-mobility hypothesis in the South-Western Cape, South Africa. *Current Anthropology* 27 (2): 135-150.
1988. Social, spatial and chronological patterning in marine food use as determined by $\delta^{13}\text{C}$ measurements of Holocene human skeletons from the South-Western Cape, South Africa. *World Archaeology* 20 (1): 87-102.

Smith, E.A.
2000. Three styles in the evolutionary study of human behavior. En: L. Cronk, W. Irons y N. Chagnon *Human Behavior and Adaptation: An Anthropological Perspective*, pp. 27-46. Aldine de Gruyter, Hawthorne.

Sotiropoulos, M.A., W.M. Tonn y L.I. Wassenaar
2004. Effects of lipid extraction on stable carbon and nitrogen isotope analyses of fish tissues: potential consequences for food web studies. *Ecology of Freshwater Fish* 13: 155-160.

Tarragó, M.
1996 El Formativo en el Noroeste Argentino y el alto valle Calchaquí. *Actas y Memorias del XI Congreso Nacional de Arqueología Argentina*. Pp. 103-119. Revista del Museo de Historia de San Rafael 23 (1/4), Mendoza.

Tessone, A.

2010. *Arqueología y Ecología Isotópica. Estudio de isótopos estables de restos humanos del Holoceno tardío en Patagonia meridional*. Tesis doctoral. Facultad de Filosofía y Letras. Universidad de Buenos Aires. M. S.

Tessone, A. y J. B. Belardi

2010. Evaluación del $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$ en el colágeno de herbívoros de las cuencas de los lagos Tar y San Martín (provincia de Santa Cruz, Patagonia). En: *Zooarqueología a Principios del Siglo XXI. Aportes Teóricos, Metodológicos y Casos de Estudio*. Editorial Espinillo, Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

Tessone, A., A.F. Zangrando, G. Barrientos, R.A. Goñi, H.O. Panarello y M. Cagnoni

2009. Stable isotope studies in the Salitroso Lake basin (Southern Patagonia, Argentina): assessing diet of Late Holocene hunter-gatherers. *International Journal of Osteoarchaeology* 19: 297-308.

Tessone, A., A. F. Zangrando, G. Barrientos, S. Valencio, H. Panarello y R. Goñi

2005. Isótopos estables del carbono en Patagonia Meridional: datos de la Cuenca del Salitroso (Provincia de Santa Cruz, República Argentina). *Magallania* 33(2): 21-28.

Tichit M. y D. Genin

1997. Factors affecting herd structure in a mixed camelid–sheep pastoral system in the arid Puna of Bolivia. *Journal of Arid Environments* 36:167–180.

Tieszen, L.L.

1991. Natural variations in the carbon isotope values of plants: implications for archaeology, ecology, and paleoecology. *Journal of Archaeological Science* 18: 227-248.

1994. Stable isotopes on the Plains: Vegetation analyses and diet determinations. En: DW Owsley y RL Jantz (eds) *Skeletal Biology in the Great Plains: A Multidisciplinary View*. Pp. 261-282. Smithsonian Press.

Tomka, S. A.

1992. Vicuñas and Llamas: Parallels in behavioral ecology and implications for the domestication of Andean camelids. *Human ecology* 20: 407-431.

Tykot, R. H.

2004. Stable Isotopes and Diet: You Are What You Eat. En: M. Martini, M. Milazzo & M. Piacentini (eds.). *Physics Methods in Archaeometry. Proceedings of the International School of Physics "Enrico Fermi" Course CLIV*, 433-444. Bologna, Italy. Società Italiana di Fisica.

Tykot, R. H., R. Burger y N. J. van der Merwe

2006. The Importance of Maize in Initial Period and Early Horizon Peru. En: J.E. Staller, R.H. Tykot y B.F. Benz (eds.), *Histories of Maize: Multidisciplinary Approaches to the Prehistory, Linguistics, Biogeography, Domestication, and Evolution of Maize*, pp. 187-197. Academic Press.

Ugan, A., J. Coltrain y D. Byers

2010. Variación de $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$ en liebres (*Lepus californicus*) del desierto y precordillera de la Gran Cuenca Oriental: implicaciones en la dieta y paleoclima. En:

Zooarqueología a principios del siglo XXI. Aportes teóricos, metodológicos y casos de estudio, pp. 167-176. Editorial del Espinillo, Buenos Aires.

Van der Merwe, N. J., R. H. Tykot, N. Hammond y K. Oakberg

2000. Diet and animal husbandry of the Preclassic Maya at Cuello, Belize: isotopic and zooarchaeological evidence. En: S. H. Ambrose & M. A. Katzenberg (eds.), *Biogeochemical Approaches to Paleodietary Analysis*, pp. 23-38. Kluwer Academic/Plenum Publishers.

Vilá, B.

2000. Comportamiento y organización social de la vicuña. En: B. González, F. Bas, C. Tala y A. Iriarte (eds.) *Manejo Sustentable de la Vicuña y el Guanaco*, pp 209-191. Imp. L. Flores, Santiago.

Vilá, B.L. y M.H. Cassini

1994. Time allocation during the reproductive season in vicuñas. *Ethology*, 97: 226-235.

Vogel, J.C. y N.J. van der Merwe

1977. Isotopic evidence for early maize cultivation in New York State. *American Antiquity* 42: 238-242.

Weber, A.W., D.W. Link y M.A. Katzenberg

2002. Hunter-Gatherer Culture Change and Continuity in the Middle Holocene of the Cis-Baikal, Siberia. *Journal of Anthropological Archaeology* 21: 230-299.

Wheeler, J. C.

1985. De la chasse a l'élevage. En: D. Lavallée, M. Julián, J. Wheeler y C. Karlin (eds.) *Telermachay. Chasseurs et pasteurs Préhistoriques des Andes I*, pp. 61-79. Editions Reserches sur les Civilizations, ADPF. Paris.

1991. Origen, evolución y status actual. En: Fernández-Baca S (ed) *Avances y perspectivas en el conocimiento de los camélidos sudamericanos* pp. 11-48. Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe, Santiago, Chile.

1993. *The domestic South American Camelidae: Past, Present and Future*. Paper presented at the European symposium on South American Camelids. Bonn.

1995. Evolution and Present Situation of the South American Camelidae. *Biological Journal of the Linnean Society* 54:271-295.

1998. Evolution and origin of the domesticated camelids. *Alpaca Registry Journal* 3: 1-16.

2006. Historia natural de la vicuña. En: B. Vilá (ed.) *Investigación, conservación y manejo de vicuñas Proyecto MACS*, pp. 25-35. Buenos Aires.

Wheeler, J. C., C. R. Cardoza, y D. Pozzi-Escot.

1977. Estudio provisional de la fauna de las capas II y III de Telarmachay. *Revista Nacional de Lima* 43: 97-102.

Willey, G. y P. Phillips

1958. *Method and Theory in American Archaeology*. Chicago, University of Chicago Press.

Wilson, A. S., T. Taylor, M. C. Ceruti, J. A. Chavez, J. Reinhard, V. Grimes, W. Meier-Augenstein, L. Cartmell, B. Stern, M. P. Richards, M. Worobey, I. Barnes y M. T. P. Gilbert

2007. Stable isotope and DNA evidence for ritual sequences in Inca child sacrifice. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 104 (42): 16456-16461.

Wing, E.

1972. Utilization of animal resources in the Peruvian Andes. En: I. Seiichi y K. Terada (eds.) *Andes 4: Excavations at Kotosh, Peru 1963 and 1964*, pp. 327-351. Tokyo University.

1977. Animal domestication in the Andes. En: C. A. Reed (ed.) *Origins of agriculture*, pp. 837-859. The Hague: Mouton.

1986. Domestication of Andean mammals. En: F. Viulleumier and M. Monasterio (eds.) *High altitude tropical biogeography*, pp. 246-264. New York: Oxford University Press.

Winterhalder, B., F. Lu y B. Tucker.

1999. Risk-Sensitive Adaptive Tactics: Models and Evidence from Subsistence Studies in Biology and Anthropology. *Journal of Archaeological Research* 7(4): 301-348.

Winterhalder, B., y R. B. Thomas

1978. *Geoecology of Southern Highland Peru: A Human Adaptation Perspective*. Institute of Arctic and Alpine Research, University of Colorado, Boulder. Occasional Paper No. 27.

Wylie, A.

1989. Archaeological cables and tacking: the implications for practice for Bernstein's "Options beyond objectivism and relativism". *Philosophy of Social Science* 19: 1-18.

1992. The interplay of evidential constraints and political interests: recent archaeological research on gender. *American Anthropologist* 57:15-35.

Yacobaccio, H. D.

1994. Biomasa animal y Consumo en el Pleistoceno-Holoceno Surandino. *Arqueología* 4: 43-71. Buenos Aires, Inst. Cs. Antropológicas, UBA.

1996. Sociedad y ambiente en el NOA precolombino. En: *El Hombre y su Tierra*, pp: 26-38. Buenos Aires.

2001a. Cazadores complejos y domesticación de camélidos. En: G. L. Mengoni Goñalons, D. E. Olivera y H. D. Yacobaccio (eds.) *El uso de los camélidos a través del tiempo*, pp. 261-282. Buenos Aires.

2001b. La domesticación de camélidos en el Noroeste Argentino. En: E. Berberían y A. Nielsen (eds.) *Historia Argentina Prehispánica* 1: 7-40. Brujas, Córdoba.

2003. Procesos de intensificación y de domesticación de camélidos en los Andes Centro-Sur. *Memorias del Tercer Congreso Mundial sobre Camélidos* 1: 211-216. Potosí, Bolivia.

2004. Social dimensions of camelid domestication in the Southern Andes. *Anthropozoologica* 39 (1): 237-247. Paris, Publications Scientifiques du Muséum National d'Histoire Naturelle.

2007. Andean camelid herding in the South Andes: ethoarchaeological models for archaeozoological research. *Anthropozoologica* 42 (2): 143-154. Paris, Publications Scientifiques du Muséum National d'Histoire Naturelle.

Yacobaccio, H., D. Elkin y D. Olivera

1994. ¿El fin de las sociedades cazadoras?: El proceso de domesticación animal en los Andes Centro-Sur. *Arqueología Contemporánea* 5, Edición Especial: "Arqueología de Cazadores-Recolectores" (L. Borrero y L. Lanata comp.), pp. 23-32. Buenos Aires.

Yacobaccio, H. D. y C. M. Madero

1992. Zooarqueología de Huachichocana III (Jujuy, Argentina). *Arqueología* 2: 149-188.

2001. Ethnoarchaeology of a pastoral settlement of the Andean Plateau: An investigation of archaeological scale. En: L. A. Kuznar (ed.) *Ethnoarchaeology of Andean South America*. International Monographs in Prehistory, Ethnoarchaeological Series 4.

Yacobaccio, H. D., C. M. Madero y M. P. Malmierca

1998. *Etnoarqueología de Pastores Surandinos*. Grupo Zooarqueología de camélidos. Buenos Aires.

Yacobaccio, H. D., C. M. Madero, M. P. Malmierca y M. del C. Reigadas

1997. Isótopos estables, dieta y estrategia de pastoreo. *Arqueología* 7: 105-109.

1997-1998. Caza, domesticación y pastoreo de camélidos en la Puna Argentina. *Relaciones de la Sociedad Argentina de Antropología* XXII-XXIII: 389-418.

Yacobaccio, H. D., C. M. Madero, y M. del C. Reigadas

2001. Inhumación de una cabeza aislada en la Puna Argentina. *Chungará (Arica)* 33(1): 79-82.

Yacobaccio H. D., M. R. Morales y C. T. Samec

2009. Towards an isotopic ecology of herbivory in the Puna ecosystem: new results and patterns in *Lama glama*. *International Journal of Osteoarchaeology* 19 (2): 144-155.

Yacobaccio, H. D., M. P. Catá, M. R. Morales, P. Solá, M. S. Alonso, M. Rosenbusch, C. Vázquez, C. T. Samec, B. I. Oxman y M. Cáceres

En prensa. El uso de cuevas por pastores andinos: el caso de Cueva Quispe (Susques, Puna de Jujuy). En: H. Muscio y G. López (eds.) *Arqueología en las Tierras Altas de Argentina. Evolución y Cambio Cultural*. British Archaeological Reports (BAR). Editorial John Hedges. Oxford.

Hugo D. Yacobaccio, Celeste T. Samec y María Paz Catá

2010. Isótopos estables y zooarqueología de camélidos en contextos pastoriles de la puna (Jujuy, Argentina). En: *Zooarqueología a principios del siglo XXI. Aportes teóricos, metodológicos y casos de estudio*. Editorial del Espinillo, Buenos Aires.

Yesner, D.R., M.J.F. Torres, R.A. Guichon y L.A. Borrero

1991. Análisis de isótopos estables de esqueletos humanos: confirmación de Patrones de subsistencia etnográficos para Tierra del Fuego. *Shincal* 3, 182-191.

Zangrando, A. F., A. Tessone, S. Valencio, H. Panarello, M. E. Mansur y M. Salemme

2004. Isótopos estables y dietas humanas en ambientes costeros. En: M. J. F. Ortega *et al.* (eds.) *Avances en Arqueometría*, pp. 91-97. Servicio de publicaciones, Universidad de Cádiz.

Apéndice

Tabla A 1

Vegetales de los que se conoce la vía fotosintética empleada, clasificados en categorías simples (herbáceas, arbustos y cactáceas) consumidos por vicuñas, guanacos y llamas de la Puna, acompañados de algunos de los valores $\delta^{13}\text{C}$ correspondientes.

(Según: Arzamendia y Vilá 2006, Benítez *et al.* 2006, Borgnia *et al.* 2008, 2010, Fernández *et al.* 1991, Fernández y Panarello 1999-2001a, 1999-2001b, Llano 2009, Mosca Torres y Puig 2009, Yacobaccio *et al.* 1998).

Especie	Tipo	Nombre vulgar	Vía fotosintética	$\delta^{13}\text{C}$
<i>Acantholippia deserticola</i>	arbusto	rica rica	C ₃	-
<i>Acantholippia salsoloides</i>	arbusto	rica rica	C ₃	-
<i>Adesmia cytisoides</i>	arbusto	-	C ₃	-25,5
<i>Adesmia horrida</i>	arbusto	añagua	C ₃	-
<i>Adesmia horridiuscula</i>	arbusto	añagua gruesa	C ₃	-
<i>Adesmia senticola</i>	arbusto	-	C ₃	-
<i>Adesmia spinosissima</i>	arbusto	añagua delgada	C ₃	-24,8
<i>Aristida sp.</i>	herbácea	-	C ₄	-
<i>Baccharis acaulis</i>	herbácea	-	C ₃	-
<i>Baccharis boliviensis</i>	arbusto	chijua o romelillo	C ₃	-
<i>Baccharis incarum</i>	arbusto	lejía	C ₃	-24,1
<i>Baccharis polifolia</i>	arbusto	-	C ₃	-
<i>Bouteloa simplex</i>	herbácea	brama o peladilla	C ₄	-12,2
<i>Bromus catharticus</i>	herbácea	-	C ₃	-28,5
<i>Chondrosium simplex</i>	herbácea	-	C ₄	-
<i>Cortaderia rudiuscula</i>	herbácea	-	C ₃	-
<i>Cortaderia sp.</i>	herbácea	cortadera	C ₃	-
<i>Cotula mexicana</i>	herbácea	pasto cebadilla	C ₃	-27,8
<i>Deyeuxia brevifolia</i>	herbácea	-	C ₃	-
<i>Deyeuxia cabreræ</i>	herbácea	-	C ₃	-
<i>Deyeuxia larga o sp.</i>	herbácea	-	C ₃	-
<i>Deyeuxia polygama</i>	herbácea	-	C ₃	-
<i>Distichilis spp</i>	herbácea	pasto salado	C ₄	-
<i>Eleocharis spp</i>	herbácea	-	C ₃	-
<i>Ephedra breana</i>	arbusto	paraguay o pingo pingo	C ₃	-21,6

<i>Ephedra rupestris</i>	arbusto	-	C ₃	-
<i>Ephedra sp</i>	arbusto	pinco o tramontana	C ₃	-
<i>Eragrostis nigricans</i>	herbácea	-	C ₄	-13,8
<i>Eragrostis virescens</i>	herbácea	-	C ₄	-13,8
<i>Fabiana densa</i>	arbusto	tolilla alta o checar	C ₃	-
<i>Festuca argentiniensis</i>	herbácea	-	C ₃	-
<i>Festuca crysophylla</i>	herbácea	-	C ₃	-
<i>Festuca orthophylla</i>	herbácea	-	C ₃	-27,5
<i>Hordeum hallophyllum</i>	herbácea	-	C ₃	-
<i>Juncus cfr imbricatus</i>	herbácea	-	C ₃	-
<i>Juncus spp.</i>	herbácea	unquillo	C ₃	-
<i>Junellia seriphioides</i>	arbusto	-	C ₃	-23,3
<i>Maihueniopsis spp.</i>	cactácea	-	CAM	-13,1
<i>Muhlebergia atacamensis</i>	herbácea	-	C ₄	-
<i>Muhlebergia fastigiata</i>	herbácea	-	C ₄	-
<i>Muhlebergia peruviana</i>	herbácea	-	C ₄	-13,3
<i>Opuntia sp.</i>	cactácea	tuna o puscayo	CAM	-
<i>Panicum chloroleucum</i>	herbácea	-	C ₄	-
<i>Pennisetum chilense</i>	herbácea	-	C ₄	-10,6
<i>Poa annua</i>	herbácea	pasto blando	C ₃	-25,9
<i>Poa jujuyensis</i>	herbácea	suico	C ₃	-26,4
<i>Poa lilloi</i>	herbácea	ciénego	C ₃	-25
<i>Poa sp</i>	herbácea	-	C ₃	-
<i>Sarcocornia pulvinata</i>	herbácea	-	C ₃	-
<i>Senecio amphibolus</i>	arbusto	pecalar	C ₃	-
<i>Senecio filaginoides</i>	arbusto	-	C ₃	-
<i>Senecio graveolens</i>	arbusto	canchalagua o chachacoma	C ₃	-22,4
<i>Senecio punae</i>	arbusto	-	C ₃	-
<i>Senecio spp.</i>	arbusto	-	C ₃	-
<i>Senecio viridis</i>	arbusto	macu moru	C ₃	-
<i>Sporobolus rigens</i>	herbácea	carrizo	C ₄	-12,1
<i>Stipa frigida</i>	herbácea	-	C ₃	-
<i>Stipa sp.</i>	herbácea	-	C ₃	-
<i>Stipa vaginata</i>	herbácea	-	C ₃	-
<i>Tagetes multiflora</i>	herbácea	cebadilla	C ₃	-27,3
<i>Tarassa sp.</i>	herbácea	malva	C ₃	-23,5
<i>Trifolium amabile</i>	herbácea	paja blanda	C ₃	-25,5

Tabla A 2

Valores isotópicos $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ expresados en ‰, correspondientes a camélidos domésticos y silvestres de la Puna Jujeña, indicando localidad de obtención, altitud de la misma en msnm, parte esquelética y fuente de la que se ha extraído la información.

Localidad	Altitud	Especie	$\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$	Parte esquelética	Fuente
NE Puna	3550	<i>L. glama</i>	-13,8	Cráneo	Fernández y Panarello 1999-2001a
NE Puna	3550	<i>L. glama</i>	-18	Cráneo	Fernández y Panarello 1999-2001a
NE Puna	3550	<i>L. glama</i>	-19	Cráneo	Fernández y Panarello 1999-2001a
NE Puna	3600	<i>L. glama</i>	-14,1	-	Fernández <i>et al.</i> 1991
NE Puna	3600	<i>L. glama</i>	-16,8	RMI	Fernández y Panarello 1999-2001a
NE Puna	3600	<i>L. glama</i>	-17,7	RMI	Fernández y Panarello 1999-2001a
NE Puna	3700	<i>L. glama</i>	-16,8	-	Fernández <i>et al.</i> 1991
NE Puna	3750	<i>L. glama</i>	-18,3	Cráneo	Fernández y Panarello 1999-2001a
NE Puna	4000	<i>L. glama</i>	-19,6	RMI	Fernández y Panarello 1999-2001a
NE Puna	4000	<i>L. glama</i>	-20	Cráneo	Fernández y Panarello 1999-2001a
NE Puna	4000	<i>L. glama</i>	-20	Cráneo	Fernández y Panarello 1999-2001a
NE Puna	4000	<i>L. glama</i>	-20,3	Cráneo	Fernández y Panarello 1999-2001a
NE Puna	4000	<i>L. glama</i>	-21,2	RMD	Fernández y Panarello 1999-2001a
NE Puna	4000	<i>L. glama</i>	-21,6	Cráneo	Fernández y Panarello 1999-2001a
Lapao	3600	<i>L. glama</i>	-18,8	Fémur	Yacobaccio <i>et al.</i> 2009
Lapao	3600	<i>L. glama</i>	-18,4	Fémur	Yacobaccio <i>et al.</i> 2009
Lapao	3600	<i>L. glama</i>	-17,2	Fémur	Yacobaccio <i>et al.</i> 2009
Lapao	3600	<i>L. glama</i>	-17,2	Metatarso	Yacobaccio <i>et al.</i> 2009
Lapao	3600	<i>L. glama</i>	-17,0	Húmero	Yacobaccio <i>et al.</i> 2009
Lapao	3600	<i>L. glama</i>	-17,3	Húmero	Yacobaccio <i>et al.</i> 2009
Lapao	3600	<i>L. glama</i>	-18,1	Húmero	Yacobaccio <i>et al.</i> 2009
Lapao	3600	<i>L. glama</i>	-17,2	Radio	Yacobaccio <i>et al.</i> 2009
Lapao	3600	<i>L. glama</i>	-17,6	Metacarpo	Yacobaccio <i>et al.</i> 2009
Cieneguillas	3600	<i>L. glama</i>	-19,2	Falange	Yacobaccio <i>et al.</i> 2009
Cieneguillas	3600	<i>L. glama</i>	-18,6	Falange	Yacobaccio <i>et al.</i> 2009
Cieneguillas	3600	<i>L. glama</i>	-18,3	Falange	Yacobaccio <i>et al.</i> 2009
Lapao	3600	<i>L. glama</i>	-18,5	Falange	Yacobaccio <i>et al.</i> 2009
Agua Chica	3940	<i>L. glama</i>	-19,4	Hemimandíbula	Yacobaccio <i>et al.</i> 2009
Agua Chica	3940	<i>L. glama</i>	-19,5	Metatarso	Yacobaccio <i>et al.</i> 2009
Agua Chica	3940	<i>L. glama</i>	-19,9	Radio Ulna	Yacobaccio <i>et al.</i> 2009
Agua Chica	3940	<i>L. glama</i>	-19,2	Radio Ulna	Yacobaccio <i>et al.</i> 2010
Agua Chica	3940	<i>L. glama</i>	-19,3	Hemimandíbula	Yacobaccio <i>et al.</i> 2010
Agua Chica	3940	<i>L. glama</i>	-18,4	Maxilar	Yacobaccio <i>et al.</i> 2010
Agua Chica	3940	<i>L. glama</i>	-20	Metapodio	Yacobaccio <i>et al.</i> 2010
Agua Chica	3940	<i>L. glama</i>	-19,1	Metapodio	Yacobaccio <i>et al.</i> 2010

Agua Chica	3940	<i>L. glama</i>	-20,4	Metapodio	Yacobaccio <i>et al.</i> 2010
Agua Chica	3940	<i>L. glama</i>	-20	Radio Ulna	Yacobaccio <i>et al.</i> 2010
Agua Chica	3940	<i>L. glama</i>	-20,3	Falange 2	Yacobaccio <i>et al.</i> 2010
Agua Chica	3940	<i>L. glama</i>	-20,2	Radio Ulna	Yacobaccio <i>et al.</i> 2010
Vega del Taire	4020	<i>L. glama</i>	-19,3	Vértebra cervical	Yacobaccio <i>et al.</i> 2010
Tres Pozos	4300	<i>L. glama</i>	-19,8	Mandíbula	Yacobaccio <i>et al.</i> 2010
Tres Pozos	4300	<i>L. glama</i>	-20,1	Tibia	Yacobaccio <i>et al.</i> 2010
Tres Pozos	4300	<i>L. glama</i>	-19,9	Radio	Yacobaccio <i>et al.</i> 2010
Tres Pozos	4300	<i>L. glama</i>	-19,6	Fémur	Yacobaccio <i>et al.</i> 2010
Vilama	4700	<i>L. glama</i>	-22,8	Cráneo	Yacobaccio <i>et al.</i> 2010
Vilama	4700	<i>L. glama</i>	-20,7	Húmero	Yacobaccio <i>et al.</i> 2010
Vilama	4700	<i>L. glama</i>	-23,5	Escápula	Yacobaccio <i>et al.</i> 2010
Vilama	4700	<i>L. glama</i>	-22,7	Radio	Yacobaccio <i>et al.</i> 2010
NE Puna	4000	<i>L. guanicoe</i>	-19,3	RMD	Fernández y Panarello 1999-2001a
NE Puna	4000	<i>L. guanicoe</i>	-20,1	RMD	Fernández y Panarello 1999-2001a
NE Puna	4400	<i>L. guanicoe</i>	-19,4	RMD	Fernández y Panarello 1999-2001a
NE Puna	4500	<i>L. guanicoe</i>	-20,1	-	Fernández y Panarello 1999-2001b
NE Puna	4500	<i>L. guanicoe</i>	-19,6	RMD	Fernández y Panarello 1999-2001a
NE Puna	4500	<i>L. guanicoe</i>	-19	RMD	Fernández y Panarello 1999-2001a
NE Puna	4600	<i>L. guanicoe</i>	-19,1	RMD	Fernández y Panarello 1999-2001a
NE Puna	3550	<i>L. pacos</i>	-18,1	RMI	Fernández y Panarello 1999-2001a
NE Puna	3550	<i>L. pacos</i>	-19,1	RMI	Fernández y Panarello 1999-2001a
NE Puna	3550	<i>L. pacos</i>	-18,3	Cráneo	Fernández y Panarello 1999-2001a
NE Puna	3550	<i>L. pacos</i>	-18,5	Cráneo	Fernández y Panarello 1999-2001a
NE Puna	3600	<i>L. pacos</i>	-21,6	Cráneo	Fernández y Panarello 1999-2001a
NE Puna	3600	<i>L. pacos</i>	-18,2	Cráneo	Fernández y Panarello 1999-2001a
NE Puna	3550	<i>V. vicugna</i>	-15,8	RMI	Fernández y Panarello 1999-2001a
NE Puna	3550	<i>V. vicugna</i>	-16	RMD	Fernández y Panarello 1999-2001a
NE Puna	3550	<i>V. vicugna</i>	-16,3	RMI	Fernández y Panarello 1999-2001a
NE Puna	3550	<i>V. vicugna</i>	-17,1	RMD	Fernández y Panarello 1999-2001a
NE Puna	3550	<i>V. vicugna</i>	-16,8	Cráneo	Fernández y Panarello 1999-2001a
NE Puna	3700	<i>V. vicugna</i>	-18,7	RMI	Fernández y Panarello 1999-2001a
NE Puna	4000	<i>V. vicugna</i>	-19,1	RMD	Fernández y Panarello 1999-2001a
NE Puna	4000	<i>V. vicugna</i>	-19,6	RMD	Fernández y Panarello 1999-2001a
NE Puna	4000	<i>V. vicugna</i>	-19,6	RMD	Fernández y Panarello 1999-2001a
NE Puna	4000	<i>V. vicugna</i>	-19,1	RMD	Fernández y Panarello 1999-2001a
NE Puna	4200	<i>V. vicugna</i>	-19,6	RMD	Fernández y Panarello 1999-2001a
NE Puna	4500	<i>V. vicugna</i>	-20	-	Fernández y Panarello 1999-2001b
NE Puna	4500	<i>V. vicugna</i>	-20,4	RMD	Fernández y Panarello 1999-2001a
Tocomar	4400	<i>V. vicugna</i>	-19,9	Cráneo	Yacobaccio <i>et al.</i> 2010
Tocomar	4400	<i>V. vicugna</i>	-19,7	Cráneo	Yacobaccio <i>et al.</i> 2010
Tocomar	4400	<i>V. vicugna</i>	-20,4	Cráneo	Yacobaccio <i>et al.</i> 2010
Tocomar	4400	<i>V. vicugna</i>	-20,6	Cráneo	Yacobaccio <i>et al.</i> 2010
Tocomar	4400	<i>V. vicugna</i>	-19,9	Fémur	Yacobaccio <i>et al.</i> 2010

Tocomar	4400	<i>V. vicugna</i>	-19,5	Metatarso	Yacobaccio <i>et al.</i> 2010
Tocomar	4400	<i>V. vicugna</i>	-19,5	Metacarpo	Yacobaccio <i>et al.</i> 2010
Tocomar	4400	<i>V. vicugna</i>	-20,5	Radio	Yacobaccio <i>et al.</i> 2010
Salar de Olaroz	3480	<i>V. vicugna</i>	-15,4	Tibia	Samec en prensa
Abra Pampa	3480	<i>V. vicugna</i>	-14,6	Tibia	Samec en prensa
Abra Pampa	3480	<i>V. vicugna</i>	-17,9	Costilla	Samec en prensa
Abra Pampa	3480	<i>V. vicugna</i>	-15,3	Húmero	Samec en prensa
Tocomar	4400	<i>V. vicugna</i>	-20,6	Maxilar superior	Esta tesis
Tocomar	4400	<i>V. vicugna</i>	-20,4	Cráneo	Esta tesis
Tocomar	4400	<i>V. vicugna</i>	-20,1	Radio Ulna	Esta tesis
Tocomar	4400	<i>V. vicugna</i>	-20	Fémur	Esta tesis
Tocomar	4400	<i>V. vicugna</i>	-20,6	Cráneo	Esta tesis