

Isótopos estables y zooarqueología de camélidos en contextos pastoriles de la puna (Jujuy, Argentina)

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

RESUMEN

En este trabajo se conjugan los resultados de dos líneas de evidencia, la zooarqueología y la ecología isotópica, aplicadas al conjunto de restos óseos de camélidos provenientes del sitio Cueva Quispe (Susques, Jujuy). El objetivo es discutir el uso y la función del sitio en el sistema de asentamiento y las estrategias de subsistencia practicadas por sus ocupantes a lo largo de la secuencia de ocupación. Se evalúa la información taxonómica y anatómica del conjunto que nos permitirá establecer si la ingesta humana de carne estaba vinculada al consumo de animales domésticos o más bien a la caza de animales silvestres. A su vez, desde la información isotópica - $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$ - podremos inferir la composición vegetal de la dieta de los rebaños y las manadas con el fin de discutir el área en la que habrían pastado, considerando la relación entre la altitud y la estructura de la vegetación del ambiente ocupado. Estos datos nos permitirán concluir que los especímenes silvestres del conjunto (*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.

Palabras clave: isótopos estables; camélidos; pastores; Puna de Jujuy.

ABSTRACT

In this paper we present the results of the analysis of the bone assemblage from the archaeological site Cueva Quispe (Susques, Jujuy) from two lines of evidence: zooarchaeology and stable isotopes. Our goal is to discuss the function of the site within the settlement system and the subsistence strategies practiced by their occupants along the whole sequence of occupation. The anatomical and taxonomical information will allow us to elucidate whether meat consumption was connected to the eating of domesticated camelids or to the hunting of wild animals. At the same time, from the isotopic information - $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$ - we would be able to infer the vegetal composition of the herd's diet, considering the relationship between the altitude and the vegetal structure of the occupied environment. These evidences will allow us to conclude that wild specimens were obtained by a local exploitation strategy, while the domesticated ones were herded at less altitude areas.

Keywords: stable isotopes; camelids; herders; Puna de Jujuy.

INTRODUCCIÓN

Los isótopos estables constituyen una línea de investigación que permite, entre otras cosas, obtener información sobre la subsistencia humana en el pasado e identificar cambios en las estrategias de obtención de recursos (Pate 1994; Schoeninger 1995). Consideramos que la medición de valores isotópicos en tejidos de origen animal es un paso previo a la interpretación de los valores obtenidos en restos humanos (Schwarcz 1991) y permite a su vez enfocar nuevas problemáticas, como ser las estrategias de movilidad humana y de manejo de poblaciones animales en el pasado.

Aquí presentaremos valores de $\delta^{13}\text{C}$ y de $\delta^{15}\text{N}$ sobre colágeno óseo proveniente de contextos actuales y arqueológicos, los cuales se obtienen a través de la medición de la proporción de $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$

Hugo D. Yacobaccio. CONICET- Instituto de Arqueología, Facultad de Filosofía y Letras, UBA, 25 de Mayo 217 3er piso (1002) Buenos Aires, Argentina. E-mail: hdyacobaccio@gmail.com

Celeste T. Samec. Instituto de Arqueología, Facultad de Filosofía y Letras, UBA, 25 de Mayo 217 3er piso (1002) Buenos Aires, Argentina. E-mail: celestesamec@gmail.com

María Paz Catá. Instituto de Arqueología, Facultad de Filosofía y Letras, UBA, 25 de Mayo 217 3er piso (1002) Buenos Aires, Argentina. E-mail: mariapazcata@gmail.com

y $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$ respectivamente, y reflejan la composición isotópica de la ingesta (Pate 1994). Esta forma de aproximarnos a la problemática tiene como objetivo utilizar los valores isotópicos obtenidos en camélidos que habitan la Puna de Jujuy actualmente a fin extraer un patrón de uso del espacio que nos permita evaluar las estrategias de subsistencia y movilidad empleadas por las comunidades puneñas en el pasado.

El objetivo principal de este trabajo es discutir el uso y la función del sitio Cueva Quispe (Susques, Jujuy) en el sistema de asentamiento y las estrategias de subsistencia practicadas por sus ocupantes entre 2472 ± 33 AP y 1110 ± 60 AP. En primer lugar, realizamos un análisis taxonómico y anatómico del conjunto, evaluando la presencia de especies domésticas y silvestres y las abundancias relativas de las distintas partes esqueléticas, como una forma de establecer si el consumo humano de carne estaba vinculado al consumo de animales domésticos o bien a la caza de animales silvestres. Posteriormente y considerando la variedad de especies presentes determinadas a través de técnicas osteométricas, se seleccionó una muestra para la obtención de valores de $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$ a fin de compararlos con aquellos generados sobre colágeno óseo de camélidos actuales para determinar si las estrategias de pastoreo y movilidad de los pastores que habitaron Cueva Quispe se ajustan al modelo de movilidad generado a partir de los datos etnoarqueológicos.

AMBIENTE Y MODELO ETNOARQUEOLÓGICO

El área de Susques está localizada en una terraza aluvial a 3600 msnm cerca de la confluencia de los ríos Susques y Salado (Pastos Chicos) en la transición entre la Puna Seca y la Salada. Su morfología está conformada por un plateau de tobas ignimbríticas con una altura media de 3900 msnm, disectado por profundas quebradas y enmarcado por la sierra de Taire al oeste y la de Cobres al este. El clima es frío y seco, con precipitaciones estivales (Diciembre-Marzo) que promedian los 190 mm anuales. La temperatura media es de $7,5^{\circ}\text{C}$ y hay heladas todo el año. Es importante destacar que la variación anual en las precipitaciones es alta y puede alcanzar hasta un 60%. Las sequías son frecuentes y, a veces, duraderas; al menos, en uno de cada cuatro años hay una sequía severa donde llueve entre un 40 y un 45% por debajo del promedio. Debido a la altura sobre el nivel del mar, esta área presenta una alta amplitud térmica diaria (hasta 25°C) y una elevada evapotranspiración.

Se pueden definir tres comunidades vegetales principales en las cuales se alimentan los camélidos (Arzamendia *et al.* 2006; Borgnia *et al.* 2006; Cabrera 1976):

1. La estepa arbustiva (Tolar) dominada por *Parastrephia lepidophylla* y *Fabiana densa* con una baja proporción de herbáceas (5%). Esta es la zona de pastura más extensa en el área entre los 3500 y 4100 msnm.
2. La estepa herbácea (Pajonal) dominada por *Festuca* spp. y otros pastos, como *Poa* sp. situada entre los 4100 y los 4500 msnm.
3. Las vegas compuestas por pastos cortos, a veces conteniendo áreas inundadas con densos pastizales de *Deyeuxia* sp., y *Mulenbergia* sp. Son pequeñas áreas de 4-6 ha, localizadas tanto en las desembocaduras como en las cabeceras de pequeñas quebradas. En nuestra área de estudio estos parches están ubicados a los 3600/3700 msnm.

En los ecotonos (entre 4000 y 4200 msnm) hay estepas mixtas de arbustos y gramíneas. Todas estas tierras de pastoreo no son usadas de manera homogénea durante el ciclo anual de los pastores puneños. El pajonal y el ecotono tolar-pajonal son principalmente pasturas de invierno (estación seca), mientras que las vegas y tolares por debajo de los 3900 msnm son utilizados en verano (estación húmeda). Es nuestra hipótesis que el tolar, al igual que las vegas, presentaría una mayor abundancia de especies C_4 que el ecotono y el pajonal de altura mayor a los 4300 msnm. Esta hipótesis es objeto de un trabajo especial aún en curso.

Dado que los dos recursos animales principales que están representados en la Cueva Quispe a lo largo de su secuencia son las llamas y las vicuñas, evaluaremos los datos acerca de su alimentación y movilidad que nos servirá de guía para el análisis arqueológico.

La separación espacial y temporal en la disponibilidad de pasturas es manejada por los pastores movilizándolos a los rebaños. Como consecuencia de esta movilidad, el patrón de asentamiento es disperso sobre el paisaje. Por este motivo, pueden ser identificados dos tipos de asentamientos: (1) bases residenciales (*casas*) y (2) sitios temporarios (*estancias*). Las bases residenciales están localizadas cerca de cursos de agua o vegas. Son estructuras complejas con muchas habitaciones (cocinas, dormitorios, depósitos, etc.) y están ocupadas durante 7-8 meses, principalmente durante la

estación húmeda, aunque uno o más miembros del grupo familiar que no está directamente ligado al cuidado de los rebaños, viven allí de forma permanente. Durante la estación seca los rebaños son trasladados por los pastores por encima de los 3900 msnm, ocupando los sitios temporarios durante 3-4 meses. El uso de las pasturas, entonces, varía estacionalmente: durante el verano los rebaños se alimentan en las vegas y tolares a 3600 msnm y en invierno lo hacen en estepas mixtas y tolares por encima de 3900 msnm.

En cuanto a las vicuñas son casi exclusivamente pastoreadoras, dado que seleccionan gramíneas cortas y herbáceas, que representan el principal recurso alimenticio, y algunas suculentas; ramoneando tola (*Parastrephia* sp) sólo en época de sequía. Los grupos familiares en los que se agrupa esta especie están concentrados en los parches que presentan mayor cobertura vegetal, preferentemente asociados con fuentes de agua permanente y son estables, espacial y socialmente, durante todo el año. Los grupos de solteros se ubican en las áreas marginales o en territorios que han dejado vacantes temporalmente los grupos familiares cuando bajan a beber y son variables en cuanto a tamaño (Arzamendia 2008; Borgnia *et al.* 2006).

ISÓTOPOS ESTABLES

En este trabajo¹ se presentan valores de $\delta^{13}\text{C}$ obtenidos sobre colágeno de tejido óseo de camélidos actuales, tanto domésticos como silvestres, a fin de determinar las variables que inciden en el aporte proteico de la dieta de estos, tales como el gradiente altitudinal y/o el manejo humano en la selección de áreas de pastura. Hemos elegido el análisis isotópico sobre colágeno óseo como línea de investigación debido a que nuestro objetivo, en última instancia, es comparar estos valores con los provenientes de contextos arqueológicos en los que las mediciones sobre tejidos óseos constituyen la única posibilidad de estimar la dieta animal en el pasado.

Para la conformación de la muestra actual, el material óseo de los especímenes domésticos 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 los restos de los animales silvestres se consideraron los hábitos territoriales de las poblaciones actuales. En base a la información presentada por estudios previos (Fernández *et al.* 1991; Fernández y Panarello 1999-2001a) se espera que ambas poblaciones de camélidos (silvestres y domesticados), evidencien una amplia variabilidad en función de: a) la existencia de ambientes de distinta altitud y productividad vegetal diferencial en términos isotópicos y b) la distinción de las conductas territoriales y alimenticias de los rebaños domésticos en relación a las poblaciones silvestres (Borgnia *et al.* 2006; Yacobaccio 2001). Estas expectativas serán contrastadas a partir de la generación de valores de $\delta^{13}\text{C}$ sobre colágeno de vicuñas y llamas provenientes de áreas de distinta altitud asociadas a diferentes comunidades vegetales. Respecto al gradiente altitudinal y su manifestación en la alimentación de las poblaciones de camélidos, Fernández y Panarello (1999-2001a) mostraron una tendencia de empobrecimiento en los valores de $\delta^{13}\text{C}$ a medida que aumenta la altura, que sería resultado de una mayor contribución de especies C_3 , mientras que las poblaciones que pastan a menor altura presentan valores más enriquecidos debido a una alimentación en la que cobrarían mayor importancia los vegetales C_4 . Esta tendencia se explica en función de la distribución diferencial de las especies C_3 y C_4 de acuerdo a la altitud, que fuera postulada por los autores mencionados para la Puna jujeña (Fernández *et al.* 1991; Fernández y Panarello 1999-2001a y 1999-2001b). Datos publicados recientemente por Yacobaccio *et al.* (2009) apuntan en la misma dirección al identificar una correlación negativa entre la altitud y los valores isotópicos sobre colágeno óseo de llamas y vicuñas. Las vicuñas se ajustan más a una tendencia lineal ($r^2: 0,83$) que las llamas ($r^2: 0,65$), ya que estas últimas presentan una variabilidad mayor entre los 4000 y 4300 msnm, que corresponde aproximadamente a la zona ecotonal y también observamos algunos datos anómalos en los extremos que todavía no podemos explicar (Yacobaccio *et al.* 2009) (Figura 1).

A su vez, este trabajo presenta valores de $\delta^{13}\text{C}$ obtenidos sobre colágeno de vicuñas de distintos ambientes puneños, las cuales no están sujetas al manejo humano y, por lo tanto, deberían reflejar sus áreas territoriales. Como mencionamos más arriba, las vicuñas son sedentarias y pastorean en mosaicos de vegetación cercanos durante todo el año (Arzamendia 2008).

Es importante recalcar que esta parte del trabajo se dirige hacia la construcción de una ecología isotópica de la herbivoría en la Puna, que es un paso necesario para explicar los valores de isótopos estables obtenidos de material arqueológico (Yacobaccio *et al.* 2009).

Metodología

Los valores de $\delta^{13}\text{C}$ sobre elementos orgánicos como ser huesos, pelo y dientes, representan el aporte isotópico de la dieta y tienen su origen en la absorción de CO_2 por parte de los vegetales, los cuales pueden adoptar tres vías fotosintéticas diferentes: C_3 , C_4 y CAM. En función del camino adoptado, de la proporción 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 (Ambrose 1993; Schoeninger 1995). Relevantes para este trabajo resultan los valores promedio de las especies C_3 y C_4 , las primeras entre -19 y -35‰ con un promedio de -26.5‰ y las segundas entre -9 y -15‰ con una media en -12.5‰ (Ambrose 1993). La composición isotópica de los vegetales pasará a través de la ingesta al siguiente eslabón de la cadena trófica, que manifestará dichos valores enriquecidos (en aproximadamente 5‰) a causa del proceso de asimilación y promediados en función de la existencia de alimentos con señales isotópicas disímiles (Schoeninger 1995). Éste es el principio general que nos permite obtener información sobre el componente proteico de la dieta de poblaciones animales y humanas, a partir de la obtención de valores de $\delta^{13}\text{C}$ en el colágeno del hueso. De esto se desprende que de existir variaciones isotópicas en la cobertura vegetal entre dos áreas particulares obtendremos valores diferentes para los herbívoros y para todos los eslabones siguientes en la cadena trófica. Vale aclarar que dado que la tasa de regeneración de tejidos como el colágeno es particularmente lenta, los valores isotópicos aportan información sobre los patrones de alimentación y territorialidad en una escala temporal amplia (Pate y Noble 2000).

Considerando los isótopos del N, las plantas terrestres lo obtienen de distintas fuentes, principalmente del N_2 presente en el suelo, resultando en valores de $\delta^{15}\text{N}$ comprendidos entre -2 y 6‰ (Pate 1994). Distintos autores mencionan la existencia de un enriquecimiento de 3-4‰ a medida que se asciende en la cadena trófica, siendo los valores promedio en mamíferos terrestres de 5,7‰ sobre colágeno óseo (Ambrose 1993, Pate 1994). Es importante destacar que los herbívoros que habitan en zonas áridas presentan valores más enriquecidos de $\delta^{15}\text{N}$ respecto de sus conespecíficos que ocupan zonas templadas, registrándose en las primeras un fraccionamiento de hasta 6‰ en el pasaje de un eslabón de la cadena trófica al siguiente (Sillen *et al.* 1989). Estudios realizados en el E y S de África indican la existencia de una correlación negativa entre los valores de $\delta^{15}\text{N}$ y las precipitaciones anuales y la altitud (Ambrose 1993). Esto se debe a un mayor contenido de nitratos en los suelos salinos característicos de estos ambientes y también está vinculado a las adaptaciones fisiológicas de los herbívoros que deben enfrentar condiciones más áridas (Pate 1994). Al mismo tiempo aquellos herbívoros que toleran mejor la sequía presentan valores más positivos que los bebedores obligados del mismo ambiente (Sillen *et al.* 1989).

Técnicas de laboratorio

Para la realización de las mediciones isotópicas en el INGEIS, tanto sobre el material actual como sobre el arqueológico, se seleccionaron huesos con tejidos densos, preferentemente diáfisis, que presentaran un buen estado de conservación y no se encontraran termoalterados. 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 destinada a remover la superficie del hueso, susceptible de encontrarse alterada al interactuar con el sustrato, acompañada de lavados ultrasónicos. Luego, tuvo lugar la eliminación de ácidos húmicos -con hidróxido de sodio al 0,1 M durante 24 horas-, previa y posteriormente a la desmineralización del hueso. Para la obtención del colágeno, el hueso fue desmineralizado en ácido clorhídrico al 2% durante 72 horas. Luego la muestra fue combustionada, acompañada de V_2O_5 durante 8 horas a una temperatura de 550 °C para obtener CO_2 que fue luego purificado criogénicamente. Finalmente la medición de las relaciones isotópicas ($\delta^{13}\text{C}/\delta^{12}\text{C}$) se realizó en un espectrómetro de masas Finnigan MAT de triple colector.

Al mismo tiempo las muestras arqueológicas fueron enviadas al Laboratory of Environmental Isotopes de la Universidad de Waterloo en Canadá, a fin de replicar las mediciones de $\delta^{13}\text{C}$ obtenidas en INGEIS y efectuar el análisis de $\delta^{15}\text{N}$ para observar como se correlacionan con las anteriores. Sin embargo, este laboratorio utiliza una técnica diferente que la que hemos empleado en el INGEIS para extraer el colágeno de las muestras y medir la relación $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$, por lo que los valores debieron ser corregidos sumándoles la cantidad de 0.6‰ para ser comparados con los demás (ver Cormie *et al.* 1994; Cormie y Schwarcz 1996 para aclaración del método).

LA CUEVA QUISPE

La cueva, ubicada a los 23° 16' 25" S y 66° 27' 39" W, está emplazada en un farallón de toba ignimbrítica dacítico riodacítica (Formación Zapaleri) en un ambiente desértico con vegetación de transición entre el tolar y el pajonal (Cabrera 1976). Tiene en total 14.5 m de ancho por 8 m de profundidad. Hasta ahora se han excavado 5.6 m² con cierta dificultad a raíz de la gran cantidad de bloques caídos. La descripción de las capas y los fechados radiocarbónicos se muestran en la Tabla 1.

La evidencia arqueológica del sitio sugiere que los pastores que habitaron Cueva Quispe a lo largo de su secuencia de ocupación desarrollaron una estrategia de movilidad que

involucraba distintos sitios con altitudes variables, determinada por la utilización complementaria de ambientes contiguos en el espacio en función de la productividad diferencial de pasturas, de forma análoga al modelo etnoarqueológico que se detalló más arriba. Según las implicancias de este modelo y de los resultados del análisis de la evidencia arqueológica, la ocupación prehistórica de la cueva Quispe puede ser interpretada como un puesto temporal de altura con actividades restringidas y con buena representación de las prácticas de caza de camélidos silvestres.

A continuación, resumiremos los resultados pertinentes del estudio de las arqueofaunas del sitio. Es importante destacar que las condiciones de conservación son buenas en relación a la meteorización y la fragmentación para tres de las capas (2, 3 y 4). La muestra de capa 5 proviene de un fogón, por lo que el material se encuentra muy fragmentado y sus estadios de termoalteración muy avanzados, ya que la mayoría de los huesos están carbonizados y en algunos casos calcinados. Se destaca que la muestra de la capa 3 resultó ser la más diversa (la que tiene mayor número de especies), mientras que la de capa 4 presenta la mayor abundancia de chinchillidos. Las frecuencias relativas correspondientes a estos últimos disminuyen hacia los momentos tardíos de la ocupación del sitio. Al mismo tiempo, en la capa 4 se encuentra la mayor abundancia de camélidos de tamaño pequeño (tres individuos de vicuña identificados a partir de restos de mandíbulas). Asimismo, los camélidos juveniles son más abundantes en esta capa que en las demás.

Si agrupamos los huesos según su aporte diferencial de carne y médula, se observa que en todas las capas predominan, en primer lugar, aquellos elementos que concentran mayor cantidad de proteína cárnica y escasa grasa medular (las costillas). Luego, en todas las capas, excepto la 5, están representados los huesos con alto contenido de carne y médula (el fémur); en esta en cambio, vuelven a estar presentes los huesos del esqueleto axial (predominan las vértebras). El tercer lugar lo ocupan, para las capas 2 y 5, los elementos que aportan más grasa medular y escasa carne, por el contrario, en las capas 3 y 4, se destacan aquellos pertenecientes al grupo de huesos con alto contenido en carne y bajo en médula: la escápula en ambas capas y además la pelvis en la 4. Si atendemos a la representación del esqueleto axial versus el apendicular, podemos decir que la abundancia relativa de partes axiales es preponderante en todas las capas siendo aún mayor en la

Capa	NMI Camélidos	Fechados Radiocarbónicos	Descripción capa
2	5	1110 ± 60 AP (95.4%: 770-1030 DC)	Guano consolidado o suelto según el sector, de color marrón amarillento. Contiene material arqueológico en su base.
3	6		Capa arenosa de color marrón con carbones.
4	9 (3 vicuñas)	2300 ± 70 AP (95.4%: 550-150 AC)	Capa arenosa marrón con abundantes excrementos de vizcachas y macrorestos vegetales sueltos.
5	4	2472 ± 33 AP (95.4%: 764-416 AC)	Capa arenosa que contiene una lente de fogón con ceniza y base carbonosa (solo detectada en la cuadrícula 8B).

Tabla 1. Descripción de las capas, fechados radiocarbónicos y NMI de camélidos determinados en Cueva Quispe.

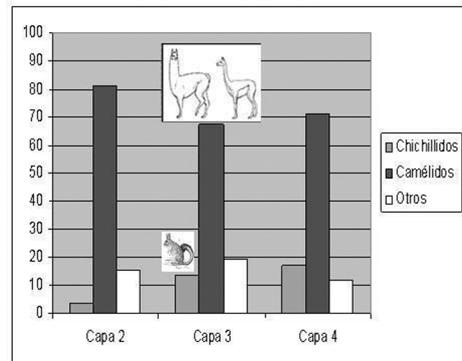


Figura 1. Proportiones de taxa por capa en Cueva Quispe en porcentajes de NISP.

capa 4, hecho que se corresponde con lo esperado en asentamientos pastoriles temporarios como lo indica la información etnoarqueológica (Yacobaccio *et al.* 1998). Los restos óseos destinados al análisis isotópico fueron determinados en base a caracteres dentarios y de tamaño.

RESULTADOS

En la Tabla 2 presentamos 42 valores actuales (34 llamas y 8 vicuñas) generados en el marco de esta investigación, algunos de los cuales se encuentran publicados en el trabajo de Yacobaccio *et al.* (2009) aunque en su mayoría son inéditos, junto a 24 valores (12 sobre llamas y 12 sobre vicuñas) publicados por Fernández y Panarello (1999-2001a) para el NE de la Puna de Jujuy. Como ya fue indicado más arriba, 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 aumenta los valores se hacen más negativos (Figura 2). Esta tendencia nos permite afirmar, en consonancia con los datos manejados por Cavagnaro (1988) y Fernández y Panarello (1999-2001a), que en la dieta de las poblaciones de camélidos puneños, tanto domésticas como silvestres, se manifiestan con mayor importancia las especies vegetales C_3 en comunidades de altura como el pajonal, mientras que las plantas C_4 cobrarían mayor relevancia en ambientes de menor altitud como el tolar. Al mismo tiempo, la dieta de la especie doméstica no parece diferir demasiado de la de los camélidos silvestres, si bien se observa cierta preferencia por parte de las vicuñas por una alimentación con mayor proporción de especies C_4 , al menos hasta los 4200 m. Para comprender la raíz de estas diferencias se hace necesario incrementar el número de especímenes silvestres dentro de la muestra, tarea en la que nos encontramos abocados hoy en día.

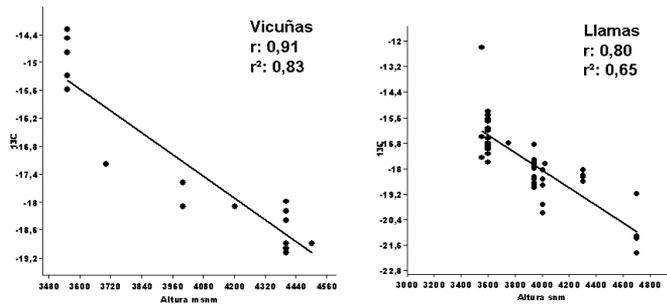


Figura 2. Valores de $\delta^{13}\text{C}$ sobre colágeno óseo de camélidos actuales comparados con los especímenes arqueológicos provenientes de Cueva Quispe. Se observa una correlación negativa entre el incremento de la altitud y el empobrecimiento de las mediciones de $\delta^{13}\text{C}$.

Código	Especie	Unidad esquelética	Procedencia	msnm	Valor $\delta^{13}\text{C}$
AIE 19146	<i>L. glama</i> *	Fémur	Lapao	3600	-17,3
AIE 19150	<i>L. glama</i> *	Fémur	Lapao	3600	-16,9
AIE 19149	<i>L. glama</i> *	Fémur	Lapao	3600	-15,7
AIE 19142	<i>L. glama</i> *	Metatarso	Lapao	3600	-15,7
AIE 19140	<i>L. glama</i> *	Húmero	Lapao	3600	-15,5
AIE 19139	<i>L. glama</i> *	Húmero	Lapao	3600	-15,8
AIE 19145	<i>L. glama</i> *	Húmero	Lapao	3600	-16,6
AIE 19147	<i>L. glama</i> *	Radio	Lapao	3600	-15,7
AIE 19148	<i>L. glama</i> *	Metacarpo	Lapao	3600	-16,1
UGA 7192	<i>L. glama</i> *	Falange	Cieneguillas	3600	-17,7
UGA 7193	<i>L. glama</i> *	Falange	Cieneguillas	3600	-17,1
UGA 7194	<i>L. glama</i> *	Falange	Cieneguillas	3600	-16,8
UGA 7196	<i>L. glama</i> *	Falange	Lapao	3600	-17
AIE 19143	<i>L. glama</i> *	Hemimandíbula derecha	Agua Chica	3940	-17,9
AIE 19141	<i>L. glama</i> *	Metatarso	Agua Chica	3940	-18
AIE 19138	<i>L. glama</i> *	Radio Ulna	Agua Chica	3940	-18,4
AIE 20345	<i>L. glama</i> **	Radio Ulna distal	Agua Chica	3940	-17,7
AIE 20346	<i>L. glama</i> **	Hemimandíbula izquierda	Agua Chica	3940	-17,8

AIE 20347	<i>L glama</i> **	Maxilar	Agua Chica	3940	-16,9
AIE 20348	<i>L glama</i> **	Metapodio distal	Agua Chica	3940	-18,5
AIE 20349	<i>L glama</i> **	Metapodio distal	Agua Chica	3940	-17,6
AIE 20350	<i>L glama</i> **	Metapodio distal	Agua Chica	3940	-18,9
AIE 20351	<i>L glama</i> **	Radio Ulna distal	Agua Chica	3940	-18,5
AIE 20352	<i>L glama</i> **	Falange 2	Agua Chica	3940	-18,8
AIE 20353	<i>L glama</i> **	Radio Ulna	Agua Chica	3940	-18,7
AIE 19144	<i>L glama</i> *	Vertebra cervical	Vega del Taire	4020	-17,8
AIE 20341	<i>L glama</i> **	Mandíbula	Tres Pozos	4300	18,3
AIE 20342	<i>L glama</i> **	Tibia	Tres Pozos	4300	-18,6
AIE 20343	<i>L glama</i> **	Radio	Tres Pozos	4300	-18,4
AIE 20344	<i>L glama</i> **	Fémur	Tres Pozos	4300	-18,1
AIE 20338	<i>L glama</i> **	Cráneo	Vilama	4700	-21,3
AIE 20339	<i>L glama</i> **	Húmero	Vilama	4700	-19,2
AIE 20340	<i>L glama</i> **	Escápula	Vilama	4700	-22
AIE 20703	<i>L glama</i> **	Radio	Vilama	4700	-21,2
AIE 20330	<i>V vicugna</i> **	Cráneo	Tocomar	4400	-18,4
AIE 20331	<i>V vicugna</i> **	Cráneo	Tocomar	4400	-18,2
AIE 20332	<i>V vicugna</i> **	Cráneo	Tocomar	4400	-18,9
AIE 20333	<i>V vicugna</i> **	Cráneo	Tocomar	4400	-19,1
AIE 20334	<i>V vicugna</i> **	Fémur	Tocomar	4400	-18,4
AIE 20335	<i>V vicugna</i> **	Metatarso	Tocomar	4400	-18
AIE 20336	<i>V vicugna</i> **	Metacarpo	Tocomar	4400	-18
AIE 20337	<i>V vicugna</i> **	Radio	Tocomar	4400	-19
Muestra 1	<i>L glama</i> ***	Cráneo	NE Puna	3550	-12,3
Muestra 2	<i>L glama</i> ***	Cráneo	NE Puna	3550	-16,5
Muestra 3	<i>L glama</i> ***	Cráneo	NE Puna	3550	-17,5
Muestra 4	<i>L glama</i> ***	RMI	NE Puna	3600	-15,3
Muestra 5	<i>L glama</i> ***	RMI	NE Puna	3600	-16,2
Muestra 6	<i>L glama</i> ***	Cráneo	NE Puna	3750	-16,8
Muestra 7	<i>L glama</i> ***	RMI	NE Puna	4000	-18,1
Muestra 8	<i>L glama</i> ***	Cráneo	NE Puna	4000	-18,5
Muestra 9	<i>L glama</i> ***	Cráneo	NE Puna	4000	-18,5
Muestra 10	<i>L glama</i> ***	Cráneo	NE Puna	4000	-18,8
Muestra 11	<i>L glama</i> ***	RMD	NE Puna	4000	-19,7
Muestra 12	<i>L glama</i> ***	Cráneo	NE Puna	4000	-20,1
Muestra 13	<i>V vicugna</i> ***	RMI	NE Puna	3700	-17,2
Muestra 14	<i>V vicugna</i> ***	RMI	NE Puna	3550	-14,3
Muestra 15	<i>V vicugna</i> ***	RMD	NE Puna	3550	-14,5
Muestra 16	<i>V vicugna</i> ***	RMI	NE Puna	3550	-14,8
Muestra 17	<i>V vicugna</i> ***	RMD	NE Puna	3550	-15,6
Muestra 18	<i>V vicugna</i> ***	Cráneo	NE Puna	3550	-15,3
Muestra 19	<i>V vicugna</i> ***	RMD	NE Puna	4000	-17,6
Muestra 20	<i>V vicugna</i> ***	RMD	NE Puna	4000	-18,1
Muestra 21	<i>V vicugna</i> ***	RMD	NE Puna	4000	-18,1
Muestra 22	<i>V vicugna</i> ***	RMD	NE Puna	4000	-17,6
Muestra 23	<i>V vicugna</i> ***	RMD	NE Puna	4200	-18,1
Muestra 24	<i>V vicugna</i> ***	RMD	NE Puna	4500	-18,9

Tabla 2. Resultados isotópicos de las muestras actuales ordenadas por altitud sobre el nivel del mar. Referencias: * Yacobaccio et al. 2009; **Este trabajo; *** Fernández y Panarello 1999-2001 (Los autores no brindan la procedencia particular de cada muestra).

Es importante destacar que para comparar estos valores con los obtenidos sobre colágeno de muestras arqueológicas éstos deben ser modificados, a causa de los cambios que han tenido lugar en la composición del CO₂ atmosférico desde 1800 DC debido al incremento en el uso de combustibles fósiles. Estos cambios afectan la relación ¹³C/¹²C en el CO₂ absorbido por las plantas en la respiración y generan modificaciones en el metabolismo de las especies involucradas en el ciclo del Carbono en todos los ecosistemas a lo largo del globo (Ehleringer *et al.* 2002). Es por esto que los valores actuales han sido modificados mediante la suma de 1,5‰ para corregir el denominado "Efecto Sues" y, de esta manera, puedan ser comparados con los arqueológicos (Friedli *et al.* 1986; Pate 1994; Peterson y Fry 1987).

Como puede observarse en la Tabla 3 los valores de δ¹³C obtenidos en el INGEIS sobre el registro faunístico de la Cueva Quispe se asemejan notablemente a aquellos logrados por el laboratorio de Waterloo, no existiendo ninguna diferencia significativa entre ambos grupos de valores. En esta tabla también se presentan los valores de la relación C/N obtenidos por este laboratorio a fin de mostrar que las muestras se encuentran dentro del rango aceptable para el colágeno: 2,7-3,6 (Pate 1994).

Muestra	Parte Esqueletaria	Tamaño individuo	Especie inferida	Capa	δ ¹³ C Ingeis	δ ¹³ C Waterloo	δ ¹⁵ N Waterloo	C/N Waterloo
CQ 63	Mandíbula	Pequeño	V vicugna	4	-17,3	-17,26	6,74	3,02
CQ 67	Fémur	Grande (juvenil)	L glama	4	-15,3	-16,24	7,17	2,98
CQ 65	Radio Ulna	Pequeño	V vicugna	3	-16,7	-17,01	6,11	2,89
CQ 66	Metapodio	Pequeño	V vicugna	3	-18,1	-17,79	5,98	2,88
CQ 68	Costilla	Grande (juvenil)	L glama	3	-17,1	-17,39	7,69	2,88
CQ 69	Tibia	Indeterminado (juvenil)	Indeterminado	2	-17,2	-17,33	5,68	3,15
CQ 70	Fémur	Pequeño	V vicugna	2	-17,6	-17,25	9,55	2,94
CQ 71	Radio Ulna	Grande (juvenil)	L glama	2	-14,6	-13,1	8,82	2,76

Tabla 3. Resultados isotópicos para los especímenes arqueológicos del sitio Cueva Quispe.

Puede observarse que los valores de δ¹³C obtenidos en arqueofaunas del sitio Cueva Quispe resultan coherentes en relación a aquellos obtenidos en el presente para la misma cota altitudinal (Figura 2). Sin embargo, dos especímenes de *Lama glama* (CQ 67 y 71) presentan valores asociados a pasturas de menor altura, hecho que nos permite considerar la posibilidad de que provengan de ambientes con mayor presencia de especies C₄. Al mismo tiempo se observa una menor variación en los restos óseos asignados a vicuña, mientras que se registra una mayor variación en aquellos asignados a llama.

Por otro lado los valores de δ¹⁵N (Tabla 3) resultan más difíciles de interpretar dada la poca información con la que se cuenta en vegetales para el área puneña; aunque estos se ajustan a lo esperado en ambientes desérticos (Sillen *et al.* 1989). Se advierte una tendencia en la que aquellos mamíferos más tolerantes a la sequía (*Lama glama*) tengan valores más positivos que los bebedores obligados (excepto un espécimen de *Vicugna vicugna* que se separa del resto). Es importante destacar que los valores de δ¹⁵N que se alejan del promedio, como es el caso del espécimen de vicuña CQ70 puede ser el resultado del stress producido por las condiciones de extrema aridez que debió enfrentar el animal en su vida o también pueden ser consecuencia del hábito de muchos camélidos de pastar en áreas donde los suelos son salinos, resultando en valores más enriquecidos (Pate 1994).

CONCLUSIONES

En lo que se refiere a los valores de δ¹³C obtenidos sobre camélidos actuales, podemos observar que la señal isotópica de las vicuñas y las llamas es coincidente a altitudes similares (Figura 2). Las investigaciones etológicas señalan que las vicuñas comparten el hábitat con las llamas y prefieren las comunidades de vegetación dominadas por gramíneas, rechazando los hábitats con baja cobertura compuestos por arbustos, aunque eventualmente ramonean especies arbustivas (Arzamendia 2008). A pesar de esta superposición, las vicuñas presentan valores isotópicos más agregados que las llamas lo que confirma su selectividad y menor movilidad entre hábitats. Por el contrario, la llama es conducida a sus territorios de alimentación mediante manejo humano y está sujeta, entonces, a factores territoriales extra específicos que producen una mayor movilidad de sus rebaños y promueven la utilización de hábitats más diversos; hecho que explica por qué la

señal isotópica de las llamas es más dispersa. Esto permite inferir la diferente movilidad y uso de hábitats entre ambas especies en el registro isotópico arqueológico.

Como ya hemos expresado, la preponderancia del esqueleto axial en Cueva Quispe se correlaciona con el modelo de transporte que emplean los pastores actuales. Estas y otras evidencias (como la alta proporción de puntas de proyectil) indican que el sitio pudo haber funcionado como un puesto de altura ocupado estacionalmente y desde el cual se cazaban vicuñas de manera similar a otros sitios de la región (Olivera y Elkin 1994; Grant Lett-Brown 2008). También de acuerdo a este modelo, los pastores utilizan pasturas a diferentes altitudes durante su ciclo anual, abarcando distintas comunidades vegetales. Esta estrategia de uso del espacio se ve reflejada en los resultados de la medición del $\delta^{13}\text{C}$ en los especímenes de *Lama glama* del sitio, ya que algunos valores son más enriquecidos de lo que muestra la señal isotópica actual para esa altitud. Esta evidencia, sumada a los datos zooarqueológicos comentados, parece apuntar a un ingreso a la cueva de elementos esqueléticos de camélidos domesticados pastoreados a menor altura en comunidades vegetales de tolar más que en la estepa mixta (ecotono). La distancia hasta el tolar en la actualidad es de aproximadamente 20 km lineales.

En cuanto a los valores obtenidos en los especímenes de vicuña del conjunto óseo recuperado en Cueva Quispe, se observa que son coherentes con la altitud del sitio. Todas las evidencias recuperadas inducen a pensar que éstas fueron cazadas en las cercanías y procesadas en el lugar, reflejando las diferencias en el manejo respecto de los camélidos domesticados.

Sin embargo, debemos destacar que hubo ciertas variaciones temporales en este patrón. 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 y pertenecientes a vicuñas adultas y neonatos; esto indicaría que hacia momentos más tempranos la caza de vicuñas fue prevalente en el sitio comparada con las ocupaciones más tardías.

REFERENCIAS CITADAS

Ambrose, S. H.

1993 Isotopic analysis of paleodiets: Methodological and interpretive considerations. En *Investigations of ancient human tissue. Chemical analyses in anthropology*, editado por M. K. Sandford, pp. 59-130. Gordon and Breach Science Publishers. Langhorne, Pensylvania, USA.

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 inédita. Universidad Nacional de Córdoba.

Arzamendia, Y., M. H. Cassini y B. L. Vilá

2006 Habitat use by *Vicugna vicugna* in Laguna Pozuelos Reserve, Jujuy, Argentina. *Oryx* 40: 198-203.

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.

Cabrera, A. L.

1976 *Regiones Fitogeográficas Argentinas*. Editorial Acme, Buenos Aires.

Cavagnaro, J. B.

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

Cormie, A. B. y H. P. Schwarcz

1996 Effects of climate on deer bone $\delta^{15}\text{N}$ and $\delta^{13}\text{C}$: Lack of precipitation effects on $\delta^{15}\text{N}$ for animals consuming low amounts of C₄ plants. *Gecohimica et Cosmochimica Acta* 60 (21): 4161-4166.

Cormie, A. B., H. P. Schwarcz y J. Gray

1994 Determination of the hydrogen isotopic composition of bone collagen and correction for hydrogen exchange. *Gecohimica et Cosmochimica Acta* 58: 365-375.

86 Zooarqueología a principios del siglo XXI: Aportes teóricos, metodológicos y casos de estudio

- Ehleringer, J. R., T. E. Cerling y M. D. Dearing
2002 Atmospheric CO₂ as a global change driver influencing plant-animal interactions. *Integrated and Comparative Biology* 42: 424-430.
- 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 Jujenos. *Xama* 12-14: 71-85.
1999-2001b Los isótopos estables del carbono en pelo de animales silvestres de ambientes altiplánicos de Argentina. *Xama* 12-14: 61-69.
- Friedli, H., H. Löttscher, H. Oeschger, U. Siegenthaler y B. Stauffer
1986 Ice core record of ¹³C/¹²C ratio of atmospheric CO₂ in the past two centuries. *Nature* 324: 237-238.
- Grant, Lett-Brown, J. L.
2008 El recurso Camelidae en sitios de la Puna Meridional Argentina: Una aproximación osteométrica. Tesis de Licenciatura inédita. Universidad de Buenos Aires.
- Olivera, D. E. y D. C. Elkin
1994 De cazadores y pastores: El proceso de domesticación de camélidos en la Puna Meridional Argentina. En *Zooarqueología de camélido*, editado por D. C. Elkin, C. Madero, G. L. Mengoni Goñalons, D. E. Olivera, M. C. Reigadas y H. D. Jacobaccio Volumen 1, pp 95-124.
- Pate, F. D.
1994 Bone chemistry and paleodiet. *Journal of Archaeological Method and Theory* 1: 161-209.
- 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.
- Schoeninger, M. J.
1995 Stable isotope studies in human evolution. *Evolutionary Anthropology* 4 (3): 83-98.
- Schwarcz, H.P
1991 Some theoretical aspects of isotope paleodiet studies. *Journal of Archaeological Science* 18: 261-275.
- Sillen, A., J. C. Sealy y N. van der Merwe
1989 Chemistry and paleodietary research: no more easy answers. *American Antiquity* 54(3): 504-512.
- Tykot, R. H.
2004 Stable Isotopes and Diet: You Are What You Eat. En *Physics Methods in Archaeometry. Proceedings of the International School of Physics "Enrico Fermi"*, editado por M. Martini, M. Milazzo y M. Piacentini. Course CLIV, 433-444. **Società Italiana di Fisica. Bologna, Italy.**
- Yacobaccio, H. D.
2001 La domesticación de camélidos en el Noroeste Argentino. En *Historia Argentina Prehispánica*, editado por E. Berberían y A. Nielsen. Tomo 1: 7-40. Editorial Brujas, Córdoba.
- Yacobaccio, H. D., C. M. Madero y M. P. Malmierca
1998 *Etnoarqueología de Pastores Surandinos*. Grupo Zooarqueología de camélidos. Buenos Aires.
- 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: 144-155.