

## VARIABILIDAD DIETARIA EN CAMÉLIDOS DE LA PUNA: UN MODELO ACTUAL A PARTIR DE LA EVIDENCIA ISOTÓPICA

SAMEC, Celeste T. \*

### RESUMEN

En este trabajo se examina la variabilidad en la dieta actual de las poblaciones de camélidos que habitan la porción Oeste de la Puna Seca desde los isótopos estables como línea de evidencia. El objetivo es 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 han obtenido valores de  $\delta^{13}\text{C}$  en colágeno de huesos de distintos individuos correspondientes a las especies *Vicugna vicugna* y *Lama glama* procedentes de distintos sectores de la Puna Jujeña. En base a la información presentada por estudios previos, 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 las poblaciones domésticas en relación a las silvestres, dado que las primeras se encuentran sujetas a las prácticas de manejo implementadas por los pastores.

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 abordaremos, en el futuro, la interpretación de los datos arqueológicos en relación a problemáticas tales como las estrategias de movilidad pastoril en el pasado.

---

\* Instituto de Geocronología y Geología Isotópica (INGEIS) – CONICET. Pabellón INGEIS, Ciudad Universitaria C1428EHA, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina. celestesamec@gmail.com

---

## 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). Puntualmente, la medición de valores isotópicos en tejidos de origen animal es considerada como un paso previo a la interpretación de los valores obtenidos en restos humanos recuperados en contextos arqueológicos (Schwarcz 1991). Al mismo tiempo estos datos permiten enfocar ciertas problemáticas desde una nueva perspectiva, tales como las estrategias de movilidad pastoril en el pasado. Actualmente numerosos estudios analizan 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; Mengoni Goñalons 2007; van der Merwe *et al.* 2000; entre otros).

En este trabajo se hace referencia a los valores de  $\delta^{13}\text{C}$  obtenidos sobre colágeno extraído de tejido óseo de camélidos actuales, tanto domésticos como silvestres, provenientes de distintas áreas de la Puna Jujeña. Las muestras fueron obtenidas en localidades con diferentes altitudes asociadas a distintas comunidades vegetales, a fin de determinar las variables que inciden en el aporte proteico de la dieta de estos taxones. Al analizar las mismas se tendrán en cuenta las estrategias de movilidad y manejo practicadas por los pastores actuales, las cuales vienen determinadas por la disponibilidad diferencial de pasturas en los distintos ambientes que integran la Puna (Yacobaccio 2007; Yacobaccio *et al.* 1998). A su vez, contemplaremos la información generada por diversos estudios etológicos al evaluar la significación de los valores isotópicos obtenidos sobre colágeno óseo de camélidos silvestres (Arzamendia 2008; Borgnia *et al.* 2006; Borgnia *et al.* 2010).

## BREVE CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO: AMBIENTE Y ETOLOGÍA DE CAMÉLIDOS

La Puna Argentina comprende las tierras altas de nuestro país situadas entre los 22° y los 27° de latitud Sur con una altitud entre 3000 y 4700 msnm.

Esta región es considerada como un desierto de altura que comprende distintas comunidades vegetales afectadas fundamentalmente por la variable altitudinal. Existe una importante variación diaria en la amplitud térmica, la radiación solar diurna es alta debido a la altura y la presión atmosférica se caracteriza por ser baja. Los recursos acuíferos se distribuyen de manera irregular en el espacio, existiendo una red hidrográfica pobremente desarrollada en general. Las precipitaciones varían en función del área particular que se considere, existiendo dos sectores particulares: la Puna Seca o Septentrional, que se caracteriza por un clima más húmedo, y la Puna Salada o Meridional, que cuenta con el desarrollo de grandes extensiones de salares y un clima más árido (Olivera y Yacobaccio 1999). La Puna Jujeña se encuentra dentro de la primera y en ella se manifiestan distintas comunidades vegetales que concuerdan con la existencia de una “zonación vertical” (Fernández y Panarello 1999-2001a) determinada por la variable altitudinal. Dichas comunidades se resumen en:

*Tolar*: Representado por una estepa arbustiva, dominada por *Parastrephia lepidophylla* y *Fabiana densa*, con algún desarrollo de gramíneas. También se lo denomina “piso vegetacional puneño” o “Provincia fitogeográfica Puneña” (Cabrera 1957). Se sitúa entre los 3400-3900 msnm.

*Pajonal*: En esta comunidad vegetal predominan las gramíneas perennes y también se lo considera como “piso altoandino” o “Provincia fitogeográfica Altoandina” (Cabrera 1957). Conforman una estepa semidesértica que se ubica entre los 4100-4700 msnm.

*Vegas*: Son también denominadas “bofedales” (Gundermann 1984 para la vertiente andina occidental) y se caracterizan por el desarrollo de hierbas en cojín que se sustentan a partir de la mayor humedad que exhiben estos pequeños parches (entre 4-6 ha de extensión). A diferencia de las otras comunidades vegetales del área poseen una alta densidad vegetal por unidad de área y se localizan tanto en las desembocaduras como en las cabeceras de pequeñas quebradas. Estas comunidades se caracterizan por ser azonales, pero particularmente en Susques, los pastores emplean aquellas que se ubican en los 3600-3700 msnm.

*Ecotono tolar-pajonal*: Compuesto por arbustos y gramíneas, se ubica entre los 3900-4100 msnm.

En lo que se refiere al comportamiento de los camélidos, autores como Gundermann (1984) destacan la capacidad de adaptación a este ambiente riguroso exhibida por las especies domésticas 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. 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 (Gundermann 1984). Al mismo tiempo, no necesita ingerir agua diariamente por lo que puede permanecer durante días en áreas donde ésta no abunda, como los pajonales, incluso sin supervisión humana.

Por otra parte, las vicuñas también pueden consumir distintos tipos de vegetación, aunque parecen inclinarse al consumo de vegetación herbácea, seleccionando como principal recurso alimenticio gramíneas cortas y herbáceas, ramoneando en los tolares sólo eventualmente (Borgnia *et al.* 2010). A raíz de esto, algunos investigadores como Borgnia y coautores (2010) consideran a las vicuñas como “variable grazers” (consumidores de pastos variables), al tiempo que demuestran que en la dieta de esta especie se registra una mayor abundancia de vegetales con un régimen fotosintético  $C_4$  que de  $C_3$ . En términos espaciales, los grupos familiares en los que se organiza esta especie están concentrados en los parches que presentan mayor cobertura vegetal, preferentemente asociados a fuentes de agua permanente. Estos grupos son estables durante todo el año y los individuos solteros conforman grupos separados que se mueven en las áreas marginales o en territorios que han dejado temporalmente vacantes los grupos familiares (Arzamendia 2008; Borgnia *et al.* 2006).

## MODELO ETNOARQUEOLÓGICO

Las diversas investigaciones etnográficas y etnoarqueológicas que se han llevado a cabo en el sector Occidental de la Puna de Jujuy (Göbel 1994; Yacobaccio 2007; Yacobaccio y Madero 2001; Yacobaccio *et al.* 1998, entre otros) han mostrado que los pastores emplean un sistema de movilidad anual en función de la disponibilidad diferencial de pasturas, hecho que se ve reflejado en un patrón de asentamiento disperso en el paisaje.

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 evitar el riesgo característico al que están expuestos los pastores en este ambiente inestable. Dichas estrategias contemplan el empleo de varios asentamientos durante el ciclo anual permitiendo a los animales acceder a distintos tipos de pasturas. De tal forma que pueden ser identificados dos tipos de sitios: (1) bases residenciales (*casas*) y (2) sitios temporarios (*estancias*). Las primeras siempre se encuentran en las cercanías de alguna fuente de agua, comúnmente vegas, y representan complejas estructuras con numerosas habitaciones destinadas a distintas tareas que resultan ocupadas gran parte del año, mayormente durante la estación lluviosa. Los sitios temporarios, por el contrario, 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 (1-4) durante la estación seca (Yacobaccio 2007). El sistema de movilidad anual 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).

De esta forma, el uso de los parches vegetacionales varía estacionalmente: durante la temporada de lluvias (diciembre-marzo) los rebaños se alimentan en las vegas y tolares por debajo de los 3900 msnm, y en la estación seca, que coincide con las bajas temperaturas, lo hacen en los pajonales y el ecotono tolar-pajonal por encima de 3900 msnm. Dado que estos ambientes presentan proporciones diferentes de especies  $C_3$  y  $C_4$  es esperable que la señal isotópica registrada en los tejidos de las poblaciones de camélidos muestreadas evidencie esta diversidad y su relación con variables como la altitud (Fernández y Panarello 1999-2001a).

## **ANÁLISIS ISOTÓPICO: METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE LABORATORIO**

Los valores de  $\delta^{13}C$  sobre elementos de carácter orgánico, como hueso, pelo y diente, 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 relación  $^{13}C/^{12}C$  presente en el sustrato y de las condiciones ambientales imperantes, cada especie vegetal tendrá un valor de  $\delta^{13}C$  diferente (Ambrose 1993; Schoeninger

1995). Relevantes para este trabajo resultan los valores promedio de las especies  $C_3$  y  $C_4$ , las primeras entre los -19 y -35‰ con una media de -26.5‰ y las segundas entre los -9 y -15‰ con un promedio de -12.5‰ (Ambrose 1993). La composición isotópica de los vegetales pasa a través de la ingesta al siguiente eslabón de la cadena trófica, que manifiesta 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 permite obtener información sobre el componente proteico de la dieta de poblaciones animales y humanas, a partir de la obtención de valores de  $\delta^{13}C$  medidos sobre el colágeno del hueso. 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. 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 animal en una escala temporal amplia en comparación con los datos que aportan las observaciones etológicas (Pate y Noble 2000).

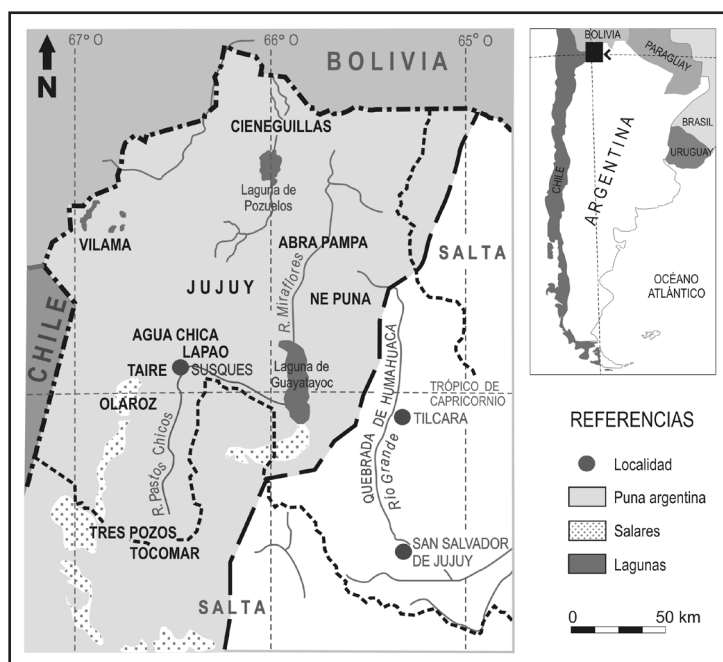


Figura 1. Mapa indicando la procedencia de las muestras.

Para la conformación de la muestra aquí analizada, 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, evaluando aquellos aspectos relevantes en su distribución como, por ejemplo, la cercanía de fuentes de agua. Para la obtención de los valores isotópicos, se seleccionaron huesos con tejidos densos, preferentemente diáfisis, que presentaran un buen estado de conservación y que no se encontraran termoalterados. La extracción del colágeno para el análisis siguió los procedimientos descritos por Tykot (2004) y se llevó a cabo en el INGEIS (Instituto de Geocronología y Geología Isotópica - CONICET/UBA) al igual que la medición de la relación  $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ . (Para detalle de los métodos de extracción y medición remitirse a Yacobaccio *et al.* 2009 y Yacobaccio *et al.* 2010).

## ANTECEDENTES DE LOS ESTUDIOS ISOTÓPICOS EN EL ÁREA

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 (Hastorf 1985; Tykot *et al.* 2006; Finucane 2007, entre otros). Para la Puna Argentina en particular, hasta el momento los isótopos estables han resultado de gran importancia en lo que a dieta humana se refiere, siendo más abundantes los casos en los que se presentan valores obtenidos a partir de restos humanos (Yacobaccio *et al.* 1997; Olivera y Yacobaccio 1999; Killian Galván y Olivera 2008).

El trabajo que aquí se presenta retoma la problemática tratada por Fernández y Panarello (1999-2001a), quienes al analizar los valores de  $\delta^{13}\text{C}$  obtenidos sobre colágeno óseo de camélidos silvestres y domésticos destacaron la existencia de una tendencia de empobrecimiento en los mismos que muestra una mayor contribución de especies  $\text{C}_3$  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  $\text{C}_4$ . Esta tendencia se explica en función de la distribución diferencial de las especies  $\text{C}_3$  y  $\text{C}_4$  en relación a la altitud, que fuera postulada por Fernández y Panarello para la Puna Jujeña (Fernández *et al.*

---

1991; Fernández y Panarello 1999-2001a y 1999-2001b) y demostrada por Cavagnaro (1988) para Mendoza. Datos publicados recientemente 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.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

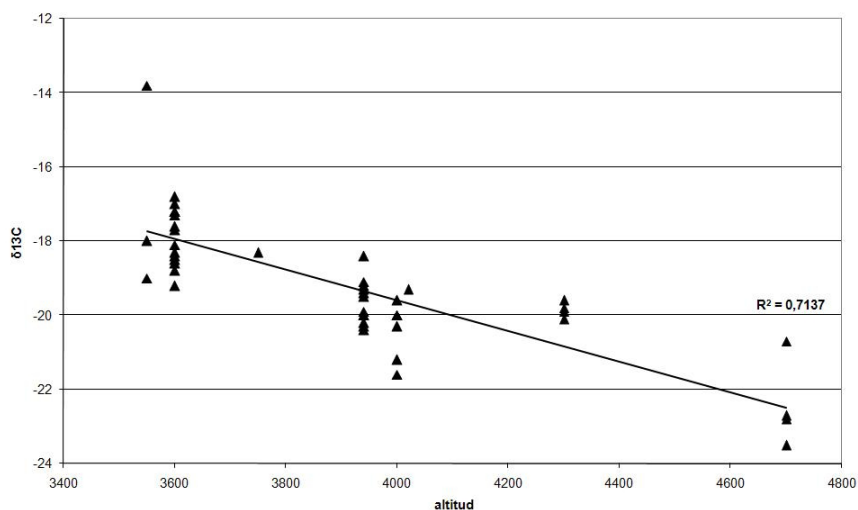
En la Tabla 1 se resumen los resultados obtenidos a partir del análisis de 46 especímenes actuales (34 llamas y 12 vicuñas) generados en el marco de esta investigación; algunos de los cuales se encuentran publicados en el trabajo de Yacobaccio *et al.* (2009), otros en Yacobaccio *et al.* (2010), y a los que se suman 4 valores inéditos. Estos datos son analizados en conjunto con 24 valores más (12 sobre llamas y 12 sobre vicuñas) publicados por Fernández y Panarello (1999-2001a) para el NE de la Puna de Jujuy. De tal forma que este trabajo considera y analiza un total de 46 valores de  $\delta^{13}\text{C}$  obtenidos sobre colágeno óseo extraído de especímenes correspondientes a la especie *Lama glama* y 24 a la especie *Vicugna vicugna*.



Especie	Localidad	Altura	N	Mediana	SD	Mínimo	Máximo	Referencia
<i>L glama</i>	Lapao	3600	10	-17,45	0,66	-18,8	-17	Yacobaccio <i>et al.</i> 2009
<i>L glama</i>	Cieneguillas	3600	3	-18,6	0,46	-19,2	-18,3	Yacobaccio <i>et al.</i> 2009
<i>L glama</i>	Agua Chica	3940	12	-19,7	0,59	-20,4	-18,4	Yacobaccio <i>et al.</i> 2009 y 2010
<i>L glama</i>	Taire	4020	1	-19,3	-	-	-	Yacobaccio <i>et al.</i> 2009
<i>L glama</i>	Tres Pozos	4300	4	-19,85	0,21	-20,1	-19,6	Yacobaccio <i>et al.</i> 2010
<i>L glama</i>	Vílama	4700	4	-22,75	1,2	-23,5	-20,7	Yacobaccio <i>et al.</i> 2010
<i>L glama</i>	NE Puna	3550	3	-18	2,76	-19	-13,8	Fernández y Panarello 1999-2001
<i>L glama</i>	NE Puna	3600	2	-	-	-17,7	-16,8	Fernández y Panarello 1999-2001
<i>L glama</i>	NE Puna	3750	1	-18,3	-	-	-	Fernández y Panarello 1999-2001
<i>L glama</i>	NE Puna	4000	6	-20,15	0,78	-21,6	-19,6	Fernández y Panarello 1999-2001
<i>V vicugna</i>	Tocomar	4400	8	-19,9	0,44	-20,6	-19,5	Yacobaccio <i>et al.</i> 2010
<i>V vicugna</i>	Olaroz	3480	1	-15,4	-	-	-	Este trabajo
<i>V vicugna</i>	Abra Pampa	3480	3	-15,3	1,73	-17,9	-14,6	Este trabajo
<i>V vicugna</i>	NE Puna	3700	1	-18,7	-	-	-	Fernández y Panarello 1999-2001
<i>V vicugna</i>	NE Puna	3550	5	-16,3	0,54	-17,1	-15,8	Fernández y Panarello 1999-2001
<i>V vicugna</i>	NE Puna	4000	4	-19,35	0,29	-19,6	-19,1	Fernández y Panarello 1999-2001
<i>V vicugna</i>	NE Puna	4200	1	-19,6	-	-	-	Fernández y Panarello 1999-2001
<i>V vicugna</i>	NE Puna	4500	1	-20,4	-	-	-	Fernández y Panarello 1999-2001

Tabla 1. Resumen de los valores de  $\delta^{13}C$  analizados en el trabajo.

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 (con un valor de  $r^2 = 0,7137$  para la muestra de llamas, y un  $r^2 = 0,8862$  para la vicuñas: ver figuras 2 y 3). 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  $\text{C}_3$  en comunidades de altura como el pajonal, mientras que las plantas  $\text{C}_4$  cobrarían mayor relevancia en ambientes de menor altitud como el tolar.



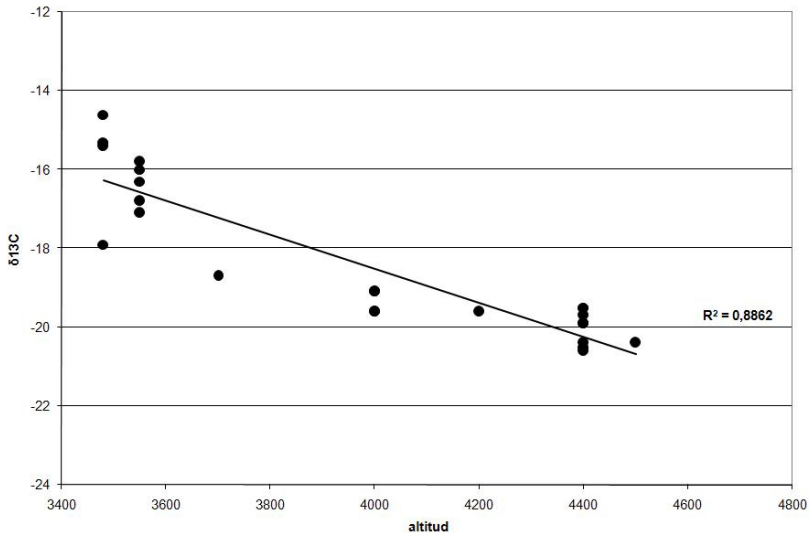


Figura 3. Valores obtenidos sobre especímenes de *V. vicugna* considerando la altitud.

Al mismo tiempo, la dieta de la especie doméstica no difiere demasiado de la de sus parientes silvestres (como puede observarse en la Tabla 2), si bien se observa cierta preferencia por parte de las vicuñas por una alimentación con mayor proporción de especies  $C_4$  cuando estas se encuentran disponibles, es decir en aquellos ambientes situados por debajo de los 3900 msnm, aspecto que concuerda con la información etológica (Borgnia *et al.* 2010).

	Llamas Total	Vicuñas Total	Llamas < 3900	Llamas > 3900	Vicuñas < 3900	Vicuñas > 3900
<b>N</b>	46	24	19	27	10	14
<b>Media</b>	-19,21	-18,39	-17,74	-20,24	-16,39	-19,81
<b>Mediana</b>	-19,3	-19,3	-18	-20	-16,15	-19,65
<b>Min</b>	-23,5	-20,6	-19,2	-23,5	-18,7	-20,6
<b>Max</b>	-13,8	-14,6	-13,8	-18,4	-14,6	-19,1
<b>SD</b>	1,72	1,93	1,19	1,18	1,25	0,49

Tabla 2. Estadística descriptiva de las muestras.

A pesar de esta superposición, las llamas presentan valores isotópicos más dispersos que las vicuñas, aspecto que se explica al considerar que son conducidas a sus territorios de alimentación por los pastores, y por ende están sujetas a factores de movilidad extra específicos que involucran la utilización de distintos hábitats (esto puede observarse a través de la presencia de outliers en las figuras 4 y 5). Por otro lado, las vicuñas se ajustan mejor a la tendencia lineal que se verifica en función de la altitud ( $r^2 = 0,8862$ ), lo que confirma su selectividad y menor movilidad entre hábitats.

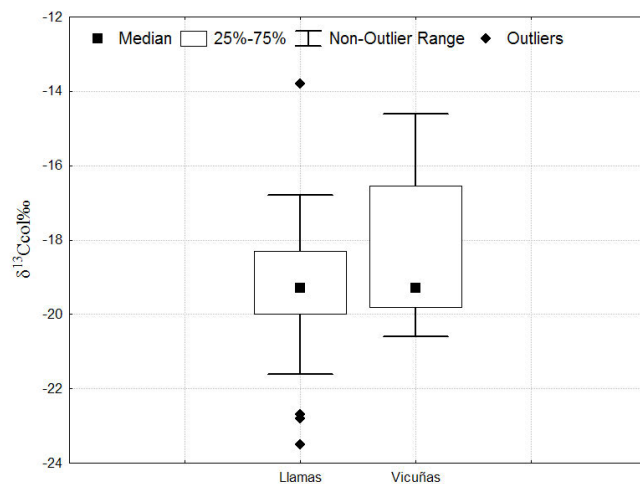


Figura 4. Box plots conteniendo todos los valores de  $\delta^{13}C$  analizados en el trabajo.

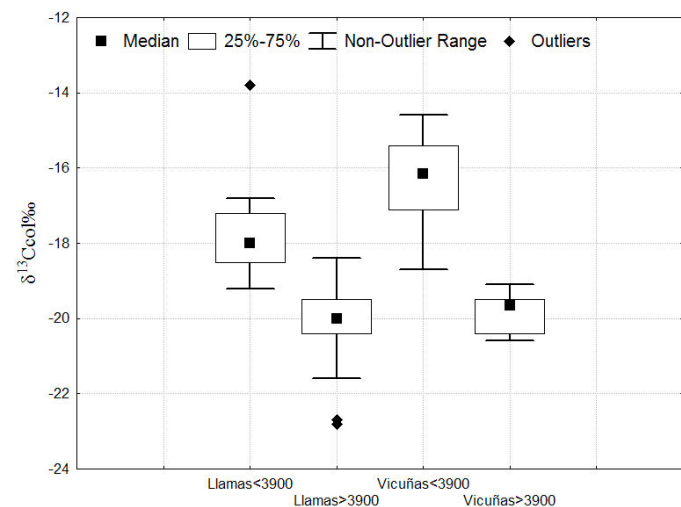


Figura 5. Box plots conteniendo los valores de  $\delta^{13}C$  separados según pisos altitudinales.

Al analizar la estadística de las muestras, se realizó un Test T con el fin de comparar la dieta de los especímenes domésticos y silvestres, cuyos resultados concuerdan con lo afirmado anteriormente:  $t = -2,797$   $p = 0,01$  para las poblaciones de ambas especies por debajo de los 3900 msnm (estadísticamente significativo), y  $t = -1,661$   $p = 0,10$  para las que se recuperaron por encima de los 3900 msnm (estadísticamente no significativo).

## CONCLUSIONES

En líneas generales, los datos muestran la incidencia de la altitud en la alimentación de vicuñas y llamas, de tal forma que a medida que esta variable aumenta los valores de  $\delta^{13}\text{C}$  se vuelven más negativos, reflejando una mayor proporción de vegetales  $\text{C}_3$  en la dieta. Los valores también varían en función de las diferencias dietarias entre las distintas poblaciones de camélidos, de tal forma que la especie silvestre (*V. vicugna*) parece inclinarse hacia un mayor consumo de vegetales  $\text{C}_4$  cuando estos se hallan disponibles (por debajo de los 3900 msnm) que sus parientes domesticados, si bien ambas dietas se superponen en gran medida. A su vez, las vicuñas presentan una menor dispersión y se ajustan mejor a la tendencia lineal que se verifica en función de la altitud, hecho que se explica al considerar su comportamiento territorial más acotado. Por el contrario, las llamas son conducidas a sus territorios de alimentación mediante manejo humano y están sujetas, entonces, a factores territoriales extra específicos que producen una mayor movilidad y promueven la utilización de hábitats más diversos, lo cual explica la mayor dispersión que exhibe la señal isotópica de las llamas.

Para finalizar, se debe destacar la importancia de este estudio como un paso preliminar a la generación de un modelo de ecología isotópica para el área, que considere los distintos eslabones de las cadenas tróficas y resulte aplicable a la resolución de problemas arqueológicos. La futura contrastación del modelo aquí propuesto, a partir de la obtención de valores isotópicos sobre materiales arqueológicos, arrojará luz sobre el grado de correlación entre estas prácticas en el presente y su implementación en el pasado, permitiendo evaluar la pertinencia de la aplicación de la analogía etnográfica cuando se consideran este tipo de problemáticas.

---

## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se realizó con fondos de UBACyT, CONICET y ANPCyT. Los análisis se efectuaron en el INGEIS, gracias a la colaboración del Dr. Héctor Panarello. Resultaron de vital importancia los aportes del Dr. Hugo Yacobaccio, el Lic. Augusto Tessone, la Lic. Patricia Solá, el Lic. Marcelo Morales y la Prof. Violeta Killian Galván.

## BIBLIOGRAFÍA

Ambrose, S. H.

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

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.

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

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

Cabrera, A. L.

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

Cavagnaro, J. B.

1988. Distribution of C<sub>3</sub> and C<sub>4</sub> grasses at different altitudes in a temperate arid region of Argentina. *Oecologia* 76: 273-277.

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. Mendoza.

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

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. M. 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.

Göbel, B.

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

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.

Hastorf, C. A.

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

Killian Galván, V. A. y D. E. Olivera

2008. First  $\delta^{13}\text{C}$  for human skeletal remains from South Western Puna (Jujuy, Argentina). En: *VI South American Symposium on Isotope Geology*. Actas en CD-ROM, Resumen Extendido N° 129. Linares, E., Cabaleri N. G., Do Campo, M. D., Ducós E. I. y Panarello H. O. (comps.), Buenos Aires.

Mengoni Goñalons, G. L.

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.

Mengoni Goñalons, G. L. y H. D. Yacobaccio

2006. The domestication of South American camelids. A view from the South-Central Andes. En: *Documenting domestication. New Genetic and Archaeological Paradigms*, pp 228-244. M. A. Zeder, D. G. Bradley, E. Emshwiller, B. D. Smith (eds.). University of California Press.

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.

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 C<sub>3</sub> and C<sub>4</sub> grasses recorded from stable carbon isotope values of bone collagen of South Australian herbivores. *Australian Journal of Botany* 48: 203–207.

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.

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" Course CLIV*, 433-444. M. Martini, M. Milazzo & M. Piacentini (eds.). 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: *Histories of Maize: Multidisciplinary Approaches to the Prehistory, Linguistics, Biogeography, Domestication, and Evolution of Maize*, pp. 187-197. J.E. Staller, R.H. Tykot & B.F. Benz (eds.) Academic Press.

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: *Biogeochemical Approaches to Paleodietary Analysis*, pp. 23-38. S. H. Ambrose & M. A. Katzenberg (eds.). Kluwer Academic/Plenum Publishers.

Yacobaccio H. D.

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. y C. M. Madero

2001. Ethnoarchaeology of a pastoral settlement of the Andean Plateau: An investigation of archaeological scale. En: *Ethnoarchaeology of Andean South America*, pp 84-96. L. A. Kuznar (ed.). Internacional Monographs in Prehistory, Ethnoarchaeological Series 4. Ann Arbor, Michigan.

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

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

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.

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.

Yacobaccio H. D., C. T. Samec y M. P. 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*, pp. 77-86. M. Gutiérrez, M. De Nigris, P. M. Fernández, M. Giardina, A. Gil, A. Izeta, G. Neme y H. Yacobaccio (eds). Buenos Aires, Ediciones del Espinillo.