

Tres miradas sobre una escápula arqueológica de vicuña procedente de un sitio cordillerano (ARQ-18, San Juan, Argentina)

Alejandra Gasco¹, Jessica Metcalf²

¹Laboratorio de Paleocología Humana, Universidad Nacional de Cuyo, Argentina soljandra@gmail.com, ²Departamento de Química y Bioquímica, Universidad de Colorado, Estados Unidos jessicametcalf@gmail.com

Resumen

Este trabajo se inserta en un proyecto mayor de investigación que tiene como objetivo principal contribuir al conocimiento de la subsistencia humana en el Centro-Oeste argentino. Especialmente, se refiere al aprovechamiento de camélidos, estableciendo la presencia de diversos morfotipos (silvestres y domésticos), y determinando las estrategias económicas implementadas para su consumo, por parte de los pobladores de la región a lo largo del Holoceno. Frente a la necesidad de precisar la identificación de restos arqueológicos de camélidos se aplican variadas técnicas de análisis, siendo las más frecuentes: osteometría, morfología de incisivos y fibras, y recientemente isótopos estables y ADN. Cada una presenta fortalezas y limitaciones, y por ello se considera que su combinación podría mejorar la discriminación buscada. Se presentan, a modo de ejemplo, resultados de la combinación de osteometría, pruebas estadísticas multivariadas, isótopos y ADN, realizada sobre un espécimen arqueológico, una escápula del sitio ARQ-18, con contexto fechado en 3090 años Cal. A.P. (3340-2870, 2 sigma), con el objetivo de lograr su identificación taxonómica. El espécimen testeado se identificó como vicuña, morfométricamente similar a seis especímenes comparativos actuales. En cambio, los resultados de isótopos no permitieron una discriminación taxonómica, mientras que el ADN la alcanzó a nivel de subespecie para *Vicugna*. Frente a ello, se apunta a fortalecer la osteometría, pruebas estadísticas y colecciones de referencia, dado que han arrojado satisfactorios resultados en diversas partes de los Andes. Comparada con los otros métodos novedosos, tiene más potencia para distinguir entre camélidos domésticos y silvestres. Resulta más económica, no destructiva, puede aplicarse sobre una mayor cantidad de especímenes y con básicos requisitos en conservación, además sus resultados pueden replicarse.

Palabras claves: camélidos sudamericanos, osteometría, ADN, isótopos estables.

Abstract

This paper is part of a larger research project, whose principal goals include contributing to the knowledge of human subsistence in Central West Argentina. Specifically, they address the use of camelids, establishing the presence of diverse morphotypes (wild and domestic) and determining economic strategies, in terms of the consumption of these animals by inhabitants of the region throughout the Holocene. Given the necessity of more precisely identifying camelid archaeological remains, various techniques have been used. The most common are: osteometry, incisor and fiber morphology, and recently, stable isotopes and aDNA. Each of these analysis has strengths and weaknesses, and for this reason, combining them may be able to improve the desired distinction. This paper presents, as an example, a combination of osteometry, multivariate statistics, isotopes, and aDNA from a single archaeological specimen, a scapula from the site ARQ-18, in a context dated to 3090 cal B.P. (3340-2870, 2 sigma), with the goal of identifying the species. The tested specimen was identified as *Vicugna vicugna*, as it is morphometrically similar to six modern comparative specimens. In contrast, the results of isotopes did not allow for a taxonomic discrimination, while the aDNA did so to the level of genus. Based on this, osteometry, statistical tests, and reference collections should be improved, which have already been successfully applied in various parts of the Andes. Compared to the other newer methods, osteometry has more potential to distinguish between domestic and wild camelids. It is much affordable, non-destructive, does not require excellent preservation, and generates results which can be replicated.

Keywords: south american camelids, osteometry, aDNA, stable isotopes.

Introducción

Planteo del problema

En muchos contextos arqueológicos andinos la mayoría de los restos faunísticos recuperados corresponden a camélidos y son identificados a nivel de familia como Camelidae (Mengoni y Yacobaccio, 2006; Olivera, 1997; Yacobaccio, 2003). Dada la importancia que estos animales tuvieron para las sociedades andinas pasadas, se torna necesario alcanzar un nivel de *identificabilidad* más fino de los especímenes, logrando destacar la presencia de camélidos domésticos y silvestres en los diferentes contextos. Ello permitiría precisar las diferentes modalidades practicadas por los grupos humanos en cuanto al aprovechamiento de ese recurso animal (Izeta, 2004).

Con ese propósito se inició un proyecto de investigación amplio tanto a nivel temporal (5000-500 AP) como espacial (San Juan y norte de Mendoza, Argentina). Los estudios zooarqueológicos allí adolecían de especificidad en cuanto al aprovechamiento de los camélidos silvestres y domésticos (Gasco, 2013: Capítulo 3; Privitera, 2011). Se trabajó sobre el conjunto arqueofaunístico de sitios localizados en diversos ambientes (Cordillera, Valles intermontanos y Precordillera), aplicando diferentes análisis tendientes a discriminar entre las

cuatro especies de camélidos, y apuntando a establecer las estrategias de subsistencia practicadas (Gasco, 2013).

La osteometría, junto a las pruebas estadísticas aplicadas, resulta una de las técnicas más utilizadas para la discriminación de camélidos sudamericanos en contextos arqueológicos (por su simplicidad, replicabilidad, economía, entre otros) (e.g. Cartajena, 2009; Izeta, 2004; Kent, 1982; Miller y Gill, 1990; Vásquez y Rosales, 2009). Sin embargo, la confiabilidad de sus resultados no está libre de discusión, dado que dependen, en gran medida, de la colección de referencia comparativa. Ésta varía entre investigadores, en general son reducidas en número, y por tanto, es poco factible que manifiesten la variabilidad métrica actual de las cuatro especies. Además, se desconoce el rango de variabilidad morfométrica pasada de los camélidos, que podría vincularse a cambios geográficos, climáticos, biológicos a lo largo del tiempo. A la vez, y sólo bajo el marco del Uniformatismo y Actualismo (Gifford-González, 1991), se puede sostener como válida la comparación de datos métricos actuales con los provenientes de especímenes arqueológicos, aunque aún deban evaluarse los posibles cambios morfométricos experimentados por los animales a lo largo del Holoceno (Mengoni y Yacobaccio, 2006) como lo documentado para guanacos en Patagonia continental (L'Heureux, 2008). Frente a ello, se considera que la combinación de distintos análisis sobre un mismo espécimen, pueden arrojar luz sobre su identificación taxonómica y sobre la validez de los mismos análisis al contrastarlos. Por ello, en los últimos años ha sido más frecuente la aplicación de análisis isotópicos y genéticos sobre restos arqueológicos y actuales a fin de establecer los patrones comparativos y apuntar a lograr la discriminación, en este caso, entre los camélidos domésticos y silvestres.

Este trabajo presenta a modo de ejemplo, los resultados obtenidos de la aplicación de tres técnicas de análisis sobre un mismo espécimen arqueológico, una escápula proveniente del sitio ARQ-18 (Tabla 1), emplazada en la Cordillera sanjuanina. En ese marco, el objetivo es dar cuenta de la utilidad de la osteometría como técnica comparativa para la discriminación taxonómica de restos arqueológicos de camélidos sudamericanos, al menos desde los últimos 3000 años (establecimiento de las condiciones climáticas actuales [Zárate et al 2010]). A partir de ello, aportar un dato más (tanto métrico como químico) a los escasos casos comparativos para las vicuñas, recientemente documentadas en contextos arqueológicos de la región.

El sitio: estado de su conocimiento

Lama ARQ-18 es una cueva y alero en un pequeño valle glaciario a 3.760 msnm (29°19'50,6"/69°54'14,2") (Cortegoso, 2014; Durán y Cortegoso, 2009; Winocur 2014). El ambiente es rico en recursos bióticos y abióticos (Gasco, 2013: Capítulo 5), ubicado en un punto natural de acceso a la divisoria de vertientes cordilleranas argentino-chilenas (Fig. 1 y 2). Muestra una secuencia de ocupación humana que abarca gran parte del Holoceno (con 18 fechados radiocarbónicos) (Cortegoso et al 2012). Se inicia mediante la exploración del área, alrededor de 9000 años AP, mostrando una discontinuidad de 1600 años durante el Holoceno medio, y luego continúa

hasta 1500 años AP y 700 AP en el interior de la cueva (Cortegoso, 2014). Se recuperó, además de los restos óseos faunísticos (Gasco 2009, 2014a), abundante cantidad de material lítico (Castro et al 2011; Cortegoso et al 2012), cordelería, cueros, restos botánicos (Llano y Fernández, 2014) y cerámicos que han sido objeto de numerosos estudios.

Durante la etapa más temprana del Holoceno medio, se plantea que la ocupación y aprovechamiento del sitio sería estacional por grupos cazadores-recolectores con circuitos de movilidad amplios que habrían colonizado estos ambientes de altura, probablemente desde la vertiente chilena (Cortegoso et al 2012). La aridez extrema del Holoceno medio en el área andina, y sus vacíos arqueológicos, es un tópico abordado a escala regional en los últimos años (Gasco, 2013: Capítulo 3). En la región, el período más árido está registrado entre 7500 y 6000 años AP (Maldonado y Rozas, 2008; Veit, 1996). El *hiatus* de casi 1600 años en el sitio (entre 7550-5850 años AP, medianas calibradas) podría correlacionarse con las condiciones ambientales registradas: disminución de las precipitaciones, mayor aridez y aumento de la temperatura (Grosjean et al 1997; Maldonado y Rozas, 2008).

La explotación del área posterior a este *hiatus* fue realizada por sociedades con un sistema de subsistencia diferente al anterior, y pudo ser parte de un proceso de recolonización del área (Castro et al 2011; Gasco, 2014a). Por tanto, para la ocupación más tardía del Holoceno medio y las subsiguientes en el Holoceno tardío, se sostiene que muestran una mayor continuidad temporal en el uso del sitio, como así también la particularidad de sucesivos acondicionamientos del espacio (Cortegoso, 2014). Existe una correlación entre las ocupaciones humanas en altura y los períodos con alta disponibilidad de agua en la Cordillera estudiados por Veit (1996) para el Norte Chico Chileno. Cabe destacar entonces que los grupos que hicieron uso del resguardo llevaron adelante una estrategia de subsistencia combinada, en donde la pastoril se desarrolló tempranamente (dentro del rango 5800-4900 Cal. AP) como en sitios del NOA (Yacobaccio, 2003: Tabla 1) y la cazadora se mantuvo constante. De este modo, las actividades económicas se verían diversificadas a través de la incorporación de prácticas ganaderas, como estrategia para minimizar el riesgo (Winterhalder et al 1999) en situaciones ambientales adversas (aridez o frío) como las registradas en la región (Gasco, 2013: Capítulo 9).

La relevancia de este sitio en el contexto regional está dada por presentar los fechados más tempranos de ocupación, evidenciar casi una continuidad en el uso del mismo y por los cambios operados en las estrategias de subsistencia registradas a lo largo de la secuencia (Cortegoso, 2014; Cortegoso et al 2012; Gasco, 2013: Capítulo 9).

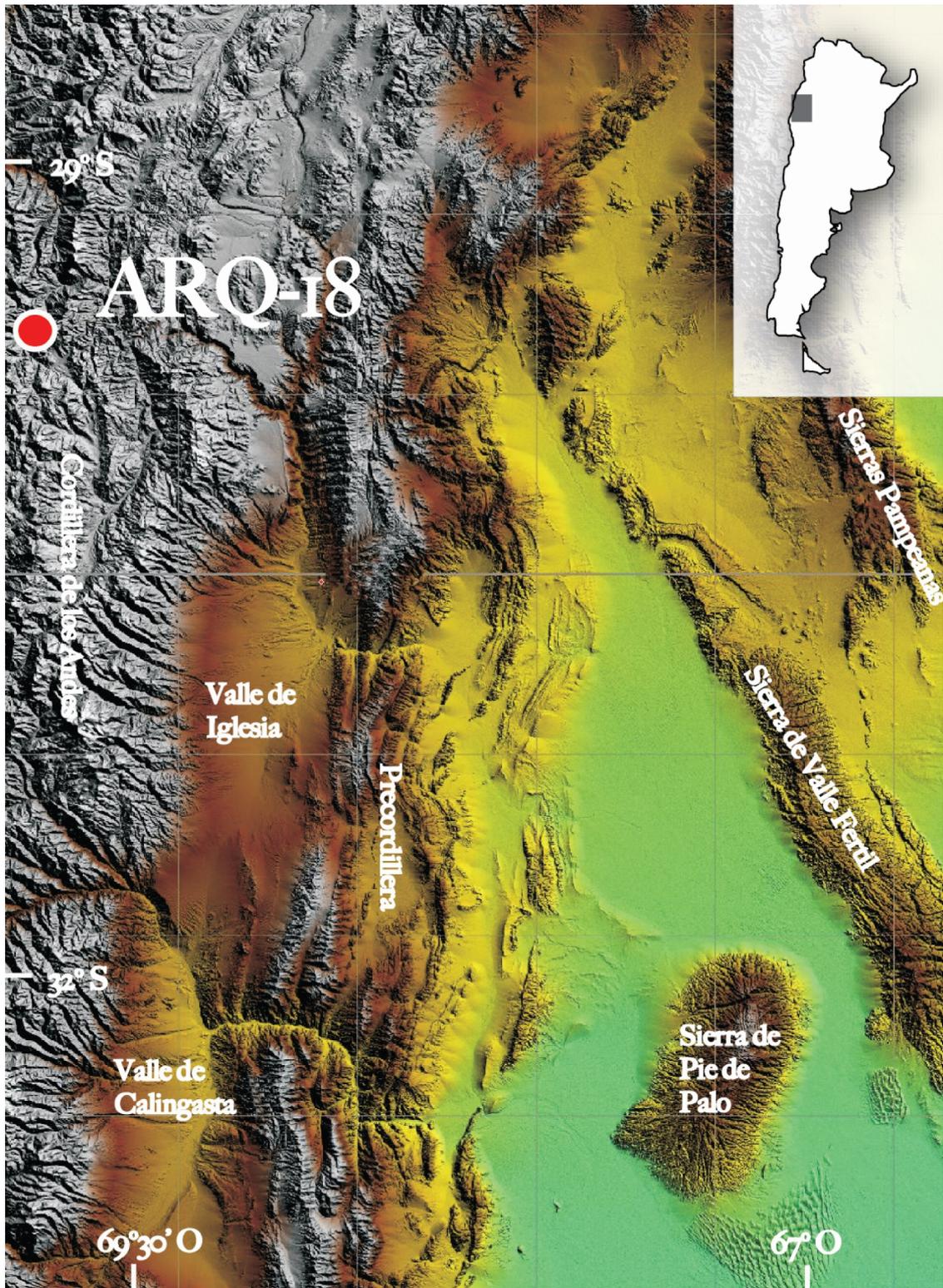


Figura 1. Localización del sitio ARQ-18, modificado de Gasco (2013: Fig. 5.1).

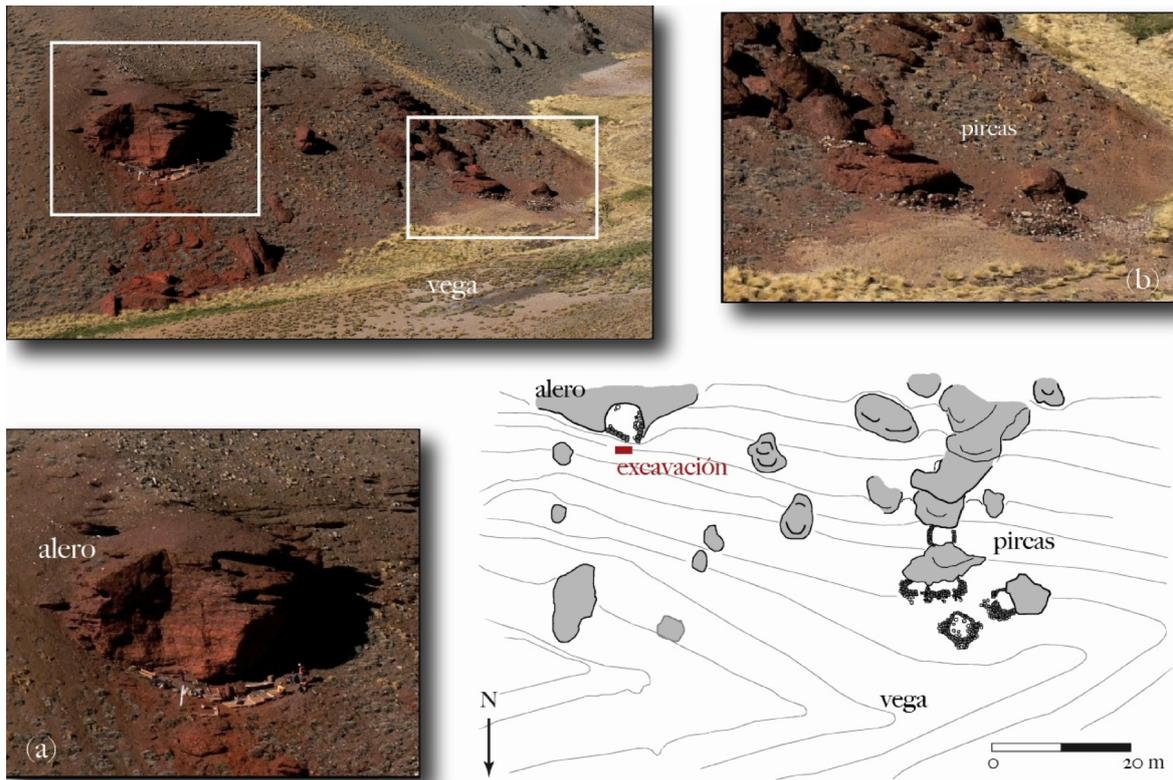


Figura 2. Vista del área de interés ARQ-18. Planimetría con cotas de nivel de 1 m, (a) alero y excavación y (b) pircas, tomado de Gasco, 2013: Fig. 5.4).

El conjunto faunístico de ARQ-18

El conjunto arqueofaunístico de ARQ-18 cuenta con un total de 12.297 especímenes recuperados de una excavación sistemática de 2 m² con una profundidad de 2,50 m. Como muestra, en trabajos previos se estudió el material óseo recuperado en el Sondeo 2 de 0,50 m² (NSP 2.125). Se realizaron estudios comparando la integridad (pH, humedad, meteorización, termoalteración, índices de fragmentación y supervivencia), composición taxonómica, anatómica y los patrones etarios de los conjuntos faunísticos de cada capa estratigráfica (Gasco, 2014a). Además en otro estudio se aplicaron análisis osteométrico, isotópicos y de ADN sobre distintos elementos anatómicos postcraneales asignados a Camelidae que cumplieran los requisitos para la utilización de estas técnicas (NISP 81) a fin de establecer la presencia de especímenes domésticos y silvestres (Gasco, 2013: Capítulos 8 y 9).

Mediante los estudios de integridad se explicó la ausencia de restos óseos en las últimas capas estratigráficas correspondientes a las ocupaciones más tempranas. No obstante, para las ocupaciones más tardías (a partir del Holoceno medio), fue posible generar información relevante sobre las estrategias de subsistencia adoptadas por los habitantes del sitio. Como conclusiones de dichos estudios se desprende que la muestra arqueofaunística analizada registra una escasa representación de taxones, y el mayor porcentaje lo alcanza los camélidos (86% ver Gasco, 2014a: Tabla 4). Esto se vincula a

que dichos animales muestran la mayor abundancia y representan a los de mayor *ranking* entre la fauna de la región. La baja diversidad de taxones indicada resulta relativa y debe considerarse, dado que entre los camélidos se engloba a tres especies: *Lama glama*, *Lama guanicoe* y *Vicugna vicugna* y se condice directamente con la abundancia relativa de los recursos del ambiente. Mediante la aplicación del análisis osteométrico se pudo establecer la explotación de camélidos tanto silvestres como domésticos a partir del Holoceno medio (Gasco, 2013: Tabla 9.1). La presencia de los camélidos silvestres (NISP guanaco: 38,3%; NISP vicuña: 21,0%) junto al de aves, evidenció que la caza constituyó una estrategia de subsistencia relevante y continua a lo largo de la secuencia de ocupación. Por otra parte, se demostró con firmeza la presencia del morfotipo doméstico en el sitio (NISP: 40,7%). Ello implicó la adopción de prácticas ganaderas a partir del Holoceno medio y la trashumancia como estrategia en el manejo del rebaño, en lo concerniente al aprovechamiento de pasturas de altura en época estival (dadas las características climáticas imperantes) (Gasco, 2013: Capítulo 9). Esta ocupación temporal debió darse desde zonas más bajas en donde se pudo habitar la mayor parte del año y desde la cual el acceso al alero no generó mayores dificultades (Lucero et al 2014). En este contexto faunístico, la escápula presentada aquí es uno de los varios elementos anatómicos que se asignaron a vicuña por osteometría en el sitio, y presenta la particularidad de haber sido sometida además a otras dos técnicas analíticas.

La Vicuña: subespecies y localización

Constituye la especie silvestre más pequeña de la familia Camelidae. Las características de los incisivos inferiores (de crecimiento continuo y esmalte en la cara labial) junto a los labios leporinos, permiten una mejor manipulación de los vegetales, aprovechando pastos muy cortos y partes basales. Es netamente pastoreador y debe beber agua con frecuencia. La existencia de poblaciones sedentarias o móviles parece depender de factores ambientales (climáticos y topográficos), disponibilidad de pasturas, entre otros.

Los patrones de movilidad documentados cumplen con las expectativas de la teoría del forrajeamiento óptimo (Mosca y Puig, 2010:455; Vilá, 2000:175-179; Villalba, 2000:68; y citas en ellos). Su distribución se restringe actualmente a los ecosistemas puneños y altoandinos, con un ajuste adaptativo muy importante, limitada a elevaciones por encima de los 3.500 msnm. Se prolonga desde 9°50' en el Parque Nacional Huascarán en Perú, hasta 29°30' latitud sur en las provincias de Atacama (Chile) y San Juan (Argentina) y hacia el extremo oriental de las punas de Bolivia y Perú (Cajal y Puig, 1992:37; Cardozo, 2007:126; Franklin, 1982:471; Laker et al 2006:7).

Se han establecido dos subespecies de vicuña por rasgos fenotípicos como tamaño y coloración: *Vicugna vicugna mensalis*, localizada entre los 9° y 18° de latitud sur y *Vicugna vicugna vicugna*, entre los 18° y 29° de latitud sur. La coloración del pelaje de la norteña es marrón canela en la parte dorsal y lateral del cuerpo, a lo largo del cuello, y la porción dorsal de la cabeza. El pecho, vientre, sector interno de las patas, punta y sector ventral de la cola de color blanco. En contraposición, la sureña es más clara, dado que la

distribución del color blanco cubre un área mayor del cuerpo, sube del vientre hasta la mitad de las costillas, cubriendo toda la ijada y el sector anterior de las extremidades traseras, además, no exhibe el mechón pectoral.

En cuanto al tamaño, *V. vicugna mensalis* es más pequeña que *V. vicugna vicugna*. El tamaño de longitud de los tres molares y la alzada a la cruz presenta diferencias de 45 vs. 57 mm y 70 vs. 90 cm, respectivamente. No se observa dimorfismo sexual significativo, presentando en promedio una longitud total y peso vivo en *V.v. mensalis* de 96,33 cm, 33,24 kg para hembras y 110,73 cm con 36,22 kg para machos. Mientras que para *V.v. vicugna* las mismas variables métricas otorgan los siguientes valores: en hembras 150,09 cm, 44,03 kg y en machos 148,15 cm y 41,89 kg (Fowler, 2010: Tabla 1.5-1.6; Wheeler, 1995:277-278, Tabla 3; Wheeler, 2006 y citas en él; Wheeler y Laker, 2009:25-27; Yacobaccio, 2006).

En el área de estudio, la distribución más meridional actual para *Vicugna vicugna* está dada en el Parque Nacional San Guillermo, en el noroeste de la Provincia de San Juan. Su presencia en sitios arqueológicos tanto de San Juan como de Mendoza no ha sido reportada con frecuencia; recientemente, se ha documentado en valles de altura cordilleranos de San Juan y en la Precordillera mendocina (Gasco 2009, 2014a; Gil et al 2011b). Se demuestra entonces que la distribución pasada de este animal silvestre pudo alcanzar las tierras altas cordilleranas y precordilleranas, más al sur de su distribución actual (Gasco, 2013: Capítulo 9). Con esto se establece que las asignaciones taxonómicas realizadas de manera tradicional de contextos arqueológicos cuyanos deberán ser revisadas, dado que se descartaba *a priori* la posibilidad de explotación de la vicuña.

Discriminación entre camélidos en contextos arqueológicos

Se dispone de diferentes métodos, cualitativos y cuantitativos, para diferenciar restos arqueofaunísticos de camélidos sudamericanos. Se realizan estudios de morfología dentaria y craneal (e.g. Kaufmann, 2009; Puig y Monge, 1983; Riviere et al 1997; Wheeler, 1982); morfología de fibras (e.g. Reigadas 1994, 2010) y osteología (e.g. Benavente et al 1993). Los estudios genéticos apuntan a determinar el origen de las especies domésticas y la especificación de la variabilidad presente en la familia de camélidos (e.g. Bruford et al 2003:905; Kadwell et al 2001; Marín et al 2007, 2008; Wheeler et al 2006); además de estos análisis de ADN mitocondrial y microsatélite sobre muestras actuales, se trabaja también con ADN antiguo sobre los restos arqueológicos y paleontológicos (e.g. Metcalf, 2012; Renneberg, 2008; Renneberg et al 2009; Vásquez, 2008; Weinstock et al 2010).

Finalmente, otros estudios cuantitativos se focalizan en las mediciones sobre cráneos (e.g. Lairana Ramírez, 1996; Puig, 1988) y otros sobre el esqueleto postcraneal, los cuales han tomado un vuelo destacado en las últimas décadas (e.g. Cartajena, 2009; Izeta, 2006; Kent, 1982; Miller y Gill, 1990; Yacobaccio, 2010). Es importante destacar que estudios realizados en diversos mamíferos actuales mostraron que el coeficiente de variación estimado en los elementos del esqueleto postcraneal resultó menor que el

estimado en los elementos craneales. Por tanto, el estudio osteométrico postcraneal resulta más representativo de la variabilidad en una población biológica (Yablokov, 1974: 75 citado en Davis, 1996:599-601).

Deben sumarse también otras técnicas: alometría (Wheeler y Reitz, 1987), análisis lanimétricos (Gecele et al 1997 en Mengoni, 2008); cortes histológicos de hueso (Kent, 1982); e isótopos estables (Barberena et al 2009; Izeta et al 2009; Samec, 2012; Samec et al 2011; Yacobaccio et al 2009). Todas ellas contribuyen, en diferentes escalas, a responder los variados interrogantes que se postulan en torno a la presencia de restos de camélidos sudamericanos en contextos arqueológicos.

Por tanto, y considerando la importancia económica, social y simbólica que los camélidos han tenido en el desarrollo de las sociedades andinas y subandinas; ante la gran cantidad de especímenes identificados sólo a nivel de familia (Camelidae); ante las características generales de preservación y conservación de otros restos de dichos animales (pieles, cueros, fibra, cráneos, dientes), es que la técnica osteométrica postcraneal se mantiene vigente, actualizada y en desarrollo en los diferentes países andinos (Izeta, 2009; Mengoni, 2010; Mengoni y Yacobaccio, 2006; Yacobaccio, 2001; Yacobaccio y Korstanje, 2007; Vásquez y Rosales, 2009; entre otros).

Metodología

El espécimen bajo estudio, una escápula procedente de ARQ-18 con una fecha del contexto de 3090 años Cal. A.P. (3340-2870, 2 sigma)¹, fue sometido a tres tipos de análisis: osteométrico (código ARQ.18-B.11103), isotópico (código 241) y genético (código 8033), (Tabla 1 y Figura 3).

La aplicación de análisis químicos y genéticos sobre restos arqueofaunísticos resulta novedosa, en el área de estudio, por la información que en sí mismos ofrecen y también como posible fuente de contrastación con los resultados obtenidos mediante la osteometría.

Tabla 1. Datos de procedencia del espécimen estudiado de ARQ-18.

2º Acondicionamiento: Cubeta. Baja cantidad de carbón. Escaso material				
Cuadr.	Extr.	Capa (espesor)	Sedimento	Fecha
B	15	III.a (20 cm)	Grisáceo con ceniza, suelto	2980±70 AP (LP-1748) Cortegoso et al 2012A:Tabla 2



Figura 3. Escápula del sitio ARQ-18. Espécimen arqueofaunístico analizado mediante osteometría, isótopos y ADN, (fotografía A. Gasco).

Para la aplicación de la técnica de análisis osteométrica, se siguió el protocolo métrico de Kent (1982: Apéndice IV), tomando las medidas con un

calibrador digital (precisión 0,01 mm) (Figura 4), por un único observador. Las pruebas estadísticas multivariadas se realizaron con el software *PAST* (versión 2.14) (Hammer et al 2001). Se efectuaron Análisis de Conglomerados, mediante el método pares de grupo y empleando distancia de similitud euclidiana, obteniendo un fenograma; y Análisis de Componentes Principales, con matrices de varianza-covarianza, resultando un gráfico de dispersión. Se utilizó como colección comparativa material colectado, procesado y catalogado exclusivamente para tal fin en el Laboratorio de Paleoecología Humana, U.N. Cuyo, y fue medido por un único observador (Gasco, 2014b) (Tabla 2 y 3).

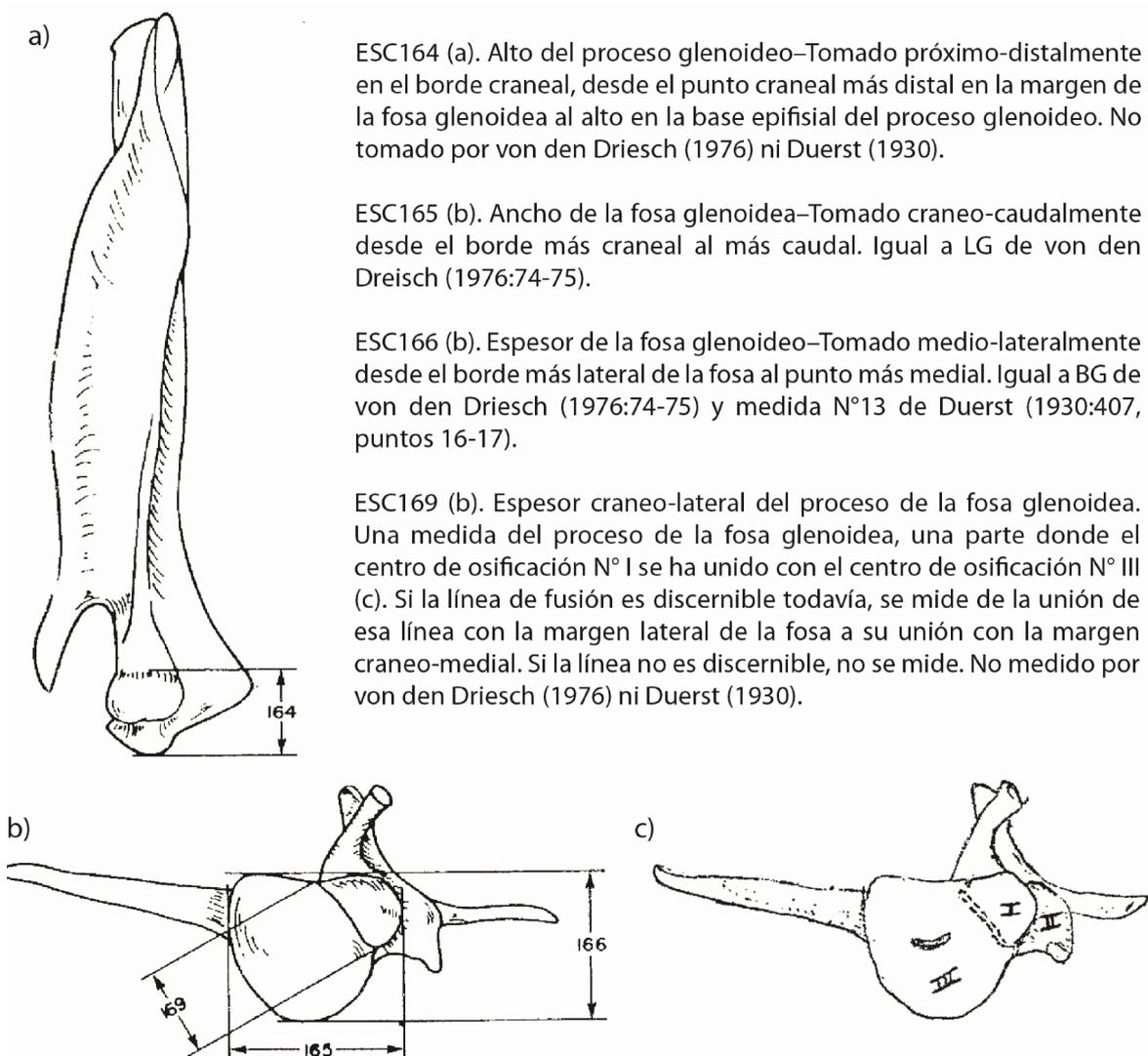


Figura 4. Guía osteométrica para la escápula. Descripción y soporte gráfico, modificado y traducido de Kent, 1982: Apéndice IV14, Figuras II.2 y IV.10.

Tabla 2. Colección comparativa para el análisis osteométrico, cantidad y procedencia. Referencia: Lg-*Lama guanicoe*; Lgl-*Lama glama*; Vv-*Vicugna vicugna* y Vp-*Vicugna pacos*.

	Especímenes	Individuos	Procedencia
Lg	18	13	Argentina (La Rioja, San Juan, Mendoza) y Perú (Ñuñoa)
Lgl	4	2	Argentina (Jujuy) y Bolivia (Oruro)
Vv	6	3	Zoológico de Mendoza (Argentina)
Vp	2	1	Zoológico de Mendoza (Argentina)

Tabla 3. Estadística descriptiva univariada de la colección de referencia para el elemento escápula.

164	165	166	169				164	165	166	169
18	18	18	18	Lg - Guanaco	N	Vv - Vicuña	6	6	6	6
23.47	34.87	30.33	20.43		Mínimo		15.03	25.67	22.69	19.03
28.02	39.99	36.97	30.93		Máximo		21.20	28.90	26.09	22.83
26.21	37.87	33.44	24.67		Promedio		18.11	27.83	24.91	20.51
0.37	0.30	0.40	0.70		Error estándar		1.11	0.48	0.50	0.55
2.41	1.64	2.81	8.92		Varianza		7.35	1.38	1.48	1.83
1.55	1.28	1.68	2.99		Desvío estándar		2.71	1.18	1.22	1.35
26.17	37.77	33.58	23.81		Mediana		18.15	28.25	25.18	20.30
4	4	4	4	Lgl - Llama	N	Vp - Alpaca	2	2	2	2
23.64	30.30	28.27	18.99		Mínimo		19.48	28.47	28.34	21.23
25.70	31.10	29.50	21.70		Máximo		20.12	28.69	30.01	22.96
24.68	30.71	28.72	20.33		Promedio		19.80	28.58	29.18	22.10
0.44	0.17	0.27	0.73		Error estándar		0.32	0.11	0.84	0.87
0.76	0.12	0.29	2.16		Varianza		0.20	0.02	1.39	1.50
0.87	0.34	0.54	1.47		Desvío estándar		0.45	0.16	1.18	1.22
24.69	30.73	28.55	20.32		Mediana		19.80	28.58	29.18	22.10

Para el análisis isotópico, la extracción de colágeno y el tratamiento de la muestra fue realizado por Adolfo Gil en el Museo de Historia Natural de San Rafael (Mendoza), siguiendo el método estándar detallado en Ugan y Coltrain (2012) y posteriormente continuó su estudio en la Universidad de Utah, Stable Isotope Facility for Environmental Research y en la de Wyoming Stable Isotope Facility, en Estados Unidos. Se han obtenido resultados para $\delta^{13}C_{col}$; $\delta^{13}C_{apat}$; $\delta^{15}N$ y $\delta^{18}O$, las propiedades de cada uno de estos isótopos han sido ampliamente presentadas y debatidas (e.g. Barberena, 2002; Berón et al 2012; y citas en ellos). Los isótopos estables proveen una evidencia cuantitativa de la dieta de los animales del pasado, en este caso de los camélidos. En particular, permiten evaluar el consumo de especies vegetales con vía fotosintética C_3 vs. C_4 , dado que estas últimas se encuentran adaptadas favorablemente a las condiciones de *stress* hídrico imperantes en ambientes áridos (Ehleringer y Cerling, 2001; Tieszen, 1991; para el norte de Mendoza ver Cavagnaro, 1988;

Llano, 2009). Sobre esta base se puede discutir el tipo de ecosistemas en que pastaron estos animales. Se considera que en ciertos casos, la integración de datos isotópicos con otras evidencias complementarias puede sugerir el manejo humano de rebaños y el consumo de recursos vegetales domésticos, tales como el maíz (Falabella et al 2007; Izeta et al 2009).

En el caso del análisis molecular, la extracción del ADN y el armado de las cadenas de la polimerasa (RCP) fueron realizados según protocolos estándares para ADN antiguo en un laboratorio estéril y aislado, con presión atmosférica positiva, aspiradora con filtro HEPA, luces UV y limpieza regular con lavandina, en Australian Centre for Ancient DNA School of Earth and Environmental Sciences, Australia. Antes de extraer la muestra de ADN, en la etapa de preparación, la capa superficial de hueso fue extraída mediante el uso de una sierra Dremel para reducir las posibilidades de contaminación. Posteriormente, el hueso fue pulverizado con un Mikro-Dismembrator (Sartorius) con un molino de bolas de carburo y el ADN se logró extraer de ~0,3 g de hueso, según los métodos descritos por Brotherton y colaboradores (2013). La muestra fue extraída junto a cuatro más y una extracción simulada para controlar la contaminación, como se requiere según los estándares estrictos de los métodos de ADN antiguo. Se apuntó a seis fragmentos de ADN superpuestos, para un total de 432 pares de base de la región control mitocondrial. El muestreo genético se realizó recuperando las secuencias del gen para citocromo b y 288-700 bp de la Región de Control del ADNmt (Metcalf 2012).

Los pares utilizados como iniciador incluyeron:

camCR1F (ACAACCGGCGGCATAGTC),
camCR1R (GCTTATATGCATGGGGCAA),
camCR2F (TCATGTCTAACATACATAAACCTCAA),
camCR2R (TGTGCTATGCACGAACAAGA),
camCR3F (TGTTTGCCCATGCATATAA),
camCR1F3R (GAGCGGGTTGATGATTTTAC),
camCR34F (TCTTGTTTCGTGCATAGCACAT),
camCR4R (TAGAAACCCACGATGGAT),
camCR5F (ATCAACCCGCTCGGCA),
camCR5R (TAGTCATTAGTCCATCGAGA),
camCR6F (CGTGGGGTTTCTATACCG),
camCR6R (CCAAATGCATGACACCACAG)

Los amplicones fueron secuenciados con la química del programa BigDye y un Analizador Genético ABI 3130XL. La secuenciación directa de amplicones RCP da una secuencia de consenso, que es muy robusta y precisa, especialmente cuando se *ensamblan* con varios fragmentos superpuestos que se amplificaron independientemente, como en este estudio (e.g. ver Orlando et al 2009; Rawlence et al 2012; Bray et al 2013). Para más detalles sobre la extracción, métodos de RCP y los métodos de secuencias, se puede ver Metcalf et al (2016).

Las secuencias de guanaco y vicuñas modernas fueron bajadas de GenBank

(AY856270-AY856341, AY856157-AY856269; Marín et al 2007, 2008), y 12 secuencias de alpacas modernas (AY856145-AY856156; Maté et al 2004), y se agregó una secuencia de *Camelus bactrianus* (NCBI EF212038) como un grupo externo (*outgroup*).

Las secuencias se alinearon con Geneious v3.6.5 utilizando su configuración por defecto y confirmadas visualmente. Se reconstruyeron las relaciones filogenéticas de camélidos con métodos Bayesianos con BEAST (Drummond y Rambaut, 2007; Drummond et al 2012) usando el modelo HKY85 de evolución de nucleótidos con el modelo de heterogeneidad de sitios gamma para sitios gamma + no variantes y un reloj estricto.

Se hicieron 10.000.000 iteraciones del Markov Chain Monte Carlo y las muestras posteriores se anotaron cada 1000 iteraciones. Un vez que los parámetros fueron confirmados que se muestrearon lo suficiente con Tracer v1.5 (Rambaut y Drummond 2007), se generó un árbol de máxima credibilidad con TreeAnnotator v1.7.4 que se visualiza con FigTree v1.3.1 (Drummond et al. 2012).

Resultados

El fenograma muestra dos agrupamientos, separados a una amplia distancia de similitud. Uno de los grupos está constituido por los especímenes comparativos de guanacos, y el otro por los de llamas, alpacas y vicuñas, además de los promedios para las últimas dos especies manejados por Kent (1982); ambos homogéneos en su relación interna. Dentro de cada uno de ellos, se generan subgrupos que son más claramente observados en el gráfico de dispersión resultado del ACP (Fig. 5). En ese gráfico, la totalidad de los especímenes de guanacos se ubican a la derecha del eje vertical, mostrando una distribución amplia verticalmente y cerrada sobre el eje horizontal, sin relacionarse con el resto de los especímenes para las otras especies analizadas. Por otra parte, la distribución de los especímenes de llamas se muestra más cerrada, ubicada en el cuadrante inferior izquierdo, la de alpacas y vicuñas se muestra cerrada sobre el eje horizontal, pero más dispersa en general considerando que son escasos los datos. El único espécimen arqueológico estudiado (Tabla 4) se vincula a un subconjunto conformado por vicuñas.

El Análisis de Conglomerados con los datos genéticos actuales para *Lama guanicoe*, *Vicugna v. vicugna*, *V. v. mensalis* y *V. pacos*, generó dos conglomerados, uno agrupando a los datos para *Lama* y otro a los *Vicugna*, e incorporó a la escápula arqueológica en el segundo. La muestra arqueológica (8033) representa un haplotipo único, o sea, ninguna secuencia moderna es igual a esta, y se agrupó dentro de la diversidad moderna del género *Vicugna*. Los haplotipos más relaciones fueron representados por la vicuña moderna, identificada como la subespecie *V. v. vicugna*. Los haplotipos más estrechamente relacionados provienen del Parque Nacional Lullaillaco en Chile y de la Reserva Provincial San Guillermo en San Juan, Argentina. Dentro de ese agrupamiento se registra claramente una distinción entre los datos comparativos de las dos subespecies de vicuña actual (Fig. 6). Los partidores

del análisis genético, alelos amplificados y secuencias del haplotipo arqueológico se encuentran en otro trabajo (Metcalf et al 2016).

La secuencia (muestra 8033)

>8033A_3720_vvv

```
CCCAAATAATACTCTAGTACTAAAAGAAAATTCTATGCCTGATATGCATAAACC
CTCAATACTTACATGTCACAGCACGCGTTGCGTGCTATATGTACATCGTGCA
TAA AATTGNNNNNNNNNNNNNNNNNNNGCATGTACATCTTATCCTTGTTGCGTG
CATAGCACATCATGTCAAATCATTTCAGTCAGTACGCATATCACCACCCATA
GATCACGAGCTTAATCACCAGGCCGCGTGAAATCATCAACCCGCTCGGCA
GGGATCCCTCTTCTCGCTCCGGGCCCATCCATCGTGGGGGTTTCTATACTG
GAACTTTACCAGGCATCTGGTTCTTACTTCAGGACCATCTCACCTAAAATCG
CCCACACTTTCCTCTTAAATAAGACATCTCGATGGACTAATGACTAATCAGC
CCATGCTCACACATAA
```

El valor obtenido para $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ (Tabla 4) se muestra próximo al promedio presentado para los camélidos del Centro oeste (Gil et al 2012) y a los valores para vicuña en la Puna seca (Samec, 2012:Fig. 3) con una altitud similar a la del sitio en estudio. Se sugiere el consumo predominante de especies vegetales de tipo C_3 , consistente con los relevamientos fitogeográficos programa BigDye gráficos regionales, que indican el predominio de las mismas en contextos de altitud elevada (Cavagnaro, 1988; Llano, 2009).

Por otra parte, cabría esperar un valor de $\delta^{18}\text{O}$ más empobrecido al obtenido, dado que la muestra procede de un contexto de altitud elevada, y ese individuo habría consumido aguas de origen cordillerano, que se encuentran empobrecidas en los Andes (Gil et al 2011a; Ugan et al 2012). Valores tan enriquecidos como el obtenido de la escápula, se han documentado en zonas caracterizadas por fuerte aridez o de menor altitud como La Payunia, La Pampa y la costa chilena (ver Berón et al 2012; Falabella et al 2007; Gil et al 2012). Por tanto, dicho valor estaría reflejando el consumo de aguas procedentes de menores altitudes, es decir rangos de movilidad más amplias, e incluso rangos centrados en otros ambientes bajos. Si consideramos válida la asignación por osteometría, y contemplando el comportamiento territorial acotado de las vicuñas, como se documenta en el Parque San Guillermo (Cajal 1989), es poco probable que dicho valor sea producto del consumo promediado de aguas procedentes de ecozonas bajas y altas.

El valor $\delta^{15}\text{N}$ en consideración con la procedencia del espécimen, también da cuenta del movimiento de los animales, dado que cabría esperar valores más enriquecidos en contextos de menor altitud, en función de un posible efecto de la aridez y el *stress* hídrico (Gröcke et al 1997). Sin embargo, un estudio isotópico reciente sobre muestras de camélidos del centro oeste argentino establece que los valores de $\delta^{15}\text{N}$ presentan una casi nula correlación con la altitud (Gil et al 2012). Otros especímenes procedentes del mismo sitio arqueológico fueron sometidos a estudios isotópicos y los valores de cada uno de los isótopos testeados muestran una gran variabilidad

independientemente de la especie (Gasco, 2013: Tabla 8.2). Por ello, se espera que los estudios actualísticos encarados sobre muestras de vicuña del Parque San Guillermo (San Juan) revelen datos específicos para la ecología isotópica local, y de ese modo esclarecer estos valores, al momento, anómalos.

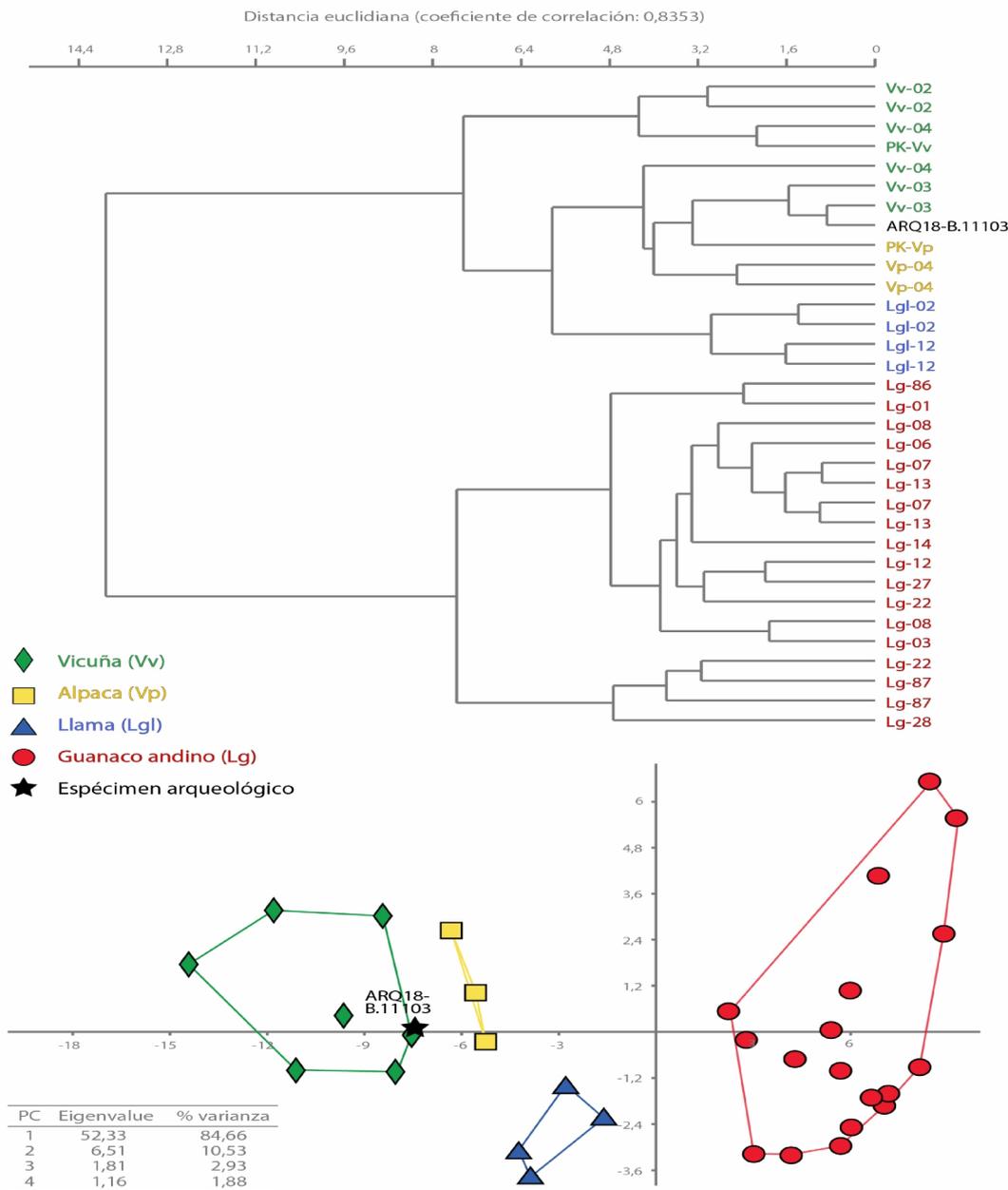


Figura 5. Análisis osteométrico. Fenograma del Análisis de Conglomerados (arriba) y gráfico de dispersión del Análisis de Componentes Principales (abajo).

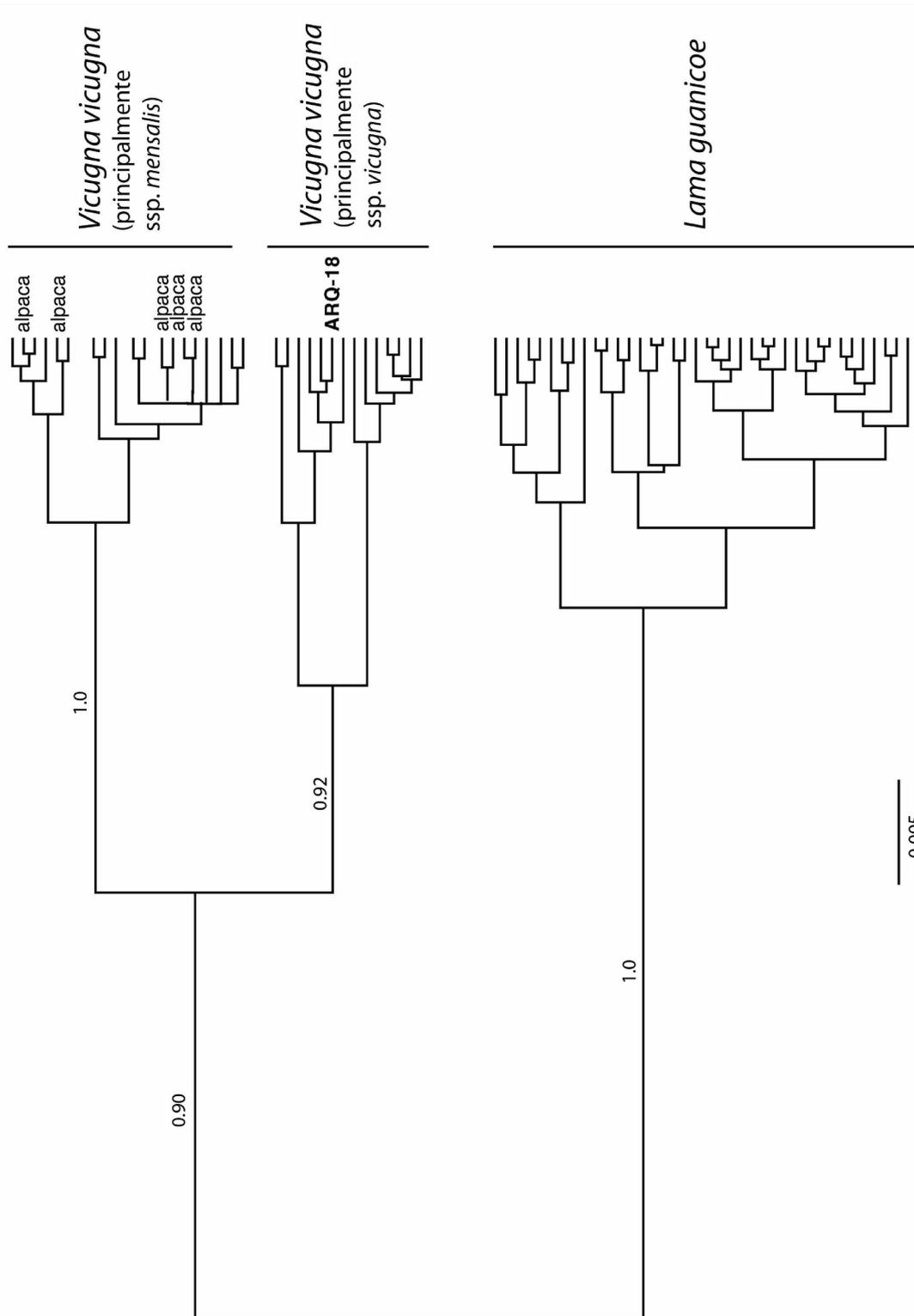


Figura 6. Reconstrucciones filogenéticas de secuencias actuales y datos de secuencia recuperados de la escápula de camélido del sitio ARQ-18 (8033). Se muestran las probabilidades posteriores Bayesianos de clados principales. Datos de la muestra arqueológica (indicado como ARQ-18) se agrupan con las muestras actuales de *Vicugna vicugna*, principalmente de la subespecie *V. v. vicugna*.

Tabla 4. Datos crudos de isótopos estables, ADN y osteométricos del espécimen arqueológico en estudio.

Isótopos	Código 241	$\delta^{15}\text{N}$	6,03‰
		$\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$	-17,14‰
		C/N	2,74‰
		$\delta^{13}\text{C}_{\text{ap}}$	-8,72‰
		$\delta^{18}\text{O}$	-1,70‰
ADNa	Código 8034	Haplotipo	VVVL111,VVVL112
		Asignación	<i>Vicugna vicugna vicugna</i>
Osteometría	Código ARQ18-B.11103	variable 164	13,09 mm
		variable 165	29,30 mm
		variable 166	26,85 mm
		variable 169	16,52 mm

Discusión y Conclusión

Este estudio se planificó como vía alternativa, y en desarrollo, para contrastar los resultados obtenidos en cuanto a la diferenciación específica de camélidos alcanzada mediante la osteometría y pruebas estadísticas vinculadas. Por tanto, aunque puedan resultar a primera vista escasos los resultados de esta escápula, sumados a otros de su estilo, cumplen con el objetivo perseguido (Gasco, 2013: Capítulo 9).

Sobre material genético actual es factible la diferenciación interespecífica dentro de la familia Camelidae (Marín et al 2007, 2008; Renneberg, 2008; Stanley et al 1994; Wheeler et al 2006), combinando variados marcadores dada la cercanía genética de las especies de camélidos sudamericanos. Sin embargo, cabe destacar que aunque prometedores, los análisis de ADNa han estado sobreestimados ya que se ha esperado de ellos la confirmación de asignaciones taxonómicas a nivel de especie. Como dependen notablemente de la calidad de la muestra en cuanto a información genética, la recuperación de la misma en muchos casos resulta parcial, dificultando la asignación final. Aunque el ADN mitocondrial es útil para discernir entre *Lama guanicoe* y *Vicugna vicugna*, e incluso entre subespecies de *Vicugna*, no es útil para discernir formas domesticadas de sus ancestros silvestres. Ello se debe a varios motivos: 1) la mezcla genética entre formas domésticas y silvestre durante el proceso de domesticación (e.g. incorporación eventual de vicuñas en el rebaño y/o escape eventual de alpaca y subsecuente hibridación); 2) las dos especies del género *Vicugna* no han estado separadas lo suficiente en el tiempo como para que la deriva genética resulte en una diferenciación de haplotipos mitocondriales; 3) la diversidad mitocondrial prehistórica de alpaca fue distinta a la de vicuña, pero la disrupción de prácticas de crianza y su importante declive poblacional como resultado de la conquista Española, han sobrescrito la señal genética. En todos los casos, un estudio más amplio seguramente echará luz sobre estas hipótesis, con muestras pre- y post-conquista de alpaca y vicuña, utilizando ADN mitocondrial y nuclear. Con la

llegada de secuenciación de última generación, es posible secuenciar genomas completos y evaluar mutaciones de todo el genoma en material antiguo.

Con los isótopos estables sucede algo similar, primero porque es necesario un estudio en detalle de la ecología isotópica del lugar (tarea ya encaminada para el área de estudio) y segundo porque se requiere una dieta extremadamente diferente entre un animal doméstico (en general por aporte de maíz) y uno silvestre, para que su señal sea observable y destacable en los valores isotópicos. Además entran en juego variables como la movilidad de los animales silvestres y tácticas de manejo pastoril sobre los rebaños. Ello suaviza o generaliza la dieta de ambos grupos y por tanto los valores obtenidos mostrarían combinaciones de consumos de plantas C_3 y C_4 . De este modo, entonces, los análisis isotópicos no aportan información relevante en la tarea de discriminación de especies de camélidos, dado los valores promediados que manifiestan en sus dietas, como se ha registrado en la Puna seca (Samec, 2012).

Sin embargo, al aplicarle los tres análisis, la escápula estudiada se convierte en un ejemplar único por la valiosa información que posee. Genéticamente se vinculó al clado del género *Vicugna*, más directamente con *V. v. vicugna* y si se descarta la posibilidad de *Vicugna pacos* (alpaca) en la región -dado que ésta fue más probablemente domesticada a partir de *V. v. mensalis*, queda *V. v. vicugna* como la única especie de este género explotada en el sitio, antes no documentada en contextos arqueológicos sanjuaninos, y se establece una mayor distribución austral de dicha especie en el pasado. Por otra parte, permite considerar sus valores isotópicos como referentes para la dieta de esa especie en el pasado y en el área de estudio. Además, su asignación por osteometría a vicuña, otorga firmeza al método coincidiendo con los resultados de ADN y permite considerarlo como ejemplar comparativo en otros estudios osteométricos. También, dado que en los análisis métricos el espécimen arqueológico se asoció con los especímenes actuales de la especie, puede dar cuenta de una escasa variación métrica de la misma durante esa porción del Holoceno.

Por tanto, se considera a la osteometría, con sus juegos estadísticos exploratorios, como la vía más sencilla y válida en esta tarea de discriminar las cuatro especies de camélidos en los conjuntos arqueofaunísticos de la región, hasta tanto se refinan los estudios genéticos y el conocimiento de la ecología isotópica a nivel local considerando todos los posibles factores que generan variabilidad en los datos. Arqueológicamente, aunque para esas fechas en la región existe evidencia del pastoreo de camélidos, la presencia de este espécimen de vicuña, sumados a otros en el sitio tanto para esta especie como para guanacos, da cuenta de la continuidad de las prácticas de caza como estrategia de subsistencia por parte de sus ocupantes.

Agradecimientos

Queremos brindar nuestra gratificación a Ramiro Barberena y Adolfo Gil por la realización de los análisis específicos y sus sugerencias para el manuscrito. A Valeria Cortegoso y Víctor Durán por la invitación a participar del proyecto mediante el cual se estudia el sitio ARQ-18. Este trabajo se realizó en el marco de una beca postdoctoral otorgada a la primera autor por CONICET.

Notas

1- Calibrado con la curva actual para el Hemisferio Sur SHCal13 (Hogg *et al.* 2013), empleando el programa OxCal 4.1 (Bronk Ramsey 2009).

Referencias Bibliográficas

Barberena R (2002): *Los Límites del Mar. Isótopos Estables en Patagonia Meridional*. Sociedad Argentina de Antropología, Buenos Aires.

Barberena R, Gil A, Neme G, Tykot R (2009): Stable Isotopes and Archaeology in Southern South America. Hunter-Gatherers, Pastoralism and Agriculture: An Introduction. *International Journal of Osteoarchaeology* 19:127-129.

Benavente MA, Adaro L, Gecele P, Cunazza P. (1993): *Contribución a la Determinación de Especies Animales en Arqueología: Familia Camelidae y Taruca del Norte*. Universidad de Chile, Santiago.

Berón M, Luna L, Barberena R (2012): Isótopos de oxígeno en restos humanos del sitio Chenque I: primeros resultados sobre procedencia geográfica de individuos. En *Tendencias teórico-metodológicas y casos de estudio en la arqueología de Patagonia*, editado por A. Zangrando, R. Barberena, A. Gil, G. Neme, M. Giardina, L. Luna, C. Otaola, S. Paulides, L. Salgán y A. Tivoli, pp. 27-38. Sociedad de Antropología Argentina, Buenos Aires.

Bronk C (2009): Bayesian analysis of radiocarbon dates. *Radiocarbon* 51:337-360.

Brotherton P, Haak W, Templeton J (2013): Neolithic mitochondrial haplogroup H genomes and the genetic origins of Europeans. *Nature Communications* 4.

Bruford M, Bradley D, Luikart G (2003): DNA Markers Reveal the Complexity of Livestock Domestication. *Nature Reviews Genetics* 4:900-910.

Cajal J (1989): Uso de hábitat por vicuñas y guanacos en la Reserva de Biósfera San Guillermo. *Vida Silvestre Neotropical* 2:21-31.

Cajal J, Puig S (1992): Argentina. En *South American Camelids. An Action Plan for their conservation / Camélidos Silvestres Sudamericanos. Un Plan de Acción para su Conservación*, compilado y editado por H. Torres, pp. 37-41. International Union for Conservation of Nature, Gland, Suiza.

Cardozo A (2007): *Camélidos (versión revisada y ampliada de la obra original "Auquénidos")*. Centro de Investigación en forrajes "La Violeta" y Departamento de Fitotecnia-FCAYP-UMSS, Cochabamba, Bolivia.

Cartajena I (2009): Explorando la variabilidad morfométrica del conjunto de camélidos pequeños durante el Arcaico Tardío y el Formativo Temprano en Quebrada Tulán, Norte de Chile. *Revista del Museo de Antropología* 2:199-212.

- Castro S, Gasco A, Lucero G, Cortegoso V, Durán V (2011): Cazadores y pastores del Holoceno Medio en el extremo sur del sector cordillerano del NOA (San Juan, Argentina). En *Poblaciones Humanas y Ambientes durante el Holoceno Medio*, editado por M. Mondini, J. Martínez, H. Muscio y B. Marconetto, pp. 111-113. Talleres Gráficos de Corintios 13, Córdoba, Argentina.
- Cavagnaro J (1988): Distribution of C3 and C4 Grasses at Different Altitudes in a Temperate Arid Region of Argentina. *Oecologia* 76:273-277.
- Cortegoso V (2014): Valle de las Taguas, ARQ-18: estratigrafía, secuencia temporal y ocupaciones humanas. En *Arqueología de ambientes de altura de Mendoza y San Juan (Argentina)*, Capítulo 9, coordinado por V. Cortegoso, V. Durán y A. Gasco, Ediunc, Mendoza, en prensa.
- Cortegoso V, Durán V, Castro S, Winocur D (2012): Disponibilidad de recursos líticos y explotación humana del límite de Los Andes, Valle del Río de Las Taguas, San Juan, Argentina. *Chungara* 44:59-72.
- Davis S (1996): Measurements of a Group of Adult Female Shetland Sheep Skeletons from a Single Flock: A Baseline for Zooarchaeologists. *Journal of Archaeological Science* 23:593-612.
- Durán V, Cortegoso V (2009): *Informe final (período 2006-2010). Programa de rescate y estudios arqueológicos del área del proyecto minero Pascua-Lama (Argentina)*. Sometido a BEASA, San Juan. Copias disponibles en Dirección de Patrimonio Cultural, San Juan, Argentina.
- Drummond AJ, Rambaut A (2007): BEAST: Bayesian evolutionary analysis by sampling trees. *Bmc Evolutionary Biology* 7.
- Ehleringer J, Cerling T (2001): Photosynthetic Pathways and Climate. En *Global Biogeochemical Cycles in the Climate System*, editado por E. Schulze, M. Heimann, S. Harrison, E. Holland, J. Lloyd, I. Prentice y D. Schimel, pp. 267-277. Academic Press, New York.
- Falabella F, Planella M, Aspillaga E, Sanhueza L, Tykot R (2007): Dieta en sociedades alfareras de Chile Central: aporte de análisis de isótopos estables. *Chungara* 39:5-27.
- Fowler M (2010): *Medicine and Surgery of South American Camelids: Llama, Alpaca, Vicuña, Guanaco*. 3ra. ed. Wiley-Blackwell, Ames, Iowa.
- Franklin W (1982): Biology, Ecology and Relationship to Man of the South American Camelids. En *Mammalian Biology in South America*, editado por M. A. Mares y H. H. Genoways, pp. 457-489. Pymatuning Laboratory of Ecology Special Publications Vol. 6. University of Pittsburgh, Pittsburgh.
- Gasco A (2009): Variabilidad osteométrica de camélidos a lo largo del Holoceno

en Las Taguas-ARQ-18 (San Juan-Argentina). En *Actas del 13° Congreso de Antropología Colombia. Antropología y nuevas experiencias sociales. 1er Encuentro Latinoamericano de Zooarqueología*. Centro de Estudios Socioculturales de la Facultad de Ciencias Sociales de la Universidad de los Andes, Bogotá, Colombia.

Gasco A (2013): *Caza y pastoreo de camélidos en la frontera meridional del "mundo" andino. Una aproximación osteométrica*. Tesis doctoral inédita, Facultad de Filosofía y Humanidades, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.

Gasco A (2014a): Las arqueofaunas del alero ARQ-18 (San Juan, Argentina): aprovechamiento de camélidos silvestres y domésticos durante el Holoceno medio y tardío. En *Arqueología de ambientes de altura de Mendoza y San Juan (Argentina)*, Capítulo 8, coordinado por V. Cortegoso, V. Durán y A. Gasco, Ediunc, Mendoza, en prensa.

Gasco A (2014b): Familia Camelidae: variabilidad métrica actual y gradiente de tamaño corporal. En *Arqueología de ambientes de altura de Mendoza y San Juan (Argentina)*, Capítulo 12, coordinado por V. Cortegoso, V. Durán y A. Gasco, Ediunc, Mendoza, en prensa.

Gecele P, Benavente MA, Thomas W, Benavente JM (1997): Análisis lanimétricos de camélidos: una herramienta metodológica. *Estudios Atacameños* 14:61-70.

Gifford-González D (1991): Bones are Not Enough: Analogues, Knowledge, and Interpretive Strategies in Zooarchaeology. *Journal of Anthropological Archaeology* 10:215-254.

Gil A, Neme G, Ugan A, Tykot R (2011a): Oxygen Isotopes and Human Residential Mobility in Central Western Argentina. *International Journal of Osteoarchaeology*, en prensa.

Gil A, Neme G, Otaola C, García A (2011b): Registro Arqueofaunístico en los Andes Meridionales entre 11.000 y 5.000 Años AP: Evidencias en Agua de la Cueva-Sector Sur (Mendoza, Argentina). *Latin American Antiquity* 22:595-617.

Gröcke DR, Bocherens H, Mariotti A (1997): Annual Rainfall and Nitrogen-Isotope Correlation in Macropod Collagen: Application as a Palaeoprecipitation Indicator. *Earth and Planetary Science Letters* 153:279-285.

Grosjean, M., B. Valero Garcés, M. Geyh, B. Messerli, U. Schotterer, H. Schreier y K. Kelts (1997): Mid-and Late-Holocene Limnogeology of Laguna del Negro Francisco, Northern Chile, and its Palaeoclimatic Implications. *Holocene* 7:151-159.

Hammer Ø, Harper D, Ryan P (2001): PAST: Palaeontological Statistics

- Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica* 4:1-9
- Hogg A, Hua A, Blackwell P, Niu M, Buck C, Guilderson T, Heaton TP, Palmer J, Reimer P, Reimer R, Turney C, Zimmerman S (2013): SHCal13 Southern Hemisphere Calibration, 0–50,000 cal yr BP. *Radiocarbon* 55:1889-1903.
- Izeta, A. (2004): *Zooarqueología del sur de los Valles Calchaquíes: estudio de conjuntos faunísticos del Período Formativo*. Tesis doctoral inédita, Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata, Argentina.
- Izeta, A. (2006): Osteometría de camélidos sudamericanos. Ejemplos de su implementación en contextos Formativos del sur de los Valles Calchaquíes. Ponencia presentada en el *IV Congreso Mundial sobre Camélidos*, Santa María, Catamarca, Argentina.
- Izeta, A. (2009): Dossier: osteometría de camélidos sudamericanos. *Revista del Museo de Antropología* 2:125- 126.
- Izeta A, Laguens A, Marconetto M, Scattolin M (2009): Camelid Handling in the Meridional Andes during the First Millennium AD: A Preliminary Approach Using Stable Isotopes. *International Journal of Osteoarchaeology* 19:204-214.
- Kadwell M, Fernández M, Stanley H, Baldi R, Wheeler J, Rosadio R, Bruford M (2001): Genetic Analysis Reveals the Wild Ancestors of the Llama and the Alpaca. *Proceedings of the Royal Society of London* 268:2575.
- Kaufmann C (2009): *Estructura de edad y sexo en guanaco: estudios actualísticos y arqueológicos en Pampa y Patagonia*. Colección tesis doctorales. Sociedad Argentina de Antropología, Buenos Aires.
- Kent J (1982): *The Domestication and Exploitation of the South American Camelids: Methods of Analysis and their Application to Circum-lacustrine Archaeological Sites in Bolivia and Peru*. Tesis doctoral inédita, Department of Anthropology, Washington Universidad St. Louis, Missouri.
- L'Heureux G (2008): *El estudio arqueológico del proceso coevolutivo entre las poblaciones humanas y las poblaciones de guanacos en Patagonia meridional y Norte de Tierra del Fuego*, BAR International Series 1751. Archeopress: Oxford.
- Lairana Ramírez AV (1996): *Análisis craneométrico en camélidos sudamericanos (alpacas, llamas y vicuñas)*. Tesis de licenciatura, Facultad de Ciencias Básicas, Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, Bolivia.
- Laker J, Baldo J, Arzamendia Y, Yacobaccio H (2006): La Vicuña en los Andes. En *Investigación, conservación y manejo de vicuñas*, editado por B. Vilá, pp. 2-14. Leograf, Buenos Aires.

- 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.
- Llano C, Fernández J (2014): El entorno vegetal de las poblaciones humanas prehistóricas en el sitio ARQ-18: análisis carpológico. En *Arqueología de ambientes de altura de Mendoza y San Juan (Argentina)*, Capítulo 7, coordinado por V. Cortegoso, V. Durán y A. Gasco, Ediunc, Mendoza, en prensa.
- Lucero G, Marsh E, Castro S (2014): Rutas prehistóricas en el NO de San Juan: una propuesta macrorregional desde los Sistemas de Información Geográfica. En *Arqueología de ambientes de altura de Mendoza y San Juan (Argentina)*, Capítulo 11, coordinado por V. Cortegoso, V. Durán y A. Gasco, Ediunc, Mendoza, en prensa.
- Maldonado A, Rozas E (2008): Clima y paleoambiente durante el Cuaternario Tardío en la región de Atacama. En *Libro Rojo de la Flora Nativa y de los Sitios Prioritarios para su Conservación: Región de Atacama*, editado por F. Squeo, G. Arancio y J. Gutiérrez, pp. 293-304. Ediciones Universidad de La Serena, Chile.
- Marín JC, Zapata B, González B, Bonacic C, Wheeler J, Casey C, Bruford M, Palma R, Poulin E, Alliende M (2007): Sistemática, taxonomía y domesticación de alpacas y llamas: nueva evidencia cromosómica y molecular. *Revista Chilena de Historia Natural* 80:121-140.
- Marín JC, Spotorno A, González B, Bonacic C, Wheeler J, Casey C, Bruford M, Palma R, Poulin E (2008): Mitochondrial DNA Variation and Systematics of the Guanaco (*Lama guanicoe*, Artiodactyla: Camelidae). *Journal of Mammalogy* 89:269-281.
- Maté ML, Di Rocco R, Zambelli A, Vidal L (2004): Mitochondrial DNA structure and organization of the control region of South American camelids. *Molecular Ecology Notes* 4.4:765-767.
- Mengoni G (2008): Camelids in Ancient Andean Societies: A Review of the Zooarchaeological Evidence. *Quaternary International* 185: 59-68.
- Mengoni G (2010): Advances in Animal Bone Archaeology in Argentina: General Trends and Some Prospects for the Future. En *Estado actual de la arqueozoología latinoamericana*, editado por G. Mengoni Goñalons, J. Arroyo-Cabral, O. Polaco y F. Aguilar, pp. 17-26. Instituto Nacional de Antropología e Historia, Mexico, D.F.
- Mengoni G, Yacobaccio H (2006): The Domestication of South American Camelids: A View from the South-Central Andes. En *Documenting Domestication: New Genetic and Archaeological Paradigms*, editado por M. Zeder, D. Bradley, E. Emshwiller y B. Smith, pp. 228-244. University of California Press, Los Angeles.

- Metcalf J (2012): Ancient DNA Reveals Extinctions of Late Pleistocene South American Camelids. *Quaternary International* 279:324.
- Metcalf J, Barnett R, Martin F, Bray S, Vistrup J, Orlando L, Salas R, Loponte D, Medina M, De Nigris M, Civalero T, Fernández T, Seymour K, Gasco A, Duran V, Otaola C, Gil A, Paunaro R, Prevosti P, Wheeler J, Borrero L, Austin J, Cooper A (2016): Megafauna of Late Pleistocene Patagonia, South America and their simultaneous extinctions. *Sci. Adv.* 2:e1501682.
- Miller G, Gill A (1990): Zooarchaeology at Pirincay, a Formative Period Site in Highland Ecuador. *Journal of Field Archaeology* 17:49-68.
- Mosca ME, Puig S (2010): Seasonal Diet of Vicuñas in the Los Andes Protected Area (Salta, Argentina): Are They Optimal Foragers? *Journal of Arid Environments* 74:450-457.
- Olivera D (1997): La importancia del recurso Camelidae en la puna de Atacama entre los 10.000 y 500 años AP. *Estudios Atacameños* 14:29-41.
- Privitera C (2011): *Los camélidos de un contexto doméstico agro-alfarero en la precordillera mendocina (San Ignacio, Potrerillos). Una aproximación osteométrica.* Tesis de licenciatura, Facultad de Filosofía y Letras, Universidad Nacional de Cuyo. Mendoza.
- Puig S (1988): Craneología y craneometría de camélidos: diferenciación interespecífica y determinación de la edad. *Xama* 1:43-56.
- Puig S, Monge S (1983): Determinación de la edad en *Lama guanicoe* (Müller). *Deserta* 7:246-270.
- Reigadas M (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.
- Reigadas M (2010): Estudio de fibras animales arqueológicas: propuestas, avances, resultados, evaluación y agenda futura. En *Zooarqueología a principios del siglo XXI. Aportes teóricos, metodológicos y casos de estudio*, editado por M. Gutiérrez, M. De Nigris, P. Fernández, M. Giardina, A. Gil, A. Izeta, G. Neme y H. Yacobaccio, pp. 51-63. Espinillo, Buenos Aires.
- Renneberg R (2008): *Molekulargenetische Untersuchungen an Überresten präkolumbischer Neuwelt-Camelidae aus dem Palpa-Tal (Peru).* Tesis doctoral inédita, Georg-August-Universität, Göttingen, Alemania.
- Renneberg R, Hummel S, Herrmann B (2009): The Nasca and Their Dear Creatures – Molecular Genetic Analysis of Pre-Columbian Camelid Bones and Textiles. En *New Technologies for Archaeology*, editado por M. Reindel y G. A. Wagner, pp. 193-203. Springer, Berlin.

- Riviere HL, Gentz EJ, Timm KI (1997): Presence of Enamel on the Incisors of the Llama (*Lama glama*) and Alpaca (*Lama pacos*). *Anatomical Record* 249:441-448.
- Samec C (2012): Variabilidad dietaria en camélidos de la Puna: un modelo actual a partir de la evidencia isotópica. En *Entre Pasados y Presentes III. Estudios contemporáneos en Ciencias Antropológicas*, editado por N. Kuperszmit, L. Mucciolo, T. Lagos Mármol y M. Sacchi, pp.666-683. INAPL, Buenos Aires.
- Samec C, Yacobaccio H, Catá M, Morales M (2011): Perspectiva isotópica de la alimentación de camélidos silvestres del Holoceno Temprano y Medio en la Puna Seca. Un estudio sobre las arqueofaunas del Alero Hornillos 2. Ponencia presentada en el II Congreso Nacional de Zooarqueología Argentina, Olavarría.
- Stanley HF, Kadwell M, Wheeler JC (1994): Molecular Evolution of the Family Camelidae: a Mitochondrial DNA Study. *Proceeding: Biological Sciences* 256:1-6.
- Tieszen L (1991): Natural Variations in the Carbon Isotope Values of Plants: Implications for Archaeology, Ecology and Paleoecology. *Journal of Archaeological Science* 18:227-248.
- Ugan A, Coltrain J (2012): Stable Isotopes, Diet and Taphonomy: A Look at Using Isotope-Based Dietary Reconstructions to Infer Differential Survivorship in Zooarchaeological Assemblages. *Journal of Archaeological Science* 39:1401-1411.
- Ugan A, Neme G, Gil A, Coltrain J, Tykot R, Novellino P (2012): Geographic Variation in Bone Carbonate and Water $\delta^{18}\text{O}$ Values in Mendoza, Argentina and Their Relationship to Prehistoric Economy and Settlement. *Journal of Archaeological Science* 39:2752-2763.
- Vásquez V (2008): Falanges de camélidos mochica: de los osteocitos a su ADN Nuclear. *Archaeobios* 2:81-84.
- Vásquez V, Rosales T (2009): Osteometría y genética de los camélidos mochica, costa Norte del Perú. *Revista del Museo de Antropología* 2:141-150.
- Veit H (1996): Southern Westerlies during the Holocene Deduced from Geomorphological and Pedological Studies in the Norte Chico, Northern Chile (27-33°S). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 123:107-119.
- Vilá B (2000): Comportamiento y Organización Social de la Vicuña. En Actas del Seminario Internacional Manejo Sustentable de la Vicuña y Guanaco, editado por B. González, F. Bas, C. Tala y A. Iriarte. Pontificia Universidad

- Católica de Chile, Santiago, pp. 175-191.
- Villalba M (2000): Uso de hábitat e interacciones entre la vicuña y la alpaca en la Reserva Nacional de Fauna Ulla Ulla, La Paz, Bolivia. En *Actas del Seminario Internacional Manejo Sustentable de la Vicuña y Guanaco*, editado por B. González, F. Bas, C. Tala y A. Iriarte, pp. 67-81. Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago.
- Weinstock J, Mondini M, Reigadas CM (2010): First Palaeogenetic Evidence of Southern Puna Camelids throughout the Holocene. Ponencia presentada en el 11° Congreso Internacional del ICAZ, Paris.
- Wheeler J (1982): Aging Llamas and Alpacas by their Teeth. *Llama World* 1:12-17.
- Wheeler J (1995): Evolution and Present Situation of the South American Camelidae. *Biological Journal of the Linnean Society* 54:271-295.
- Wheeler J (2006): Historia natural de la vicuña. En *Investigación, conservación y manejo de vicuñas*, editado por B. Vilá, pp. 25-36. Leograf, Buenos Aires.
- Wheeler J, Chikhi L, Bruford M (2006): Genetic Analysis of the Origins of South American Camelids. En *Documenting Domestication: New Genetic and Archaeological Paradigms*, editado por M. Zeder, D. Bradley, E. Emshwiller y B. Smith, pp. 329-341. University of California Press, Los Angeles.
- Wheeler J, Laker J (2009): The Vicuña in the Andean Altiplano. En *The Vicuña: The Theory and Practice of Community Based Wildlife Management*, editado por I. Gordon, pp. 21-33. Springer, New York.
- Wheeler J, Reitz E (1987): Allometric Prediction of Live weight in the Alpaca (*Lama pacos* L.). *Archaeozoologia* 1:31-46.
- Winocur D (2014): Geología del Valle del Cura, Cordillera Frontal, Provincia de San Juan. En *Arqueología de ambientes de altura de Mendoza y San Juan (Argentina)*, Capítulo 10, coordinado por V. Cortegoso, V. Durán y A. Gasco, Ediunc, Mendoza, en prensa.
- Winterhalder B, Lu F, Tucker B (1999): Risk-sensitive Adaptive Tactics: Models and Evidence from Subsistence Studies in Biology and Anthropology. *Journal of Archaeological Research* 7(4):301-348.
- Yablokov AV (1974): *Variability of Mammals*. Traducido por F. Honmode. Amerind, New Dehli.
- Yacobaccio H (2001): La domesticación de camélidos en el Noroeste Argentino. En *Historia Argentina Prehispánica*, vol. 1, editado por E. Berberian y A. Nielsen, pp. 7-40. Brujas, Córdoba, Argentina.
- Yacobaccio, H. (2003): Procesos de intensificación y de domesticación de

camélidos en los Andes Centro-Sur. Ponencia presentada en el 3° Congreso Mundial sobre Camélidos, Potosí, Bolivia.

Yacobaccio H (2006): Variables morfométricas de vicuñas (*Vicugna vicugna vicugna*) en Cieneguillas, Jujuy. En *Investigación, conservación y manejo de vicuñas*, editado por B. Vilá, pp. 37-50. Leograf, Buenos Aires.

Yacobaccio H (2010): Osteometría de Llamas (*Lama glama* L.) y sus Consecuencias Arqueológicas. En *Zoarqueología a Principios del Siglo XXI. Aportes Teóricos, Metodológicos y Casos de Estudio*, editado por M. Gutiérrez, M. De Nigris, P. Fernández, M. Giardina, A. Gil, A. Izeta, G. Neme y H. Yacobaccio, Ediciones del Espinillo, Buenos Aires, pp. 65-75.

Yacobaccio H, Korstanje MA (2007): Los procesos de domesticación vegetal y animal. Un aporte a la discusión argentina en los últimos 70 años. *Relaciones de la Sociedad Argentina de Antropología* XXXII:191-215.

Yacobaccio H, Morales M, Samec C (2009): Towards an isotopic ecology of herbivory in the Puna ecosystem: new results and patterns on *Lama glama*. *International Journal of Osteoarchaeology* 19:144-155.

Zárate M, Gil A, Neme G (2010): Integrando los registros: generalizaciones, alcances y limitaciones. En *Condiciones paleoambientales y ocupaciones humanas durante la transición Pleistoceno-Holoceno y Holoceno de Mendoza*, editado por Zárate, M., A. Gil y G. Neme, pp. 309-330. Sociedad Argentina de Antropología, Buenos Aires.

