

# Identificación de guanacos y llamas en el registro arqueológico de los Andes centro-sur con técnicas de morfometría geométrica\*

Anahí Hernández

*Instituto Multidisciplinario de Historia y Ciencias Humanas - Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, Argentina*

Pablo Mercolli

*Instituto Interdisciplinario Tilcara-Universidad de Buenos Aires, Argentina*

<https://doi.org/10.7440/antipoda58.2025.02>

**Cómo citar este artículo:** Hernández, Anahí y Pablo Mercolli. 2025. "Identificación de guanacos y llamas en el registro arqueológico de los Andes centro-sur con técnicas de morfometría geométrica". *Antipoda. Revista de Antropología y Arqueología* 58: 29-51. <https://doi.org/10.7440/antipoda58.2025.02>

Recibido: 15 de mayo de 2024; aceptado: 21 de septiembre de 2024; modificado: 15 de octubre de 2024.

**Resumen:** los camélidos sudamericanos tuvieron un papel central en la subsistencia de las poblaciones prehispánicas andinas. En el Noroeste Argentino (NOA), las especies silvestre y doméstica de gran porte, el guanaco y la llama, coexistieron en el registro arqueológico desde comienzos del Holoceno tardío. Por ende, discriminar sus restos óseos es clave para estudiar la subsistencia de estas poblaciones y conocer el aporte de los recursos silvestres y

\* Este artículo se enmarca en el plan de trabajo titulado "El uso de la Morfometría Geométrica para el estudio de la variabilidad morfológica de los camélidos en sitios de quebrada de Humahuaca del Holoceno tardío", correspondiente a la beca interna posdoctoral del Conicet otorgada a la Dra. Hernández (RESOL-2018-2703-APN-DIR#CONICET). Este plan, evaluado por dicha institución, no requirió informe del Comité de Ética. Los especímenes arqueológicos analizados fueron recuperados durante las excavaciones sistemáticas llevadas a cabo en el sitio Quebrada del Cementerio en el marco del dictado de un seminario de arqueología de campo, realizado en 1997 por el Instituto Interdisciplinario Tilcara, dependiente de la Facultad de Filosofía y Letras de la Universidad de Buenos Aires, bajo la dirección del Dr. Axel Nielsen y la Dra. Clara Rivolta. El tratamiento de dichos materiales se enmarca en la Ley Nacional 25.743 de Protección del Patrimonio Arqueológico y Paleontológico (<https://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/ley-25743-86356/texto>). Agradecemos a los investigadores que permitieron el acceso a las colecciones osteológicas analizadas y a sus correspondientes instituciones: A. Nielsen (Instituto Interdisciplinario Tilcara-Conicet), G. Mengoni Goñalons (Conicet-Instituto de Arqueología, Facultad de Filosofía y Letras, UBA); G. L. L'Heureux (Imhichu-Conicet); M. Mondini (LaZTA-Idacor-Conicet); A. Izeta y T. Costa (Idacor-Museo de Antropología de la ffyh, UNC); C. Kaufmann (Incuapa-Conicet, Unicen); V. Lema (Idacor-Conicet); H. Chiavazza (Instituto de Arqueología y Etnología, Facultad de Filosofía y Letras, UNCuyo); N. Rodríguez Palat (FCEFN-UNSJ); I. Olivares (División de Mastozoología, FCNYM-UNLP); P. Teta y S. Lucero (División de Mastozoología, MACN).

domésticos a su dieta. Los estudios morfométricos tradicionales son utilizados frecuentemente para diferenciar las especies de camélidos por su tamaño. No obstante, tienen ciertas limitaciones en el momento de distinguir entre guanacos y llamas debido a la superposición de sus tamaños corporales. Es por ello que, en este trabajo, se presenta el análisis realizado entre 2019 y 2024 de una muestra de las primeras falanges de guanacos y llamas procedentes del sitio Quebrada del Cementerio (Quebrada de Humahuaca, Jujuy, Argentina) mediante técnicas de morfometría geométrica en dos dimensiones. El objetivo es discriminar por su forma las falanges de estos camélidos y contribuir con su identificación taxonómica. Los resultados obtenidos son comparados con los estudios de tamaño realizados previamente con técnicas de morfometría tradicional. Los análisis de morfometría geométrica identificaron un predominio de llamas sobre guanacos, así como las revisiones osteométricas. No obstante, mientras que la morfometría tradicional no arroja precisiones acerca del grupo de tamaño intermedio, constituido por guanacos grandes y/o llamas pequeñas, la morfometría geométrica posibilita conocer mejor la identidad taxonómica de dichos especímenes, lo que complementa el enfoque morfométrico tradicional. Así, esta técnica permite ajustar las frecuencias de representación de ambas especies al identificar un porcentaje un poco más bajo de llamas y más alto de guanacos que el estimado por el estudio osteométrico. Se genera así información detallada sobre el aporte de estas especies a la dieta de las poblaciones humanas quebradeñas del Holoceno tardío.

**Palabras clave:** camélidos de gran porte, Holoceno tardío, morfometría geométrica, poblaciones andinas prehispánicas, Quebrada de Humahuaca, zooarqueología.

## Identifying Guanacos and Llamas in the South-Central Andes Archaeological Record Using Geometric Morphometrics

**Abstract:** South American camelids were essential to the subsistence of pre-Hispanic Andean populations. In Northwestern Argentina (NOA), both wild and domesticated large camelid species—guanaco and llama—have been present in the archaeological record since the early Late Holocene. Differentiating between their remains is crucial for understanding the dietary contributions of wild and domesticated resources to these populations. Traditional morphometric methods, often used to distinguish camelid species by size, encounter challenges due to the overlapping body sizes of guanacos and llamas. This study, conducted between 2019 and 2024, analyzes a sample of first phalanges from guanacos and llamas at the Quebrada del Cementerio site (Quebrada de Humahuaca, Jujuy, Argentina) using two-dimensional geometric morphometrics techniques. The goal is to distinguish these camelid phalanges by shape, aiding in accurate taxonomic identification. The results

were compared with previous size-based studies using traditional morphometric techniques, revealing a predominance of llamas over guanacos, consistent with prior osteometric assessments. However, traditional morphometry lacks precision in identifying intermediate-sized specimens, which may represent either large guanacos or small llamas. Geometric morphometrics, on the other hand, allows for a more precise taxonomic identification of these specimens, complementing traditional methods. This approach refines the representation frequencies of both species, showing a slightly lower percentage of llamas and a higher percentage of guanacos than previously estimated by osteometric analysis. The findings offer a more detailed view of the role these species played in the diets of human populations in Quebrada during the Late Holocene.

**Keywords:** Geometric morphometrics, large camelids, Late Holocene, pre-Hispanic Andean populations, Quebrada de Humahuaca, zooarchaeology.

### Identificação de guanacos e llamas no registro arqueológico do centro-sul dos Andes com o uso de técnicas de morfometria geométrica

**Resumo:** os camelídeos sul-americanos desempenharam papel central na subsistência das populações andinas pré-hispânicas. No Noroeste da Argentina, as grandes espécies selvagens e domésticas, o guanaco e a lhama, coexistiram no registro arqueológico desde o início do Holoceno tardio. Portanto, discriminar seus restos esqueléticos é fundamental para estudar a subsistência dessas populações e entender a contribuição dos recursos selvagens e domésticos para sua dieta. Estudos morfométricos tradicionais são usados com frequência para diferenciar espécies de camelídeos por tamanho. No entanto, eles apresentam certas limitações na distinção entre guanacos e llamas devido à sobreposição de seus tamanhos corporais. Por esse motivo, este artigo apresenta a análise realizada entre 2019 e 2024 de uma amostra das primeiras falanges de guanacos e llamas do sítio Quebrada del Cementerio (Quebrada de Humahuaca, Jujuy, Argentina), a qual usou técnicas morfométricas geométricas bidimensionais. O objetivo é discriminar, por sua forma, as falanges desses camelídeos e contribuir para sua identificação taxonômica. Os resultados obtidos são comparados com os estudos de tamanho realizados anteriormente com técnicas morfométricas tradicionais. As análises morfométricas geométricas identificaram predominância de llamas sobre guanacos, assim como as revisões osteométricas. No entanto, enquanto a morfometria tradicional não fornece nenhuma precisão sobre o grupo de tamanho intermediário, composto de guanacos grandes e/ou llamas pequenas, a morfometria geométrica possibilita conhecer melhor a identidade taxonômica desses espécimes, o que complementa a abordagem morfométrica tradicional. Assim, essa técnica permite ajustar as frequências

de representación de ambas as espécies, identificando uma porcentagem ligeiramente menor de lhamas e uma porcentagem maior de guanacos do que a estimada pelo estudo osteométrico. Isso gera informações detalhadas sobre a contribuição dessas espécies para a dieta das populações humanas das quebradas durante o Holoceno tardio.

**Palavras-chave:** camelídeos grandes, Holoceno tardio, morfometria geométrica, populações andinas pré-hispánicas, Quebrada de Humahuaca, zooarqueologia.

32 ■  
**L**os camélidos sudamericanos fueron el recurso animal más explotado por las poblaciones humanas a lo largo de toda el área andina, principalmente, durante el Holoceno tardío, y han tenido un papel central en su subsistencia (Bonavia 2009; Le Neün *et al.* 2023; Mengoni Goñalons 2007; Olivera y Grant 2008; Wheeler, Pires-Ferreira y Kaulicke 1976; Yacobaccio 2003). Por esto, su identificación taxonómica, a partir de los restos óseos recuperados de los contextos arqueológicos, es central para los estudios zooarqueológicos del área que buscan comprender y explicar las estrategias económicas empleadas por los grupos humanos.

En el NOA se encuentran representadas únicamente tres de las cuatro especies que conforman la familia Camelidae: dos especies silvestres, la vicuña (*Vicugna vicugna*) y el guanaco (*Lama guanicoe*), y una doméstica, la llama (*Lama glama*). Esto se debe a que en esta porción del área andina no están dadas las condiciones ecológicas necesarias para que puedan desarrollarse prácticas de cría de alpaca (*Vicugna pacos*), especie que requiere ambientes húmedos de altura (Yacobaccio 2001).

En términos esqueléticos, las especies de camélidos sudamericanos tienen gran semejanza morfológica (Izeta 2006; Menegaz, Salemme y Ortiz 1988). Los denominados camélidos pequeños (vicuñas y alpacas) cuentan con tamaños corporales similares. Lo mismo sucede con los camélidos grandes (guanacos y llamas), cuyas dimensiones corporales son parecidas, siendo la llama de mayor tamaño que el guanaco norteño. Por lo tanto, el empleo de la morfometría tradicional (MT) (*sensu* Marcus 1990) u osteometría para su identificación taxonómica, a partir de los restos óseos recuperados del registro arqueológico, presenta limitaciones debido a los solapamientos de tamaño existentes entre los *taxa* silvestres y domésticos que constituyen cada grupo de tamaño (Cartajena 2009; L'Heureux 2010; Mengoni Goñalons y Yacobaccio 2006).

Los estudios zooarqueológicos en el NOA no enfrentan demasiadas dificultades para identificar a la vicuña por medio de sus restos esqueléticos debido a la ausencia, en la región, de la especie doméstica de porte corporal similar (*i. e.* la alpaca). Por el contrario, los guanacos y las llamas coexisten en el registro de distintos

sitios del área a partir de los *ca.* 4100 AP (Yacobaccio 2003, 2001). Por ende, estimar sus frecuencias de representación es fundamental para caracterizar las estrategias de caza y pastoreo desarrolladas por las poblaciones humanas prehispánicas.

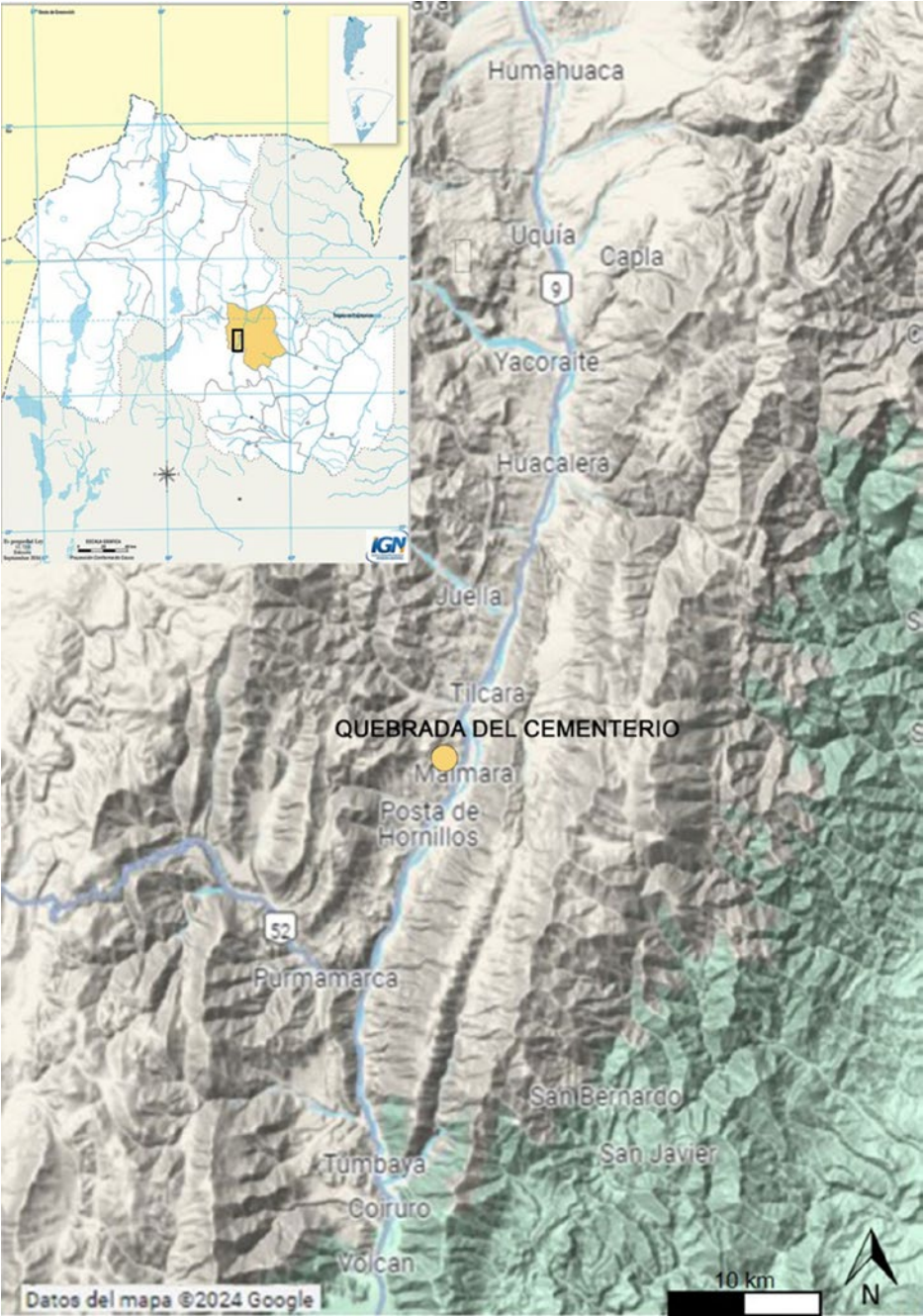
Los estudios de morfometría geométrica (MG) brindan la posibilidad de estudiar de manera cuantitativa la forma de una estructura, independientemente del tamaño, conservando la información sobre su geometría mediante los análisis (Adams, Rohlf y Slice 2004; Zeldich *et al.* 2004). Han sido empleados en diversas investigaciones zooarqueológicas, entre otros temas, para identificar especies encontradas en el registro, diferenciar *taxa* silvestres y domésticos y estudiar procesos de domesticación (Balasse *et al.* 2016; Evin *et al.* 2013; Haruda 2017; Owen *et al.* 2014; Seetah *et al.* 2014, entre otros). Su aplicación al estudio de los camélidos sudamericanos es reciente, aunque ha generado información biológica y morfológica valiosa y variada acerca de estos ungulados (Balcarcel *et al.* 2021; Conte e Izeta 2019; Hernández 2019, 2016; Hernández y L'Heureux 2019; Hernández, L'Heureux y Leoni 2021; L'Heureux y Hernández 2016, 2015; L'Heureux, Hernández y Kaufmann 2023; L'Heureux y Kaufmann 2013, 2012; López y Gómez 2016).

Teniendo en consideración lo mencionado, en este trabajo nos proponemos diferenciar las primeras falanges pertenecientes a las especies de camélidos de mayor porte mediante el estudio de la forma de dichos elementos. Para ello se expone la revisión de una muestra de especímenes óseos correspondientes a *Lama* sp. procedentes del sitio Quebrada del Cementerio (Jujuy, Argentina), datado en torno a los 1065-1404 años DC (Nielsen 2001; Nielsen *et al.* 2003-2005), con técnicas de MG en dos dimensiones (2D). Los resultados de este estudio, que fue realizado entre 2019 y 2024, son integrados y comparados con los obtenidos en investigaciones zooarqueológicas previas, a partir del análisis del tamaño de las falanges con técnicas de MT (Mercolli 2005, 2004). Se espera que estos nuevos estudios permitan precisar la composición taxonómica del grupo de camélidos de mayor tamaño, compuesto por dos especies de dimensiones corporales similares y con baja variabilidad morfológica interespecífica (L'Heureux 2010; Yacobaccio *et al.* 1997-1998), para discutir más adelante las características y el aporte de la caza de guanacos y del pastoreo de llamas a la subsistencia de las poblaciones humanas que habitaron el tramo medio de la Quebrada de Humahuaca entre los 900-600 años AP.

## Quebrada del Cementerio: ubicación y antecedentes

Quebrada del Cementerio se localiza en el tramo medio de la Quebrada de Humahuaca (Jujuy, Argentina) a una altitud de 2560 m s. n. m. (Nielsen *et al.* 2003-2005). El sitio se halla próximo a la localidad actual de Maimará (departamento de Tilcara) y a 1,5 km de distancia hacia el oeste del río Grande, principal curso de agua que recorre la quebrada troncal (Nielsen *et al.* 2003-2005) (figura 1).

**Figura 1.** Localización geográfica del sitio Quebrada del Cementerio



Fuente: zona de Quebrada de Humahuaca, Jujuy (Argentina) con localización del sitio arqueológico Quebrada del Cementerio. 2024. Anahí Hernández y Pablo Mercolli, Google Maps, [https://www.google.com/maps/@-23.5392078,-65.1628891,10z/data=!5m1!1e4?hl=es&entry=ttu&g\\_ep=EgoyMDI0MTEExMS4wIXkxMDS0ASAFQAw%3D%3D](https://www.google.com/maps/@-23.5392078,-65.1628891,10z/data=!5m1!1e4?hl=es&entry=ttu&g_ep=EgoyMDI0MTEExMS4wIXkxMDS0ASAFQAw%3D%3D) (22 de octubre de 2024).

Los trabajos arqueológicos se llevaron a cabo en 1997, en el marco de una escuela de campo organizada por el Instituto Interdisciplinario Tilcara. Estos se concentraron en dos sectores: el sector 1 que se corresponde con una estructura situada en el límite oriental del sitio (recinto 1) y, el sector 2, que comprende una terraza localizada en el espacio central (conjunto conformado por varios recintos y área de descarte previa) (Nielsen *et al.* 2003-2005). A partir de estas investigaciones, el sitio fue caracterizado como un asentamiento de ocupación breve (*sensu* Nielsen y Rivolta 1997), con áreas de actividad doméstica y ausencia de estructuras destinadas a las prácticas agrícolas (Mercolli 2010, 2004). Los fechados radiocarbónicos obtenidos arrojaron antigüedades de  $835 \pm 40$  AP y  $630 \pm 35$  AP, y ubican la ocupación del sitio entre los 1065-1404 años DC (Nielsen 2001; Nielsen *et al.* 2003-2005).

El conjunto arqueofaunístico recuperado fue abundante (NISP 4737) y su revisión estuvo a cargo de uno de los autores de esta investigación (Mercolli 2010, 2004). Entre los *taxa* representados, los camélidos resultaron ser preponderantes en la muestra (50 %) (Mercolli 2010, 2004). Los estudios osteométricos llevados a cabo sobre las falanges y los metapodios de estos artiodáctilos indicaron un amplio predominio de especímenes de tamaño similar al de la llama actual (63,2 %), seguidos de aquellos de tamaño pequeño (30,5 %) que pertenecerían a vicuñas y, por último, los de tamaño intermedio (6,3 %) que se asimilan a guanacos andinos o a llamas pequeñas (Mercolli 2010, 2004). En relación con el perfil etario, los estados de fusión ósea sugieren una baja representación de crías, un grupo intermedio de animales juveniles y subadultos y un porcentaje menor de adultos (Mercolli 2010, 2004). En cambio, los análisis de mandíbulas y maxilares muestran una mayor proporción de camélidos adultos de 4, 9 y más de 10 años (Mercolli 2011).

## Materiales y métodos

Este artículo se basó en el estudio, con técnicas de MG 2D, de 41 primeras falanges completas de camélidos modernos de gran porte ( $n = 19$  guanacos y  $n = 22$  llamas) procedentes de distintas localidades geográficas, que hacen parte de colecciones personales y de distintas instituciones nacionales<sup>1</sup> (Hernández, L'Heureux y Leoni 2021), y de 47 especímenes arqueológicos recuperados del sitio Quebrada del Cementerio. Dicho estudio se desarrolló entre 2019 (relevamiento fotográfico de especímenes arqueológicos y de algunos especímenes actuales) y 2024 (realización de análisis estadísticos en el periodo 2022-2024). Las primeras falanges arqueológicas fueron discriminadas en delanteras ( $n = 23$ ) y posteriores ( $n = 24$ ), siguiendo los criterios definidos por Kent (1982). La elección de dicho elemento poscraneal se debe a que suelen ser abundantes y presentar buenos niveles de preservación en contextos arqueológicos y, en función de la información morfológica proporcio-

1 Entre los especímenes modernos estudiados se encuentran 1 guanaco y 6 llamas que componen la colección de referencia del Laboratorio de Zooarqueología y Tafonomía de Zonas Áridas (LaZTA), Instituto de Antropología de Córdoba (Idacor).

nada, han sido ampliamente utilizadas en los estudios de MT (Cartajena 2009; Izeta, Otaola y Gasco 2009, Yacobaccio 2010), incluyendo el caso particular de Quebrada del Cementerio (Mercolli 2010, 2004).

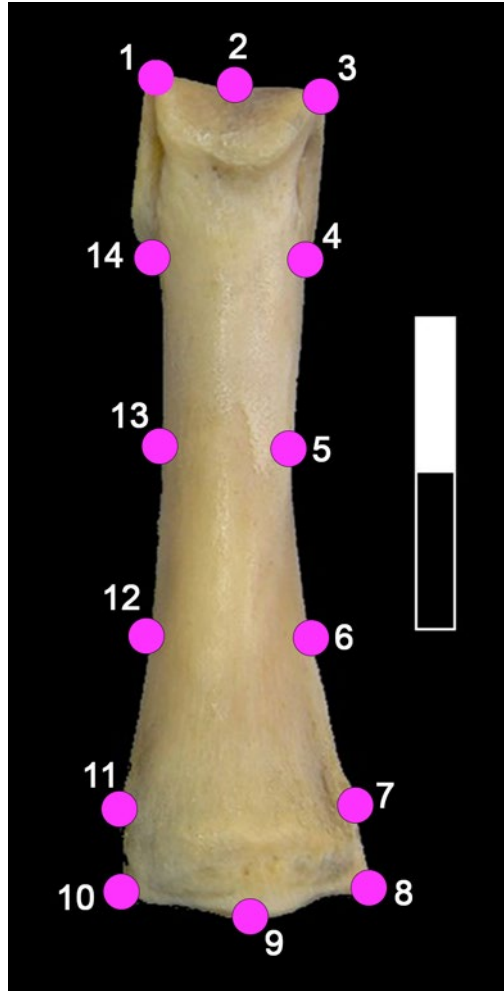
Entre los guanacos modernos se hallan representados individuos pertenecientes a las dos subespecies reconocidas: el guanaco norteño (*Lama guanicoe cacsilensis*) y el guanaco patagónico (*Lama guanicoe guanicoe*). Entre ambas subespecies existen diferencias significativas en su tamaño corporal, siendo el guanaco patagónico más grande que el norteño (Franklin 1982; Lönnberg 1913; Mengoni Goñalons y Yacobaccio 2006; Raedecke 1979). Por lo tanto, no suelen utilizarse muestras provenientes de zonas meridionales a los 35° de latitud sur en los análisis de MT u osteometría de muestras procedentes del NOA. Su inclusión en este trabajo obedece a que no se revisa el tamaño de las falanges, sino exclusivamente las variables de forma de dicho elemento. Asimismo, análisis previos de elementos poscraneales de guanacos con técnicas de MG 2D no han mostrado, hasta el momento, variaciones de forma ligadas a un patrón geográfico clinal (Hernández 2019; L'Heureux y Hernández 2016) como sí sucede con los estudios de tamaño (Gasco y Cardillo 2014; Kent 1982; L'Heureux 2008; L'Heureux y Cornaglia 2015; Mengoni Goñalons y Yacobaccio 2006).

Las imágenes bidimensionales de las primeras falanges delanteras y traseras derechas completas (vista dorsal) de guanacos y llamas de más de 36 meses de edad fueron analizadas mediante configuraciones de *landmarks* y *semilandmarks*. Se definieron un total de 10 *landmarks* y 4 *semilandmarks* (L'Heureux y Hernández 2016) (figura 2). Para reducir el efecto de la localización inicial arbitraria de los *semilandmarks*, estos fueron deslizados siguiendo el criterio de *Bending Energy* (Adams, Rohlf y Slice 2013). Además, se llevó a cabo una Análisis Generalizado de Procrustes para ajustar las coordenadas de puntos y eliminar toda la información no relacionada con la forma (Zeldich *et al.* 2004).

Se evaluó la existencia de alometría en la muestra mediante una regresión multivariante entre las variables dependientes de forma (coordenadas de Procrustes) y las variables independientes de tamaño (*centroid size*) (Klingenberg 2011). De esta manera, se estimó si este último incidía en las variaciones de forma para remover el efecto alométrico en caso de existir. En este sentido, si la regresión indicara alometría, las variables de forma empleadas ulteriormente para los análisis serían los residuos de la regresión, ya que solo proporcionan datos de forma (Klingenberg 2010). En cambio, si la regresión no mostrara efecto alométrico, se emplearían las coordenadas de Procrustes.



**Figura 2.** Configuración de *landmarks* y *semilandmarks* definidos sobre las primeras falanges de camélidos



**Nota:** *landmarks*: 1. Extremo latero-distal (dirección craneal) de la superficie articular distal; 2. Punto más profundo del surco de la epífisis distal; 3. Extremo disto-medial de la superficie articular distal; 4. Unión medial de la epífisis distal y la diáfisis; 7. Ancho máximo de la epífisis proximal (medial); 8. Extremo medial de la superficie articular proximal; 9. Punto más proximal (dirección caudal) de la superficie dorsal de la epífisis proximal; 10. Extremo lateral de la superficie articular proximal; 11. Ancho máximo de la epífisis proximal (lateral); 14. Unión lateral de la epífisis distal y la diáfisis.

*Fuente:* fotografía de los autores, Buenos Aires, Argentina, 2024.

Más adelante, las variables de forma fueron sometidas a dos pruebas estadísticas multivariadas: análisis de componentes principales (PCA) y análisis discriminante (DA). El PCA se utilizó con el objetivo de conocer la máxima variación morfológica existente en las primeras falanges de guanacos y llamas modernas, y estudiar la distribución de los especímenes arqueológicos dentro de dicho espacio de variación. Junto a los PCA se presentan las variaciones morfológicas extremas versus la forma consenso (Bookstein 1996). Por su parte, el DA permitió analizar llamas y guanacos modernos para estimar el porcentaje de especímenes correctamente clasificados con validación cruzada, y clasificar a los especímenes arqueológicos con el grupo de llamas o de guanacos modernos mediante la función predictiva del test. Para ello se seleccionó la cantidad de variables de Procrustes o componentes principales (PC) que mostraron el mejor ajuste de la función predictiva (Kovarovic *et al.* 2011).

Los análisis fueron llevados a cabo por un único observador. Previamente, se evaluó la incidencia del error intraobservador en la digitalización de *landmarks* y *semi-landmarks* con una prueba de Anova de medidas repetidas (Zar 1999) y el coeficiente de correlación intraclass (CCI; Yezzerinac, Loughheed y Handford 1992). Los resultados indicaron buenos niveles de acuerdo entre las series de datos revisadas y una elevada consistencia en la obtención y replicabilidad de los datos (Hernández 2019).

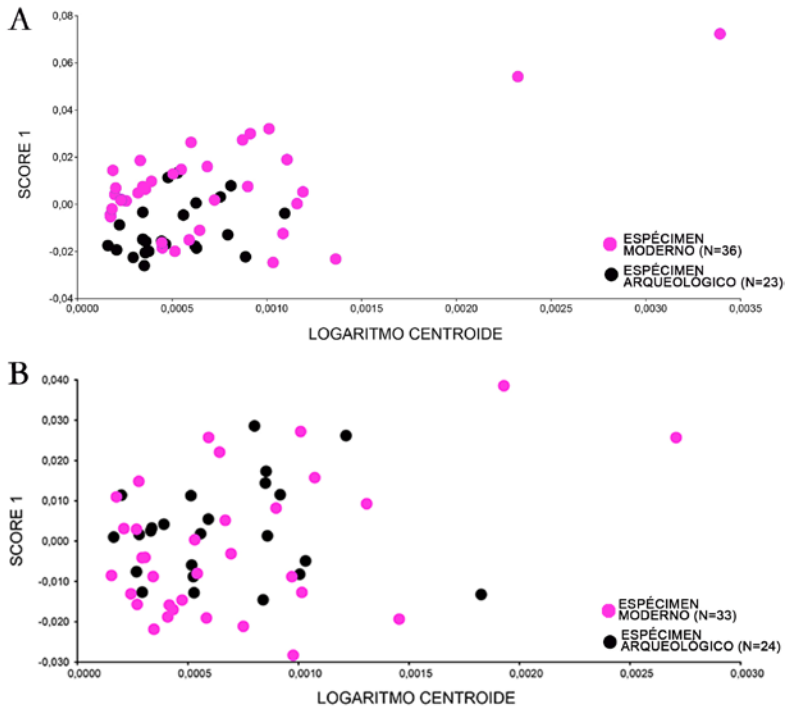
Los estudios se ejecutaron mediante el uso de los *softwares* tpsUtil 1.82, tpsDig 2.31, tpsRelw 1.70, MorphoJ 1.07a y Past 3.24 (Hammer, Harper y Ryan 2001; Klingenberg 2011; Rohlf 2022, 2019, 2017).

## Resultados

Las regresiones de forma-tamaño para las primeras falanges delanteras y posteriores arrojaron resultados dispares. Así, para las primeras falanges delanteras se identificó la existencia de alometría ( $p = 0,00$ ), de modo que el 7,52 % de las variaciones de forma registradas son explicadas por cambios en su tamaño (figura 3A). Por el contrario, no se registró efecto alométrico para las primeras falanges posteriores ( $p = 0,5$ ) (figura 3B). En este caso, solo el 1,5 % de la variación de la forma de las falanges se explica por cambios en su tamaño.

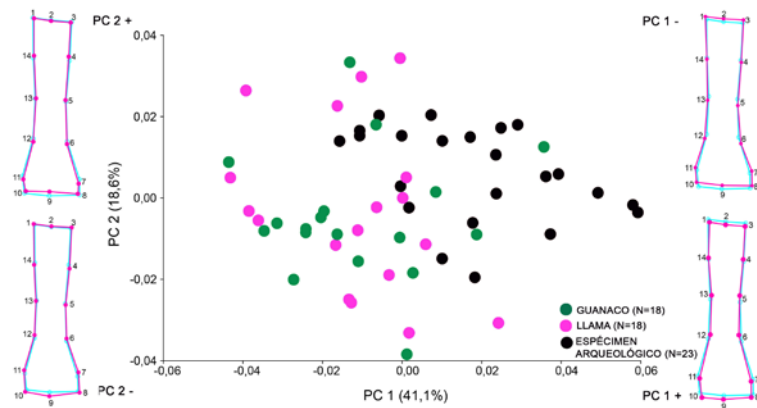
El PCA para las primeras falanges delanteras muestra una amplia superposición en la forma de las falanges pertenecientes a guanacos y llamas modernas, siguiendo los dos ejes principales de variación (figura 4). Los especímenes arqueológicos de Quebrada del Cementerio se agrupan tanto con llamas como con guanacos modernos, aunque en general se distribuyen en mayor medida hacia los valores positivos del PC 1. Los tres primeros PC explican el 70,3 % de la variación morfológica registrada para este elemento.

**Figura 3A.** Regresión forma-tamaño para las primeras falanges delanteras;  
**3B.** Regresión forma-tamaño para las primeras falanges posteriores



Fuente: los autores, Buenos Aires, 2024.

**Figura 4.** PCA para las primeras falanges delanteras de guanacos y llamas modernas y especímenes arqueológicos



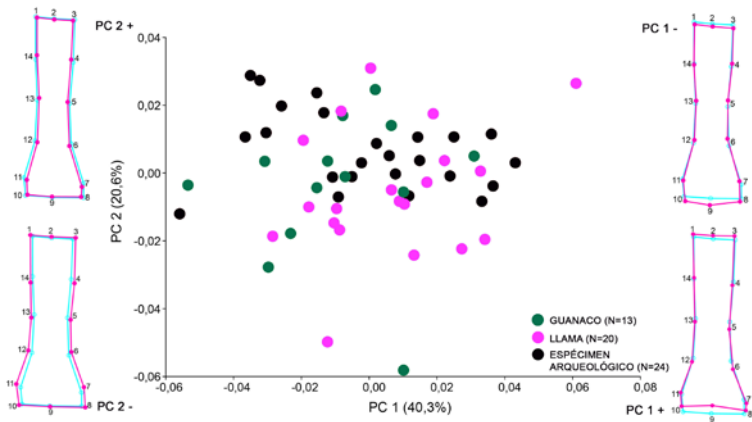
**Nota:** variaciones extremas (rosa) versus forma consenso (celeste) para cada extremo de los dos ejes principales.

Fuente: los autores, Buenos Aires, 2024.

Con respecto a la morfología de las primeras falanges delanteras, se observa que, hacia el extremo positivo del eje principal de variación, las epífisis proximales son ligeramente menos anchas y tienen el extremo dorsal-caudal más pronunciado que la forma consenso, además del punto más profundo del surco de la epífisis distal ligeramente más marcado (figura 4). Hacia el extremo negativo se registra la tendencia opuesta. Al seguir el segundo eje de variación, los cambios se concentran en la epífisis proximal. Hacia el extremo positivo, las falanges son ligeramente menos anchas y con el extremo dorsal-caudal menos pronunciado que la forma consenso, lo que registra la tendencia contraria hacia el extremo negativo del eje.

El PCA correspondiente a las primeras falanges posteriores indica que la forma de las falanges de los guanacos y las llamas modernas ocupan el mismo espacio de variación morfológica a lo largo de los dos ejes principales, y no se registra ningún ordenamiento de los casos (figura 5). Los especímenes arqueológicos de Quebrada del Cementerio se agrupan tanto con llamas como con guanacos modernos, aunque siguiendo el eje de las Y se distribuyen en mayor medida hacia los valores positivos. Los tres primeros PC explican el 72,7 % de la variación morfológica registrada para este elemento.

**Figura 5.** PCA para las primeras falanges posteriores de guanacos y llamas modernas y especímenes arqueológicos



**Nota:** variaciones extremas (rosa) versus forma consenso (celeste) para cada extremo de los dos ejes principales.

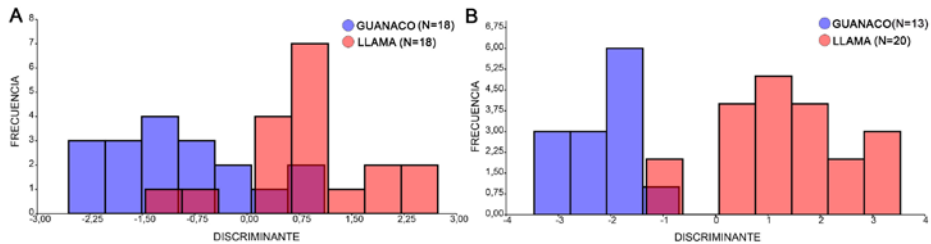
*Fuente:* los autores, Buenos Aires, 2024.

Si tenemos en cuenta las variaciones extremas versus la forma consenso se advierte que, hacia el extremo positivo del principal eje de variación, las falanges muestran el extremo dorsal-caudal menos pronunciado que la forma consenso y el punto más profundo del surco de la epífisis distal menos marcado (figura 5). Hacia el extremo negativo se registra la tendencia opuesta. Al seguir el segundo eje de

variación, los cambios se observan en las diáfisis, de modo que hacia el extremo positivo las falanges son menos anchas que la forma consenso y, hacia el extremo negativo del eje, más anchas.

Por otra parte, el DA para las primeras falanges delanteras se realizó tomando a los PC como variables de forma (figura 6A). El mejor ajuste de la función discriminante se logró a partir de la utilización de los primeros 11 PC. En este sentido, el 72,2% de los especímenes modernos fue clasificado correctamente (figura 7). Del total de especímenes arqueológicos analizados, solo 2 mostraron características morfológicas similares a los guanacos modernos, mientras que los 21 restantes fueron clasificados junto a las llamas modernas (figura 8A).

**Figura 6A.** DA para las primeras falanges delanteras de guanacos y llamas actuales.  
**6B.** DA para las primeras falanges posteriores de guanacos y llamas actuales



Fuente: los autores, Buenos Aires, 2024.

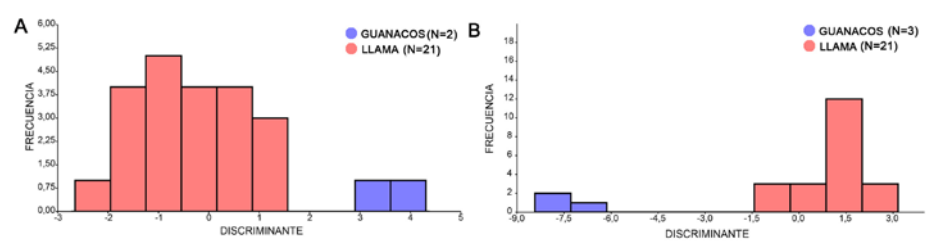
**Figura 7.** Tabla con la clasificación de las primeras falanges delanteras y posteriores de guanacos y llamas modernas según función discriminante (validación cruzada)

| Primeras falanges delanteras |         |       |       | Primeras falanges posteriores |       |         |       |
|------------------------------|---------|-------|-------|-------------------------------|-------|---------|-------|
|                              | Guanaco | Llama | Total |                               | Llama | Guanaco | Total |
| Guanaco                      | 13      | 5     | 18    | Llama                         | 16    | 4       | 20    |
| Llama                        | 5       | 13    | 18    | Guanaco                       | 0     | 13      | 13    |
| Total                        | 18      | 18    | 36    | Total                         | 16    | 17      | 33    |

Fuente: los autores, Buenos Aires, 2024.

El DA para las primeras falanges posteriores se llevó a cabo a partir del uso de 12 coordenadas de Procrustes, ya que mostraron el mejor ajuste de la función discriminante (figura 6B). Así, el 87,9% de los especímenes modernos fue clasificado correctamente (figura 7). En relación con los especímenes arqueológicos, se observó la misma tendencia que la registrada para las falanges delanteras de modo que, del total de los especímenes arqueológicos analizados, solo 3 fueron clasificados dentro del grupo de guanacos actuales y 21 con las llamas modernas (figura 8B).

**Figura 8A.** Clasificación de las primeras falanges delanteras arqueológicas según DA.  
**8B.** Clasificación de las primeras falanges posteriores arqueológicas según DA



Fuente: los autores, Buenos Aires, 2024.

## Discusión

Los estudios de MG presentados en este artículo permitieron clasificar las falanges arqueológicas procedentes del sitio Quebrada del Cementerio con guanacos y llamas modernas con un elevado grado de precisión, superior al 71 % en el caso de las falanges delanteras, y mayor al 87 % en el caso de las falanges posteriores. En función de ello, los resultados del análisis de la forma de las primeras falanges delanteras y posteriores completas indicaron un amplio predominio de llamas en el sitio (89,4 %), tendencia similar a aquella identificada por las observaciones de MT centradas en el tamaño de la epífisis proximal de estos elementos (94,2 %), aunque con un porcentaje de representación menor (Mercolli 2010, 2004).

Los análisis de MT, que incluyen el examen de la muestra de falanges estudiada aquí, se basaron en dos variables métricas y en escasos especímenes modernos de referencia (una vicuña y un guanaco). A partir de ellos se identificó un grupo de tamaño pequeño similar al de las vicuñas actuales, otro de tamaño grande que se aleja del estándar de referencia del guanaco norteno, y que correspondería a las llamas, y un tercer grupo que incluiría especímenes cuyo tamaño es similar tanto al de los guanacos como al de las llamas (Mercolli 2004). En este sentido, se ha señalado la superposición de tamaños existentes entre guanacos andinos grandes y llamas pequeñas (Yacobaccio *et al.* 1997-1998; Yacobaccio 2010) y, por ende, la dificultad de discriminar entre la especie silvestre y doméstica de gran porte. Cabe destacar que diversos autores denominan a este grupo de tamaño como *llama-guanaco* (López 2003).

Los estudios de MG 2D incluyeron el análisis de una mayor cantidad de camélidos modernos como referencia y de variables de forma. Estos permitieron clasificar a todos los especímenes del grupo de camélidos de mayor porte, incluso aquellos que en las revisiones osteométricas encajan dentro de la categoría llama-guanaco. De esta manera, los estudios de MG 2D facilitan la estimación no solo de la proporción de llamas que se encuentran en el registro del sitio, sino también evaluar la contribución de los guanacos a la subsistencia de las poblaciones humanas con porcentajes de

error relativamente bajos. Asimismo, posibilitan la visualización de las variaciones morfológicas registradas en las falanges de estos camélidos.

Por lo tanto, el examen de las variables de forma de elementos poscraneales de guanacos y llamas con técnicas de MG 2D complementa aquellas observaciones de tamaño basadas en la toma de medidas lineales y permite evaluar con mayor detalle y precisión la variabilidad morfológica existente en el grupo de camélidos de mayor porte.

Por otra parte, como se mencionó, el registro arqueológico del sitio estaría dando cuenta de una tendencia en la que claramente el morfotipo similar a las llamas actuales es el dominante. Los resultados muestran una baja representación de especímenes morfológicamente similares a los guanacos actuales en la muestra (10,6%), aunque dicho porcentaje es superior al estimado con MT (5,8%). Además, los estudios osteométricos previos sugieren una baja proporción de falanges de tamaño similar a las vicuñas modernas (Mercolli 2004). En suma, los camélidos domésticos son preponderantes en Quebrada del Cementerio, aunque las prácticas de caza de vicuñas y guanacos no fueron abandonadas, sino que continuarían aportando a la subsistencia de los habitantes del sitio. El pastoreo de rebaños de llamas habría sido la estrategia de explotación faunística principal empleada por las poblaciones humanas que habitaron el sitio entre los ca. 900-600 AP. El perfil etario marca un equilibrio entre animales juveniles y adultos, por lo cual las prácticas pastoriles en Quebrada del Cementerio habrían estado centradas en el aprovechamiento de diversos recursos como carne, fibra y animales para carga (Mercolli 2004). La tendencia registrada coincide con lo reportado para otros sitios con ocupaciones humanas contemporáneas o más tardías como el Pucará de Tilcara (Belotti, López y Otero 2016), Los Amarillos (Mercolli 2016) y La Huerta (Madero 1993, 1991).

En este sentido, se ha planteado que para dicho momento cronológico las poblaciones humanas de la región se concentrarían en el valle del río Grande y la porción inferior de las quebradas tributarias, y que se produciría de modo concomitante una intensificación productiva en la cual el pastoreo ocuparía un rol central (Nielsen 1996). A su vez, esto generaría una fuerte presión sobre la estructura de recursos que afectaría el papel de la caza y de los recursos silvestres en el valle principal. La tendencia registrada a partir del estudio de las falanges de Quebrada del Cementerio es acorde con este planteamiento en tanto muestra la centralidad del pastoreo y sugiere que las poblaciones humanas habrían aprovechado temporaria y ocasionalmente áreas muy productivas para la caza de camélidos silvestres (Nielsen 1996).

## Consideraciones finales

Los estudios de MG 2D tienen un elevado potencial para diferenciar la forma de las primeras falanges de guanacos y llamas, lo que facilita clasificar a los especímenes arqueológicos de mayor tamaño (*Lama* sp.) con el grupo de camélidos silvestres o con el grupo de camélidos domésticos. Si bien los datos proporcionados por la MT y la MG no siempre son coherentes, por ejemplo, lo que se ha visto en

conjuntos arqueofaunísticos del norte de la Quebrada de Humahuaca, donde las proporciones de las llamas y los guanacos varían según se evalúe su tamaño o su forma (Hernández, L'Heureux y Leoni 2021), en el caso particular de Quebrada del Cementerio se observan resultados consistentes entre ambos tipos de análisis. De esta manera, los estudios de MG 2D confirman la tendencia previamente identificada por los estudios osteométricos, pero permiten alcanzar asignaciones taxonómicas a nivel específico de gran precisión para el grupo de tamaño intermedio, que incluiría guanacos andinos grandes y llamas pequeñas, que a los análisis de MT basados en escasas medidas lineales se les dificulta diferenciar. Por lo tanto, la MG constituye una herramienta de gran utilidad para aquellas investigaciones que buscan describir y explicar el pastoreo de camélidos en la región andina y evaluar la incidencia de la caza en la subsistencia de las poblaciones humanas prehispánicas.

Con este tipo de estudios queda por evaluar un mayor número de arqueofaunas que abarquen segmentos temporales distintos para comparar, más adelante, conjuntos procedentes de sitios localizados en diferentes sectores de la Quebrada de Humahuaca y obtener así tendencias regionales en relación con la proporción de camélidos silvestres y domésticos que aporte al estudio del pastoreo de las poblaciones quebradeñas.

## Referencias

1. Adams, Dean C., F. James Rohlf y Dennis E. Slice. 2013. "A Field Comes of Age: Geometric Morphometrics in the 21st Century". *Hystrix, the Italian Journal of Mammalogy* 24 (1): 7-14. <https://doi.org/10.4404/hystrix-24.1-6283>
2. Adams, Dean C., F. James Rohlf y Dennis E. Slice. 2004. "Geometric Morphometrics: Ten Years of Progress Following the 'Revolution'". *Italian Journal of Zoology* 71: 5-16. <https://doi.org/10.1080/11250000409356545>
3. Balasse, Marie, Allowen Evin, Carlos Tornero, Valentin Radu, Denis Fiorillo, Dragomir Popovici, Radian Andreescu, Keith Dobney, Thomas Cucchi y Adrian Bălăşescu. 2016. "Wild, Domestic and Feral? Investigating the Status of Suids in the Romanian Gumelnița (5th mil. cal BC) with Biogeochemistry and Geometric Morphometrics". *Journal of Anthropological Archaeology* 42: 27-36. <https://doi.org/10.1016/j.jaa.2016.02.002>
4. Balcarcel, A. M., M. R. Sánchez-Villagra, V. Segura y A. Evin. 2021. "Singular Patterns of Skull Shape and Brain Size Change in the Domestication of South American Camelids". *Journal of Mammalogy* 102 (1): 220-235. <https://doi.org/10.1093/jmammal/gyaa135>
5. Belloti López de Medina, Carlos Raúl, Lautaro López Geronazzo y Clarisa Otero. 2016. "At the Feet of the Fortress: Analysis of Inka Period (ca. AD 1430-1536) Archaeofaunal Assemblages from Residential Unit 1 (RU1), Pucará de Tilcara (Jujuy, Argentina)". *Plos One* 12: 1-24. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0163766>
6. Bonavia, Duccio. 2009. *The South American Camelids. An Expanded and Corrected Edition*. Los Ángeles: University of California. <https://escholarship.org/uc/item/7xs9j2zs>



7. Bookstein, Fred L. 1996. "Combining the Tools of Geometric Morphometrics". En *Advances in Morphometrics*, editado por Leslie Marcus, Marco Corti, Anna Loy, Gavin Naylor y Dennis Slice, vol. 284, 131-151. NATO ASI Series. Boston: Springer. [https://doi.org/10.1007/978-1-4757-9083-2\\_12](https://doi.org/10.1007/978-1-4757-9083-2_12)
8. Cartajena Fasting, Isabel. 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. <https://doi.org/10.31048/1852.4826.v2.n1.5418>
9. Conte, Bernarda y Andrés Izeta. 2019. "Aplicación de morfometría 3D en primeras falanges de camélidos arqueológicos del sitio Alero Deodoro Roca (Ongamira, Córdoba, Argentina)". En *Libro de Resúmenes del V Congreso Nacional de Zooarqueología Argentina*, editado por Enrique Moreno, Valeria E. Espiro, Nicolás M. Ahumada, Pablo H. Mercolli y Cecilia Cuello Bulacios, 98-99. San Fernando del Valle de Catamarca: Universidad Nacional de Catamarca.
10. Evin, Allowen, Thomas Cucchi, Andrea Cardini, Una Strand Vidarsdottir, Greger Larsson y Keith Dobney. 2013. "The Long and Winding Road: Identifying Pig Domestication Through Molar Size and Shape". *Journal of Archaeological Science* 40 (1): 735-743. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2012.08.005>
11. Franklin, William L. 1982. "Biology, Ecology, and Relationship to Man of the South American Camelids". En *Mammalian Biology in South America*, editado por Michel A. Mares y Hugh H. Genoways, 457-489. Linesville: Pymatuning Laboratory of Ecology, University of Pittsburgh.
12. Gasco, Alejandra y Marcelo Cardillo. 2014. "Caracterización morfométrica de la categoría 'guanaco andino' (*Lama guanicoe*) en el Centro-Oeste Argentino. Un estudio actual osteométrico como base para análisis zooarqueológicos". En *Libro de resúmenes-abstracts 12º Conferencia Internacional ICAZ*, compilado por Andrés Izeta, Miguel Giardina, Adolfo Gil, María A. Gutiérrez, Gustavo Neme, Clara Otaola y Atilio Zangrando, 63-64. Córdoba: Universidad Nacional de Córdoba.
13. Hammer, Øyvind, David A. T. Harper y Paul D. Ryan. 2001. "PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis". *Palaeontologia Electronica* 4 (1): 1-9. [https://palaeo-electronica.org/2001\\_1/past/issue1\\_01.htm](https://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm)
14. Haruda, Ashleigh F. 2017. "Separating Sheep (*Ovis aries* L.) and Goats (*Capra hircus* L.) Using Geometric Morphometric Methods: An Investigation of Astragalus Morphology from Late and Final Bronze Age Central Asian Contexts". *International Journal of Osteoarchaeology* 27: 551-562. <https://doi.org/10.1002/oa.2576>
15. Hernández, Anahí. 2019. "Caza y pastoreo en el sector norte y nacientes de la Quebrada de Humahuaca durante el Holoceno Tardío". Tesis doctoral inédita, Facultad de Humanidades y Artes, Universidad Nacional de Rosario, Rosario. <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/84015>

16. Hernández, Anahí. 2016. “Un enfoque morfogeométrico para el estudio de la diversidad taxonómica de los camélidos sudamericanos de gran porte (*Lama glama*, *Lama guanicoe*)”. En *Actas del XIX Congreso Nacional de Arqueología Argentina*. Serie Monográfica y Didáctica 54, 94-98. San Miguel de Tucumán: Facultad de Ciencias Naturales e I. M. L, Universidad Nacional de Tucumán.
17. Hernández, Anahí y G. Lorena L’Heureux. 2019. “Lineamientos metodológicos para la aplicación de técnicas de morfometría geométrica en el estudio de los camélidos sudamericanos”. *Cuadernos del Instituto Nacional de Antropología y Pensamiento Latinoamericano* 7 (2): 126-134. [https://revistas.inapl.gob.ar/index.php/series\\_especiales/article/view/1325](https://revistas.inapl.gob.ar/index.php/series_especiales/article/view/1325)
18. Hernández, Anahí, G. Lorena L’Heureux y Juan B. Leoni. 2021. “Guanaco Hunting and Llama Herding in the South-Central Andes (3000-900 BP): An Osteomorphometrical Approach”. *Journal of Archaeological Science: Reports* 37: 102952. <https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2021.102952>
19. Izeta, Andrés D. 2006. “Osteometría de camélidos sudamericanos. Ejemplos de su implementación en contextos Formativos del sur de los Valles Calchaquíes”. En *Resúmenes y trabajos del IV Congreso Mundial sobre Camélidos*, 32-38. Catamarca.
20. Izeta, Andrés D., Clara Otaola y Alejandra Gasco. 2009. “Osteometría de falanges proximales de camélidos sudamericanos modernos. Variabilidad, estándares métricos y su importancia como conjunto comparativo para la interpretación de restos hallados en contextos arqueológicos”. *Revista del Museo de Antropología* 2 (1): 169-180. <https://doi.org/10.31048/1852.4826.v2.n1.5416>
21. Kent, Jonathan D. 1982. “The Domestication and Exploitation of the South America Camelids: Methods of Analysis and their Application to Circum-Lacustrine Archaeological Sites in Bolivia and Peru”. Tesis doctoral inédita, Washington University, University Microfilms, St. Louis.
22. Klingenberg, Christian Peter. 2011. “MorphoJ: An Integrated Software Package for Geometric Morphometrics”. *Molecular Ecology Resources* 11: 353-357. <https://doi.org/10.1111/j.1755-0998.2010.02924.x>
23. Klingenberg, Christian Peter. 2010. “Evolution and Development of Shape: Integrating Quantitative Approaches”. *Nature Reviews Genetics* 11: 623-635. <https://doi.org/10.1038/nrg2829>
24. Kovarovic, Kris, Leslie C. Aiello, Andrea Cardini y Charles A. Lockwood. 2011. “Discriminant Function Analyses in Archaeology: Are Classification Rates Too Good to be True?”. *Journal of Archaeological Science* 38: 3006-3018. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2011.06.028>
25. Le Neün, Manon, Elise Dufour, Nicolas Goepfert, Dimitri Neaux, Jane C. Wheeler, Hugo Yacobaccio, Guillermo L. Mengoni Goñalons, Dolores Elkin, Alejandra Gasco y Thomas Cucchi. 2023. “Can First Phalanx Multivariate Morphometrics Help Document Past Taxonomic Diversity in South American Camelids?”. *Journal of Archaeological Science: Reports* 47: 103708. <https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2022.103708>

26. L'Heureux, G. Lorena. 2010. "Morfometría de camélidos sudamericanos modernos. La variabilidad morfológica y la diversidad taxonómica". En *Zooarqueología a principios del siglo XXI. Aportes teóricos, metodológicos y casos de estudios*, editado por María A. Gutiérrez, Mariana de Nigris, Pablo M. Fernández, Miguel Giardina, Adolfo Gil, Andrés Izeta, Gustavo Neme y Hugo Yacobaccio, 39-50. Buenos Aires: Ediciones del Espinillo.
27. L'Heureux, G. Lorena. 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. Oxford: Archaeopress.
28. L'Heureux, G. Lorena y Jimena Cornaglia Fernández. 2015. "Lama Guanicoe (Müller, 1776) Body Size in Continental Patagonia and Tierra del Fuego". *Geobios* 48 (3): 239-248. <http://dx.doi.org/10.1016/j.geobios.2015.02.007>
29. L'Heureux, G. Lorena y Anahí Hernández. 2016. "Estudio morfogeométrico de las primeras falanges delanteras de los grandes camélidos sudamericanos". *Ciencias Morfológicas* 18 (2): 17-26. <https://revistas.unlp.edu.ar/Morfol/article/view/2591>
30. L'Heureux, G. Lorena y Anahí Hernández. 2015. "Diversidad taxonómica y variabilidad morfológica de los grandes camélidos sudamericanos (*Lama guanicoe*; *Lama glama*)". Póster presentado en el III Encuentro de Morfometría, septiembre 24-25, Santa Fe, Argentina.
31. L'Heureux, G. Lorena y Cristian Kaufmann. 2013. "Ontogenia y dimorfismo sexual en pelvis de *Lama guanicoe*: evaluación morfológica de una colección de pelvis modernas". Ponencia presentada en el II Encuentro de Morfometría y Estudios Ontogenéticos, junio 7, La Plata, Argentina.
32. L'Heureux, G. Lorena y Cristian Kaufmann. 2012. "Estimación sexual de individuos juveniles de *Lama guanicoe* (Müller 1776) a partir del análisis morfológico de las pelvis no fusionadas". Ponencia presentada en el II Congreso Latinoamericano de Mastozoología y XXV Jornadas Argentinas de Mastozoología, noviembre 6-9, Buenos Aires, Argentina.
33. L'Heureux, G. Lorena, Anahí Hernández y Cristian A. Kaufmann. 2023. "Ontogenia y dimorfismo sexual en la pelvis del guanaco: una evaluación morfogeométrica". *Mastozoología Neotropical* 30 (1): e0859. <https://doi.org/10.31687/saremMN.23.30.1.08.e0859>
34. Lönnberg, Einar. 1913. "Notes on Guanacos". *Arkiv for Zoologi* 8 (19): 1-8.
35. López, Gabriel E. J. 2003. "Pastoreo y caza de camélidos en el Temprano de la Puna de Salta: Datos osteométricos del sitio Matancillas 2". *Intersecciones en Antropología* 4: 17-27. <https://www.ridaa.unicen.edu.ar/items/143df2cb-17ad-47e6-9e25-c5dc76a932a>
36. López Mendoza, Patricio G. y Pablo Gómez. 2016. "Perspectivas en el uso del espacio durante el Formativo temprano en la transecta Tulán (Región de Antofagasta, Chile) a partir del análisis de isótopos estables y de morfometría geométrica en camélidos". En *Actas del XIX Congreso Nacional de Arqueología Argentina*. Serie Monográfica y Didáctica 54: 1105-1108. San Miguel de Tucumán: Facultad de Ciencias Naturales e I.M.L., Universidad Nacional de Tucumán.

37. Madero, Celina M. 1993. "Explotación faunística, tafonomía y economía en Humahuaca antes y después de los Yupanki". En *Inka. Arqueología, Historia y Urbanismo del Altiplano Andino*, editado por Rodolfo A. Raffino, 145-168. Buenos Aires: Corregidor.
38. Madero, Celina M. 1991. "El contexto faunístico de la explotación pastoril en La Huerta (Jujuy, Argentina). X Congreso Nacional de Arqueología Argentina". *Shincal* 3 (3): 59-63. Catamarca: Escuela de Arqueología, Universidad Nacional de Catamarca.
39. Marcus, Leslie F. 1990. "Traditional Morphometrics". En *Proceedings of the Michigan Morphometrics Workshop*, editado por F. James Rohlf y Fred L. Bookstein, 77-122. Publicación Especial 2. Ann Arbor: University of Michigan Museum of Zoology. <https://hdl.handle.net/2027.42/49535>
40. Menegaz, Adriana, Mónica Salemme y Edgardo Ortiz Jaureguizar. 1988. "Una propuesta de sistematización de los caracteres morfométricos de los metapodios y falanges de Camelidae". En *De procesos, contextos y otros huesos*, editado por Norma Ratto y Alejandro Haber, 53-64. Buenos Aires: Instituto de Ciencias Antropológicas, Sección Prehistoria, Facultad de Filosofía y Letras, Universidad de Buenos Aires.
41. Mengoni Goñalons, Guillermo L. 2007. "Camelid Managment During Inca Times in N.W. Argentina: Models and Archaeozoological Indicators". *Anthropozoologica* 42 (2): 129-141. <http://repositorio.filo.uba.ar/handle/filodigital/12685>
42. Mengoni Goñalons, Guillermo L. y Hugo D. Yacobaccio. 2006. "The Domestication of South America Camelids: A View from south-Central Andes". En *Documenting Domestication: Bringing Together Plants, Animals, Archaeology, and Genetics*, editado por Melinda A. Zeder, Daniel Bradley, Eve Emshwiller y Bruce D. Smith, 228-243. Berkeley: University of California Press.
43. Mercolli, Pablo H. 2016. "El consumo de camélidos silvestres por parte de las poblaciones humanas de la Quebrada de Humahuaca, Pcia. de Jujuy, Argentina". *Arqueología* 22: 37-55. <http://revistascientificas.filo.uba.ar/index.php/Arqueologia/article/view/3276>
44. Mercolli, Pablo H. 2011. "El truco está en la diversidad: estrategias de manejo pastoril en la Quebrada de Humahuaca, Provincia de Jujuy, Argentina, entre el 900 y el 1200 AD". *Arqueología* 17: 81-95. <http://revistascientificas.filo.uba.ar/index.php/Arqueologia/article/view/1838>
45. Mercolli, Pablo H. 2010. "Estrategias de subsistencia en la Quebrada de Humahuaca, provincia de Jujuy. Dos casos de estudio relacionados al manejo ganadero y la trascendencia de la caza a través del tiempo en las sociedades humanas". En *Zooarqueología a principios del siglo XXI. Aportes teóricos, metodológicos y casos de estudio*, editado por María A. Gutiérrez, Mariana de Nigris, Pablo M. Fernández, Miguel Giardina, Adolfo Gil, Andrés Izeta, Gustavo Neme y Hugo D. Yacobaccio, 273-284. Buenos Aires: Ediciones del Espinillo.
46. Mercolli, Pablo H. 2005. "Tendencias en la estrategia de caza durante el Período de Desarrollo Regionales en la Quebrada de Humahuaca". *Estudios Sociales del NOA* 8: 88-217. Universidad de Buenos Aires: Instituto Interdisciplinario Tilcara, Facultad de Filosofía y Letras.

47. Mercolli, Pablo H. 2004. "Un aporte desde el estudio de las arqueofaunas de un sitio de Quebrada de Humahuaca correspondiente al Período de Desarrollo Regionales". Tesis de Licenciatura, Facultad de Filosofía y Letras, Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires.
48. Nielsen, Axel E. 2001. "Evolución social en la Quebrada de Humahuaca". En *Historia Argentina Prehispánica*, editado por Eduardo Berberian y Axel E. Nielsen, tomo 1, 171-264. Córdoba: Editorial Brujas.
49. Nielsen, Axel E. 1996. "Demografía y cambio social en Quebrada de Humahuaca (Jujuy, Argentina) 700-1535 d. C.". *Relaciones de la Sociedad Argentina de Antropología* 21: 307-385. <https://saantropologia.com.ar/relaciones-21/>
50. Nielsen, Axel E. y M. Clara. Rivolta. 1997. "Asentamientos residenciales de ocupación breve en la Quebrada de Humahuaca (Jujuy, Argentina)". *Chungara. Revista de Antropología Chilena* 29 (1): 19-33. <https://chungara.cl/index.php/es/allcategories-en-us/11-volumenes-espanol/89-volumen-29-numero-1-1997>
51. Nielsen, Axel E., María M. Vázquez, Pablo H. Mercolli y Verónica Seldes. 2003-2005. "Quebrada del Cementerio: aportes al conocimiento del periodo Tardío en la quebrada de Humahuaca". Buenos Aires: *Cuadernos del Instituto Nacional de Antropología y Pensamiento Latinoamericano* 20: 237-256.
52. Olivera, Daniel E. y Jennifer L. Grant. 2008. "Economía y ambiente durante el Holoceno Tardío (ca. 4500-400) de Antofagasta de la Sierra (Puna Meridional Argentina)". En *Temas de Arqueología: Estudios Tafonómicos y Zooarqueológicos I*, editado por Alejandro Acosta, Daniel Loponte y Leonardo Mucciolo, 99-131. Buenos Aires: Instituto Nacional de Antropología y Pensamiento Latinoamericano.
53. Owen, Joseph, Keith Dobney, Allowen Evin, Thomas Cucchi, Greger Larson y Una Strand Vidarsdottir. 2014. "The Zooarchaeological Application of Quantifying Cranial Shape Differences in Wild Boar and Domestic Pigs (*Sus scrofa*) Using 3D Geometric Morphometrics". *Journal of Archaeological Science* 43: 159-167. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2013.12.010>
54. Raedecke, Kenneth John. 1979. "Population Dynamics and Sociology of the Guanaco (*Lama guanicoe*) of Magallanes, Chile". Tesis doctoral inédita, Universidad de Washington, Seattle. <http://hdl.handle.net/1773/5460>
55. Rohlf, F. James. 2022. TPSUtil, Version 1.82. Nueva York: Ecology and Evolution & Anthropology, Stony Brook University. <https://sbmorphometrics.org/>
56. Rohlf, F. James. 2019. TpsRelw, Version 1.70. Nueva York: Ecology and Evolution & Anthropology, Stony Brook University. <https://sbmorphometrics.org/>
57. Rohlf, F. James. 2017. TpsDig, Version 2.12. Nueva York: Ecology and Evolution & Anthropology, Stony Brook University. <https://sbmorphometrics.org/>
58. Seetah, Krist, Thomas Cucchi T, Keith Dobney y Graeme Barker. 2014. "A Geometric Morphometric Re-evaluation of the Use of Dental Form to Explore Differences in Horse (*Equus caballus*) Populations and its Potential Zooarchaeological Application". *Journal of Archaeological Science* 41: 904-910. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2013.10.022>

59. Wheeler Pires-Ferreira, Jane, Edgardo Pires-Ferreira y Peter Kaulicke. 1976. "Preceramic Animal Utilization in the Central Peruvian Andes". *Science* 194 (4264): 483-194. <https://doi.org/10.1126/science.194.4264.483>
60. Yacobaccio, Hugo D. 2003. "Procesos de intensificación y de domesticación de camélidos en los andes centro-sur". En *III Congreso Mundial sobre Camélidos / 1er Taller Internacional de Decama*, tomo 1, 211-217. Potosí.
61. Yacobaccio, Hugo D. 2001. "La domesticación de camélidos en el Noroeste Argentino". En *Historia argentina prehispánica*, editado por Eduardo Berberian y Axel E. Nielsen, tomo 1 7-40. Córdoba: Editorial Brujas.
62. Yacobaccio, Hugo D. 2010. "Osteometría de llamas (*Lama glama* L.) y sus consecuencias arqueológicas". En *Zooarqueología a principios del siglo XXI. Aportes teóricos, metodológicos y casos de estudios*, editado por María A. Gutiérrez, Mariana de Nigris, Pablo M. Fernández, Miguel Giardina, Adolfo Gil, Andrés Izeta, Gustavo Neme y Hugo D. Yacobaccio, 65-75. Buenos Aires: Ediciones del Espinillo.
63. Yacobaccio, Hugo D., Celina M. Madero, Marcela P. Malmierca y María C. Reigadas. 1997-1998. "Caza, domesticación y pastoreo de camélidos en la Puna Argentina". *Relaciones de la Sociedad Argentina de Antropología* 22-23: 389-418. <https://saantropologia.com.ar/relaciones-22-23/>
64. Yezerinac, Stephen M., Stephen Loughheed y Paul Handford. 1992. "Measurement Error and Morphometric Studies: Statistical Power and Observer Experience". *Systematic Biology* 41 (4): 471-482. <https://doi.org/10.1093/sysbio/41.4.471>
65. Zar, Jerrold H. 1999. *Biostatistical Analysis*. Nueva York: Prentice Hall.
66. Zelditch, Miriam L., Donald L. Swiderski, H. David Sheets y William L. Fink. 2004. *Geometric Morphometrics for Biologists*. Londres: Elsevier Academic Press.



### Anahí Hernández

[anahihernandez87@hotmail.com](mailto:anahihernandez87@hotmail.com)

Doctora en Humanidades y Artes con mención en Antropología de la Facultad de Humanidades y Artes de la Universidad Nacional de Rosario (UNR), Argentina. Licenciada en Antropología de la misma casa de altos estudios. Profesora universitaria recibida en la Facultad de Ciencias Jurídicas y Sociales de la Universidad del Centro Educativo Latinoamericano (UCEL), Argentina. Actualmente se desempeña como becaria posdoctoral del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (Conicet) y como profesora adjunta de la Facultad de Humanidades y Artes de la UNR. <https://orcid.org/0000-0003-4666-602X>

**Pablo Mercolli**

pmercolli@hotmail.com

Doctor en Arqueología de la Facultad de Filosofía y Letras de la Universidad de Buenos Aires (UBA), Argentina. Licenciado en Ciencias Antropológicas con orientación en Arqueología de la misma casa de altos estudios. Actualmente se desempeña como ayudante de primera categoría y como jefe de Trabajos Prácticos en el Instituto Interdisciplinario Tilcara, dependiente de la Facultad de Filosofía y Letras (UBA). <https://orcid.org/0009-0008-5010-2810>