



CAMÉLIDOS TIAHUANACO EN LA COLONIA DE MOQUEGUA AL SUR DEL PERÚ: VARIACIONES DE TAMAÑO Y MORFOTIPOS¹

TIWANAKU CAMELIDS IN THE MOQUEGUA COLONY OF SOUTHERN PERU: SIZE AND MORPHOTYPE VARIATION

Susan D. deFrance² y Juliana Rubinatto Serrano²

Este estudio examina la variabilidad morfométrica de los camélidos en cuatro sitios del Valle de Moquegua, Perú, una región donde la Cultura Tiahuanaco (ca. 600-1000 E.C.) estableció una gran colonia. A través de análisis cuantitativos basados en morfometría y relaciones logarítmicas de diferencia, junto con categorizaciones cualitativas de tamaño, estimamos las tendencias de tamaño en los camélidos. Los resultados sugieren que la cría de camélidos de gran tamaño, probablemente usados como animales de carga, cumplía tanto con funciones económicas como con roles sociales. Estos camélidos habrían sido esenciales para las caravanas que conectaban Moquegua con la capital Tiahuanaco, facilitando el intercambio de bienes e información entre ambas regiones. El conjunto de datos morfométricos presentado aquí es el más grande registrado para sitios Tiahuanaco hasta la fecha. Este trabajo contribuye al entendimiento de la variación en el tamaño de camélidos en los Andes y ofrece una perspectiva sobre cómo la cría de estos animales pudo haber sido una estrategia deliberada no solo con fines utilitarios, sino también para reforzar la identidad cultural de las poblaciones andinas.

Palabras claves: llamas, alpacas, morfotipos, Perú.

This study examines the size and variability of camelids at four Tiwanaku sites located in the Moquegua Valley of far southern Peru where the Tiwanaku culture of highland Bolivia established a large colony (ca. 600-1000 C.E.). We present quantitative data on camelid size using morphometrics and log difference ratios along with statistical analyses of these data. We also qualitatively assigned camelid bones to size categories, small or large, to estimate the size trends of the camelids in the assemblage. We use these data to argue that the breeding of large-sized camelids served both economic need and social desire. Large camelids, probable caravan animals, were utilitarian animals capable of traveling between Moquegua and their highland capital in Bolivia to transport goods and information between the two regions. The analyzed sample presented here is the largest morphometric dataset for Tiwanaku sites thus far. This work contributes to the understanding of variation in the size of camelids in the Andes and offers a perspective on how the breeding of these animals may have been a deliberate strategy not only for utilitarian purposes, but also to reinforce the cultural identity of Andean populations.

Key words: Llamas, alpacas, morphotypes, Peru.

Los grupos humanos que habitaron los Andes en el pasado incorporaron de diversas maneras a las cuatro especies de camélidos sudamericanos (CSA) en su vida económica y ritual. La cultura Tiahuanaco de las tierras altas de Bolivia (ca. 500-1000 E.C.) y sus colonias dependían de las llamas y alpacas domesticadas para mantener su economía política, proporcionando alimentos, fibra y productos diversos. En el sur del Perú,

los colonos tiahuanaco establecieron una importante colonia en el Valle de Moquegua (~1400 msm), donde el entorno era favorable para la producción agrícola, en particular maíz y otros cultivos alimenticios (Goldstein 2005). Estas comunidades desarrollaron una interdependencia crucial con las caravanas de llamas, que jugaban un papel fundamental en el transporte de mercancías, recursos y comunicaciones a lo largo

¹ Una primera versión de este trabajo fue presentada en el Taller “Humanos y Camélidos: Interacciones Sociales e Historia Evolutiva”, organizado y patrocinado por el IAR (Institute of Andean Research), realizado en asociación con el Instituto de Estudios Andinos, en Arica, Chile (julio 2023). Este manuscrito fue revisado por pares externos y editado por el Comité Editor de Chungara.

² Department of Anthropology, University of Florida, Gainesville, United States. sdef@ufl.edu; ORCID ID: 0000-0001-5548-8953; julianarubinatto@uf.edu, ORCID ID: 0009-0007-6397-8136

Recibido: abril 2024. Aceptado: enero 2025.

DOI: 10.4067/s0717-73562025000100404. Publicado en línea: 12-mayo-2025.



de rutas predefinidas entre la capital altiplánica y los asentamientos más alejados (Stanish et al. 2010).

La abundancia de restos óseos desarticulados de camélidos, de diferentes edades, encontrados en los sitios Tiahuanaco de Moquegua sugiere que las poblaciones locales practicaban la cría intensiva de estos animales en el valle. No se ha encontrado evidencia de camélidos silvestres en estos sitios, basándose en los análisis de huesos y dientes, lo que indica que la carne de camélidos domésticos constituía la principal fuente de proteína animal para estas comunidades (deFrance 2013). Además, la práctica de inhumar camélidos sacrificados íntegros tanto en contextos ceremoniales como en templos Tiahuanaco, así como en estructuras domésticas, destaca la importancia ritual de estos animales en la cosmovisión andina (Goldstein 2005).

Determinar si los taxa de CSA presentes en la colonia de Moquegua corresponden a morfotipos diferentes de especies domésticas, o si representan alguna combinación de taxa silvestres y domésticos, es crucial para comprender el rol de los camélidos en la vida cotidiana y política de esta región. Aunque la domesticación de llamas y alpacas ocurrió hace milenios (ca. 4000-3500 AP) y estas especies estaban presentes en diversas regiones de los Andes antes del surgimiento de Tiahuanaco (ver revisión de Yacobaccio 2021), las comunidades continuaron cazando guanacos y vicuñas -dos especies de camélidos silvestres- por su carne y su fibra, respectivamente.

Diversas técnicas han permitido identificar especies de CSA, como la morfología de los incisivos y la distribución del esmalte (Wheeler 1982), la morfometría multivariante (Kent 1982), la morfometría geométrica 2D (L'Heureux y Hernández 2021) y los análisis isotópicos (Finucane et al. 2006). Sin embargo, la distinción de especies utilizando restos arqueológicos sigue siendo un reto debido a las similitudes morfológicas y morfométricas entre los CSA (Izeta 2007, 2009, 2010; Vásquez Sánchez y Rosales Tham 2009; Wheeler 1995; Yacobaccio 2010).

En consonancia con otros conjuntos faunísticos, la identificación precisa de las especies de camélidos y la estimación del tamaño individual de los restos arqueológicos de los sitios Tiahuanaco del Valle de Moquegua presentan desafíos significativos. Sin embargo, cuando se encuentran huesos completos, es posible obtener medidas osteométricas que permiten estimar el tamaño del animal y su posible identificación taxonómica. Además, muchos especímenes pueden categorizarse como grandes o pequeños al comparar

el tamaño de los elementos óseos arqueológicos con huesos de especímenes de referencia de edad y taxonomía conocidas.

En este estudio, tanto la osteometría como las evaluaciones cualitativas del tamaño en los restos de camélidos de los sitios Tiahuanaco de Moquegua revelan un amplio espectro de tamaños, con una predominancia de especímenes grandes. Presentamos datos cuantitativos sobre el tamaño de los camélidos a través de análisis morfométricos y del índice de tamaño logarítmico (LSI) (Meadow 1999). También realizamos una clasificación cualitativa, dividiendo los huesos en categorías de pequeños o grandes, para estimar las tendencias de tamaño en el conjunto faunístico.

Estos datos respaldan la idea de que la crianza de camélidos de gran tamaño satisfacía tanto necesidades económicas como sociales. Es probable que los camélidos grandes, utilizados en caravanas, fueran esenciales para realizar travesías entre Moquegua y la capital en el altiplano (Stanish et al. 2010). Proponemos, además, que los tiahuanaco consideraban la crianza y posesión de camélidos robustos como un elemento definitorio de su identidad, empleando estos animales como un medio de diferenciación frente a otros pueblos del Horizonte Medio en el valle, incluidos sus vecinos wari y las poblaciones locales que incorporaron a su imperio.

La muestra analizada en este estudio representa el conjunto de datos morfométricos más extenso hasta la fecha para los sitios Tiahuanaco. Este trabajo contribuye a la base de datos sobre la variación del tamaño de los camélidos en diferentes entornos andinos, y sirve como ejemplo de cómo los datos morfométricos pueden emplearse para sugerir que las antiguas poblaciones andinas criaban camélidos deliberadamente, no solo para cubrir necesidades utilitarias, sino también para reforzar su identidad cultural.

Además de la presencia de muchos individuos de gran tamaño, los datos morfométricos muestran una considerable variabilidad, con numerosos especímenes medianos. Exploramos la posibilidad de que estos especímenes de tamaño intermedio sean morfotipos únicos o animales híbridos. Los relatos etnohistóricos y estudios etnográficos de pastores de camélidos demuestran que los pueblos andinos no clasificaban a los camélidos exclusivamente en las cuatro categorías taxonómicas científicas que existen hoy en día. En lugar de ello, solían emplear taxonomías populares para nombrar e identificar morfotipos y camélidos híbridos, basándose en

una variedad de características como la edad, el propósito, el género y las características de la fibra (véase Bonavia 2008; Dransart 1991; Flores Ochoa 1988). Interpretamos la variabilidad de tamaño en nuestra muestra de camélidos como una posible indicación de la existencia de camélidos diversos, algunos de los cuales probablemente son cruces genéticos. En ausencia de análisis moleculares o de ADN antiguo (aDNA), no podemos determinar con confianza si alguno de los camélidos de Tiahuanaco en Moquegua son morfotipos de raza pura o híbridos entre camélidos silvestres y domésticos o entre las dos especies domesticadas. Si la muestra analizada contiene individuos híbridos, tanto las mediciones cuantitativas de los huesos arqueológicos como las evaluaciones cualitativas podrían ser inadecuadas para identificar la variedad de tipos de camélidos que existían en el pasado.

A nivel global, este análisis es relevante para estudios de pueblos que viven en otras regiones geográficas donde existe una superposición de tamaños dentro de una misma especie o similitud osteológica entre animales (p.ej., Culley et al. 2021; Hanot et al. 2017; Jeanjean et al. 2022). Aunque nuestra discusión sobre híbridos es hipotética, este análisis también puede ser de interés para investigadores que trabajan en otras regiones geográficas donde se han encontrado animales domésticos híbridos (p.ej., Anderson et al. 2017, Bennett et al. 2022; Marshall et al. 2014) o donde las personas utilizan taxonomías populares para identificar a los animales con los que interactúan (p.ej., Tlili 2012; Wapnish 1984).

Variabilidad de Tamaño e Identificación de Especies o Morfotipos

La clasificación científica de las cuatro especies de CSA se divide en dos grupos de tamaño -pequeños o grandes-, donde cada grupo consta de una especie silvestre y una doméstica. Los camélidos grandes son la llama domesticada y el guanaco silvestre; los pequeños, la alpaca domesticada y la vicuña, esta última el CSA más pequeño.

Uno de los métodos más utilizados para distinguir especies y/o morfotipos de camélidos es la morfometría multivariante de la primera falange, desarrollada originalmente por Kent (1982). Esta técnica ha sido aplicada en entornos geográficos y periodos diversos en América del Sur (p.ej., Castro et al. 2013; deFrance et al. 2016; Gasco et al. 2014;

Izeta et al. 2009; L'Heureux y Hernández 2021). Sin embargo, una revisión reciente y un análisis estadístico de la fiabilidad de los primeros valores morfométricos de falange para distinguir a los CSA muestran que el valor predictivo de esta medición no es consistentemente uniforme (Le Neün et al. 2023). Específicamente, Le Neün et al. (2023) muestran que la morfometría de la primera falange delantera es útil para distinguir al guanaco y a la vicuña. Además, según Le Neün et al. (2023), la medición no es confiable para diferenciar llamas y alpacas, debido tanto a la variabilidad geográfica como a la extensa hibridación precolonial de taxa de camélidos. Uno de los principales problemas para la identificación de especies de camélidos mediante técnicas morfométricas tiene que ver con que estas permiten separar claramente dos grupos de tamaño, cada uno de los cuales está representado por una especie silvestre y una doméstica. Dentro de cada grupo, el tamaño de las especies de camélidos se superpone (ver p.ej., Cartajena 2009; Mengoni Goñalons y Yacobaccio 2006; Wing 1972).

Los métodos moleculares para distinguir los taxa de los CSA también presentan desafíos. Aunque el uso de métodos de ADN para la identificación de especies es cada vez más común y sigue en desarrollo (p.ej., Díaz-Maroto et al. 2021; Fan et al. 2020; Marín et al. 2018), estos aún no están ampliamente disponibles para la identificación taxonómica de grandes conjuntos arqueológicos. Desafortunadamente, los intentos de diferenciar las especies domesticadas de los CSA mediante el estudio de colágeno en huesos (Zooarqueología por espectrometría de masas; ZooMS) han demostrado que la llama y la alpaca tienen composiciones de colágeno idénticas, debido a que estos taxa domesticados evolucionaron hace relativamente poco tiempo (Speller, comunicación personal 2024). Por lo tanto, los investigadores que analizan extensos conjuntos de huesos de camélidos a menudo solo pueden proporcionar medidas relativas del tamaño de los animales mediante morfometría, sin poder asignar los especímenes a taxa específicos.

A pesar de estos desafíos, las categorizaciones de tamaño ayudan a identificar el rango de taxones de los CSA presentes en los conjuntos arqueológicos y proporcionan información sobre los diferentes morfotipos con los que las personas interactuaron en el pasado. Los tiahuanaco fueron una de las muchas culturas que dependían en gran medida de los camélidos para fines económicos y rituales.

Tiahuanaco y su Colonia del Valle de Moquegua

Asentamientos tiahuanaco

Tiahuanaco es uno de varios estados que surgieron durante el Horizonte Medio Andino (~500-1100 E.C.). En lo alto del altiplano boliviano, a más de 3.800 msm cerca del Lago Titicaca, los tiahuanaco construyeron una intrincada capital urbana caracterizada por arquitectura monumental en piedra (Couture 2002; Janusek 2008; Stanish 2003). Una vasta población, estimada en miles de personas, habitaba un área de ca. 6 km². Durante seis siglos (500-1100 E.C.), los tiahuanaco prosperaron como una entidad política que se apoyaba en una economía agropastoril compleja, enfocada en la producción de papa y quínoa, la cría de camélidos y la explotación de recursos lacustres (Kolata 1993, 1996, 2003; Miller et al. 2021).

Además de proporcionar carne, los camélidos eran indispensables para obtener materias primas esenciales para la supervivencia, especialmente fibras para la confección de textiles y estiércol como combustible en la tundra fría y deforestada del altiplano. Las caravanas de llamas también desempeñaban un papel fundamental en el transporte de mercancías hacia y desde la capital, así como en el intercambio de información dentro del imperio (Browman 1990; Lynch 1983; Stanish et al. 2010; Vallières 2012; Webster 1993). Janusek (2008:198-199) enfatiza cómo las caravanas de camélidos habrían servido como medios de comercio e interacción social durante las principales festividades, ferias y ceremonias, transformando temporalmente la capital de Tiahuanaco en un centro cosmopolita y de peregrinación. Los tiahuanaco también establecieron asentamientos más allá de su capital en lo que hoy es Bolivia, Chile y el sur de Perú (Janusek 2008).

Ubicada en el extremo sur del Perú, la cuenca de Moquegua destaca como uno de los valles fluviales más extensos de la región. En su tramo medio, tres afluentes más pequeños -el Otorá, el Torata y el Tumilaca- confluyen para dar forma a un único río, conocido como el Río Osmore o Río Moquegua, en el Valle de Moquegua. A una distancia de aproximadamente 70 km tierra adentro de la costa del Pacífico y a una elevación promedio de 1.400 msm, la porción media del valle abarca una región fértil de aproximadamente 75 km de ancho (E-O) por 28 km de largo (N-S) (Figura 1). A pesar de encontrarse a más de 250 km de la tierra natal de Tiahuanaco, el

valle atrajo a colonos debido a sus tierras cultivables y su clima favorable.

Los colonos tiahuanaco llegaron a Moquegua en el siglo VII DC. Durante los siguientes cinco siglos, tanto Tiahuanaco como los asentamientos derivados de él ocuparon más de 141 hectáreas de área residencial en el valle medio (Goldstein 2005). Para maximizar la producción agrícola, los colonos se establecieron en acantilados sobre la productiva llanura aluvial y cerca de los manantiales del valle. El asentamiento tiahuanaco en la región de Osmore no se percibe como una conquista de la población local Huaracane ni como parte de una expansión territorial. Más bien, Goldstein (2005) sostiene que, aunque el pueblo tiahuanaco mantenía conexiones culturales con la región central, los motivos, objetivos y actividades económicas de los colonos pueden haber estado orientados a través de la conexión con las comunidades matrices como grupos corporativos autónomos, en lugar de depender de una única jerarquía central. A pesar de esto, los colonos que vivían en Moquegua mantuvieron cierto grado de independencia política y una fuerte identidad Tiahuanaco en términos de cultura material, arquitectura, costumbres alimentarias e ideología. Además, llevaron a cabo un comercio e intercambios constantes con la capital, un proceso que habría requerido caravanas de llamas.

Tiahuanaco y los camélidos en la colonia Moquegua

La colonia de Moquegua podría albergar restos de las cuatro especies de camélidos sudamericanos (CSA), aunque nuestro análisis zooarqueológico indica que los camélidos domesticados dominan los conjuntos faunísticos y no hay evidencia de camélidos silvestres (deFrance 2013). Muchas de las funciones económicas y rituales de los diferentes CSA se habrían superpuesto significativamente en los sitios Tiahuanaco del valle (Tabla 1). Las llamas pudieron haberse utilizado de diversas formas, incluyendo machos castrados como animales de carga en caravanas, machos jóvenes destinados principalmente a la obtención de carne y posiblemente fibra, y hembras para reproducción, carne y fibra. Las alpacas, por su parte, habrían sido criadas principalmente por su fibra y carne, al igual que los cruces híbridos entre llamas y alpacas. Tanto las llamas como las alpacas de todas las edades y sexos habrían proporcionado estiércol, usado como combustible y fertilizante. Además, los pueblos Tiahuanaco podrían haber seleccionado llamas,

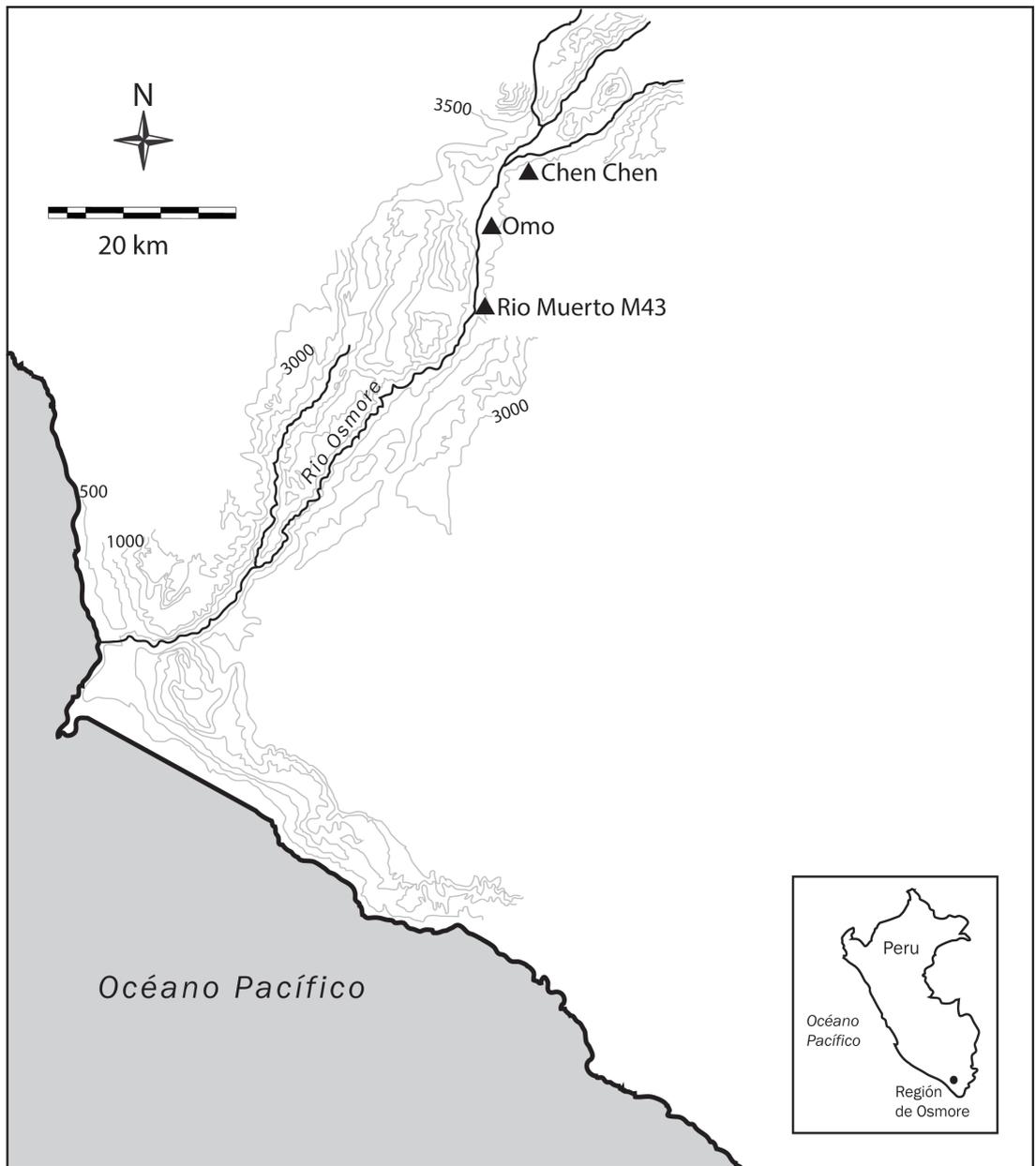


Figura 1. Mapa de Valle de Moquegua, Perú, mostrando la ubicación de los sitios Tiahuanaco.

Map of Moquegua Valley, Peru, with Tiwanaku sites indicated.

alpacas y cruces híbridos entre ambas especies para emplearlos en sacrificios rituales.

Aunque la altitud de las colonias moqueguanas es menor que la del hábitat natural del guanaco y la vicuña, los pueblos tiahuanaco podrían haber cazado estos animales en las tierras altas o haberlos obtenido mediante comercio e intercambio. Los guanacos

habrían proporcionado grandes cantidades de carne y cuero; por lo tanto, la gente continuó con la caza oportunista de guanacos, así como de vicuñas, debido a que estas últimas poseen el vellón más fino entre todos los CSA. Su captura, esquila y liberación están documentadas en relatos etnohistóricos (p.ej., Garcilaso de la Vega 1977 [1609]) y probablemente fue una

Tabla 1. Posibles taxones de camélidos, morfotipos y roles económicos y rituales en los sitios de Tiahuanaco en el Valle de Moquegua.

Possible camelid taxa, morphotypes and economic and ritual roles on Tiwanaku sites in the Moquegua Valley.

<i>Lama glama</i> - Llama	
	Machos castrados -animales de caravana
	Hembras reproductoras; pequeño número de machos reproductores - carne y fibra
	Machos jóvenes y hembras (crias locales) - carne y fibra
	Machos y hembras -sacrificios rituales
	Todos los sexos y edades - estiércol
<i>Vicugna pacos</i> - Alpaca	
	Principalmente hembras, pero también machos reproductores – carne, fibra, pieles
	Machos y hembras - sacrificios rituales
	Todos los sexos y edades - estiércol
Hybrid – Llamas y Alpacas	
	Principalmente hembras, pero también machos reproductores: carne, fibra, pieles
	Machos y hembras: sacrificios rituales
	Todos los sexos y edades: estiércol
<i>Lama guanicoe</i> - Guanaco	
	Adultos y juveniles machos y/o hembras; cazados en quebradas de menor altitud o en entornos de mayor altitud - carne, pieles
<i>Vicugna vicugna</i> – Vicuña	
	Machos y/o hembras adultos y juveniles cazados localmente en las tierras altas; adquiridos a través del comercio - carne y/o fibra, pieles

práctica desarrollada siglos o incluso milenios antes de la conquista española. La caza de vicuñas también habría proporcionado carne, grasa, pieles y huesos.

Todos los camélidos podrían haber suministrado una gama de productos tras su muerte. El uso de huesos de camélido para la fabricación de implementos y herramientas está ampliamente documentado en los sitios de las tierras altas de Tiahuanaco (Webster y Janusek 2003). En Tiahuanaco, y en muchos otros sitios, los huesos de las extremidades inferiores (metapodios) se convertían comúnmente en *wichuñas* (punzones de hueso) para la producción textil. También son frecuentes en los sitios de Tiahuanaco los implementos óseos hechos a partir de la porción posterior de la mandíbula del camélido (es decir, la rama, el cóndilo y el ángulo posterior al tercer molar). Hoy en día, la grasa de camélido es también un ingrediente esencial en los paquetes de ofrendas rituales, y presumiblemente se utilizaba para rituales en el pasado.

Contextos Arqueológicos

Los restos zooarqueológicos analizados en este estudio provienen de excavaciones en los tres principales complejos urbanos de Moquegua (Figura 1): Chen Chen/Los Cerrillos (en la Pampa Chen Chen), Omo (valle medio) y Río Muerto (extremo sur del valle). Los contextos incluyen hogares domésticos, aldeas y estructuras ceremoniales, entre las que se destaca el único templo tiahuanaco de plaza hundida fuera de las tierras altas. Estos contextos representan la variabilidad estilística, funcional y espacial encontrada en la colonia (véase Goldstein 2005).

El sitio de Chen Chen (M1) se ubica al noreste de la actual ciudad de Moquegua. Aunque en gran medida destruido hoy en día, el sitio alberga el cementerio tiahuanaco más grande conocido en el valle. El complejo mortuorio es contiguo a una zona habitacional que presenta abundantes restos de

camélidos. En el valle medio, se encuentra una gran ciudad y un conjunto de templos hundidos en Omo (M10, M12). Este importante sitio funcionaba como el centro administrativo y ritual de la colonia. Tanto los contextos domésticos como el complejo del templo contenían abundantes restos de camélidos. Además, el templo de Omo también contiene las ofrendas de sacrificio de camélidos más completas de todos estos sitios. En el extremo sur del valle se encuentra el complejo de Río Muerto, que consta de dos sitios (M43 y M70), los cuales incluyen cementerios y áreas habitadas. Los restos de camélidos incluidos en este análisis proceden tanto de los cementerios como de los contextos domésticos.

Materiales y Métodos

Las muestras osteológicas

El conjunto tiahuanaco de los sitios de Moquegua se encuentra en el Museo Contisuyo en Moquegua. Un equipo de analistas completó todas las identificaciones y mediciones de los especímenes de camélidos, incluidas las falanges arqueológicas. Se hicieron identificaciones positivas de falanges anteriores y posteriores a partir de ofrendas completas. Para muchas de las falanges, los analistas no pudieron distinguir entre las extremidades anteriores y posteriores. Los analistas obtuvieron mediciones singulares. Los datos de tamaño se derivan tanto de la osteometría con calibrador digital como de evaluaciones de tamaño cualitativas. La muestra osteométrica de primeras falanges consta de 298 especímenes y de tres variables lineales ($GL = V1$, $Bp = V2$ y $H = V3$; ver Le Neün et al. 2023) (Tablas 2, 3, 4 e Información suplementaria Tabla 1). En algunos casos, solo estaba presente la porción proximal de falanges fragmentadas; por lo tanto, no se obtuvieron mediciones de GL. Proporcionamos las mediciones de Bp y H para esos especímenes. Además, presentamos medidas dimensionales de 10 especímenes de gran tamaño distintos de la primera falange según Von den Driesch (1976) (Tabla 5).

Las evaluaciones cualitativas del tamaño de los animales se basan en comparaciones con una referencia esquelética de una llama macho adulta depositada en el Museo Contisuyo en Moquegua, Perú. Este espécimen de llama es un animal moderno criado en las proximidades de Chilligua (4.530 msm), en el departamento de Moquegua. Aunque los camélidos modernos pueden no estar directamente relacionados con los especímenes

arqueológicos, el uso de especímenes comparativos modernos de la misma región geográfica que los especímenes arqueológicos minimiza parte del sesgo del tamaño de los camélidos que puede atribuirse al hábitat geográfico. Las evaluaciones cualitativas no métricas se llevaron a cabo sobre un total de 355 especímenes (Tablas 6 y 7). Estas evaluaciones se realizan principalmente en elementos óseos maduros/fusionados, pero también incluyen algunos elementos que no se han fusionado, como los carpos y tarsos y algunos elementos craneales. Reconocemos que existe una gradiente de tamaño entre los posibles CSA y que clasificarlos únicamente como grandes o pequeños no considera el rango completo de variabilidad de tamaño debido a la especie, el sexo, la castración y otros factores.

Para proporcionar una evaluación cuantitativa del tamaño de los animales, comparamos los especímenes de Moquegua con los especímenes de las mediciones de primeras falanges publicadas por Le Neün et al. (2023). Sus datos incluyen especímenes modernos de museos (19 camélidos) y de rebaños argentinos (69 falanges) y, entre los especímenes arqueológicos, datos de mediciones previamente publicadas de 38 camélidos de los Andes centrales (Costa y Barri 2018; Gasco y Marsh 2015; Izeta et al. 2009; Mondini y Muñoz 2017).

Análisis estadístico

Realizamos tres tipos de análisis utilizando la versión 4.3.1 de R (R Core Team 2023): análisis de varianza univariante y multivariante (ANOVA y MANOVA, respectivamente), prueba t de Welch y el índice de tamaño de registro (Rubinatto Serrano 2024). Realizamos el ANOVA para comparar la media geométrica de GL, Bp y H entre la muestra de Moquegua y los especímenes modernos y arqueológicos publicados y compilados por Le Neün et al. (2023) (en adelante denominados muestras arqueológicas y modernas). Se completaron las pruebas MANOVA para comparar las medidas dimensionales de GL, BP y H para discernir las posibles fuentes de variabilidad. Realizamos estas comparaciones (1) entre las muestras de los cuatro sitios arqueológicos de Moquegua, (2) entre muestras de Moquegua, arqueológicas y modernas para todas las falanges, (3) entre estas muestras de las falanges identificables como anteriores, y (4) entre estas muestras de las falanges posteriores. En los casos en que las pruebas ANOVA o MANOVA indicaron

Tabla 2. Las medidas de la epífisis proximal de las primeras falanges delanteras y posteriores de pequeños especímenes (n=67) de sitios Tiahuanaco en Moquegua.

Measurements of the proximal epiphysis of the first front and rear phalanges of small specimens (n=67) from Tiwanaku sites in Moquegua.

Sitio	Especimen	Bp	H	GL	Delan_Post	Media geom
M1 - Chen Chen	M1 - 124022	14,9	13,5	53,1	ind	22,02
M1 - Chen Chen	M1 - 124022	15,4	14	55,4	ind	22,86
M1 - Chen Chen	M1 - 122189	15,3	14,7	54,7	ind	23,09
M1 - Chen Chen	M1 - 122166	15,6	14,6	55,3	ind	23,27
M1 - Chen Chen	M1 - 124022	16,1	14,2	NA	ind	NA
M10 - Omo	M10-8080	20,5	18,6	20,6	ind	19,88
M10 - Omo	M10-1132	15,4	14,1	53,7	ind	22,68
M10 - Omo	M10-1005	15,5	15	54,6	ind	23,33
M10 - Omo	M10-8201	16,8	15,1	56,9	ind	24,35
M10 - Omo	M10-8088	16,3	14,6	60,8	ind	24,37
M10 - Omo	M10-1582	16	16,2	62,3	ind	25,28
M10 - Omo	M10-1599	16,7	15,7	63	ind	25,47
M10 - Omo	M10 - 19105	19,2	14,5	62,9	ind	25,97
M10 - Omo	M10-7102	15	14,6	NA	ind	NA
M10 - Omo	M10-1476	15,9	14,6	NA	ind	NA
M10 - Omo	M10-1874	15,9	14,8	NA	ind	NA
M10 - Omo	M10-8201	16,3	14,8	NA	ind	NA
M10 - Omo	M10-1946	17,6	14,83	NA	ind	NA
M10 - Omo	M10-1555	15,6	15,7	NA	ind	NA
M10 - Omo	M10-1052	16,7	15,8	NA	ind	NA
M10 - Omo	M10-1555	15,7	16,3	NA	ind	NA
M12 - Omo	M12-3290	15,1	15,5	59,7	ind	24,09
M12 - Omo	M12-3290	15,1	15,5	59,7	ind	24,09
M12 - Omo	M12-3175	19,95	18,86	45,06	ind	25,69
M43 - Río Muerto	M43-3516	11	13,8	47,5	ind	19,32
M43 - Río Muerto	M43-3514	21,39	17,34	21,48	ind	19,97
M43 - Río Muerto	M43-4170	13,9	13,3	52	ind	21,26
M43 - Río Muerto	M43-6216	13,8	14,3	49,5	ind	21,38
M43 - Río Muerto	N/A	14,5	14,3	52,3	ind	22,13
M43 - Río Muerto	M43-4544	13,9	14,1	57,5	ind	22,42
M43 - Río Muerto	M43-3516	10	18,3	61,6	ind	22,42
M43 - Río Muerto	M43-3257	14	14,8	54,8	ind	22,48
M43 - Río Muerto	M43-3516	14,4	14,7	53,7	ind	22,48
M43 - Río Muerto	M43-1260	14,8	13,9	55,4	ind	22,50
M43 - Río Muerto	M43-4170	14,3	13,7	59,3	ind	22,65
M43 - Río Muerto	M43-3257	14,8	14,5	54,5	ind	22,70
M43 - Río Muerto	N/A	13,6	14,2	61,5	ind	22,82
M43 - Río Muerto	M43-4170	15,1	14,7	56,4	ind	23,22
M43 - Río Muerto	M43-4170	15,8	14,4	55,8	ind	23,33
M43 - Río Muerto	N/A	15,4	14,4	57,3	ind	23,34
M43 - Río Muerto	M43-4170	14,4	15,3	58,1	ind	23,39
M43 - Río Muerto	N/A	14,6	14,8	59,3	ind	23,40
M43 - Río Muerto	M43-3339	11,08	18,43	66,28	ind	23,83
M43 - Río Muerto	M43-4169	15,1	15,4	58,8	ind	23,91
M43 - Río Muerto	M43-3516	15,8	14,2	61,2	ind	23,95
M43 - Río Muerto	M43-4170	15,4	15,2	59	ind	23,99
M43 - Río Muerto	M43-4170	15,1	15,5	60,8	ind	24,23
M43 - Río Muerto	M43-3257	16	15,1	59,1	ind	24,26
M43 - Río Muerto	M43-4170	15,8	15,1	60,4	ind	24,33
M43 - Río Muerto	M43-4170	16,2	15,4	57,8	ind	24,34
M43 - Río Muerto	M43-3516	16	15,5	58,3	ind	24,36

Continuación Tabla 2.

Sitio	Especimen	Bp	H	GL	Delan_Post	Media geom
M43 - Río Muerto	M43-3516	15,4	15,7	60,1	ind	24,40
M43 - Río Muerto	M43-3516	15,4	15,8	60,3	ind	24,48
M43 - Río Muerto	M43-4170	15,3	15,1	63,6	ind	24,49
M43 - Río Muerto	M43-6388	15,9	15,3	60,6	ind	24,52
M43 - Río Muerto	M43-6349	15,5	16,5	58,9	ind	24,70
M43 - Río Muerto	M43-3339	11,35	19,73	67,49	ind	24,72
M43 - Río Muerto	M43-3257	15,9	15,8	60,2	ind	24,73
M43 - Río Muerto	M43-3257	14,8	17,9	57,7	ind	24,82
M43 - Río Muerto	M43-3264	16,7	15,4	59,5	ind	24,83
M43 - Río Muerto	N/A	15,8	16,3	59,6	ind	24,85
M43 - Río Muerto	M43-3516	16	16,1	62,4	ind	25,24
M43 - Río Muerto	N/A	15,9	16	63,3	ind	25,25
M43 - Río Muerto	N/A	16,4	15,9	63,6	ind	25,50
M43 - Río Muerto	M43-3484	18,22	15,84	58,47	ind	25,65
M43 - Río Muerto	N/A	18,2	15,6	59,5	ind	25,66
M43 - Río Muerto	M43-6248	14,67	12,81	NA	ind	NA

Tabla 3. Las medidas de la epífisis proximal de las primeras falanges delanteras y posteriores de grandes especímenes (n=194) de sitios Tiahuanaco en Moquegua.

Measurements of the proximal epiphysis of the first front and rear phalanges of large specimens (n=194) from Tiwanaku sites in Moquegua.

Sitio	Especimen	Bp	H	GL	Delan_post	Media geom
M1 - Chen Chen	M1 - 121145	21,4	20,3	66,1	ind	30,62
M1 - Chen Chen	M1 - 122077	19,7	20	NA	ind	NA
M1 - Chen Chen	M1 - 122077	20,7	18,6	NA	ind	NA
M1 - Chen Chen	M1 - 122119	16,7	16,4	59,6	ind	25,37
M1 - Chen Chen	M1 - 122119	16,7	16,3	62,5	ind	25,72
M1 - Chen Chen	M1 - 122119	23,6	21,8	NA	ind	NA
M1 - Chen Chen	M1 - 122181	20,8	18,1	NA	ind	NA
M1 - Chen Chen	M1 - 122181	22,4	18,6	NA	ind	NA
M1 - Chen Chen	M1 - 124022	19,9	17,6	65,5	ind	28,41
M1 - Chen Chen	M1 - 124036	19,3	18,2	NA	ind	NA
M1 - Chen Chen	M1 - 124036	19,8	19,6	72,6	ind	30,43
M1 - Chen Chen	M1 - 124036	21,2	20,9	70,3	ind	31,46
M1 - Chen Chen	M1 - 124052	19,2	17,7	61	ind	27,47
M1 - Chen Chen	M1 - 124052	21	21,5	72,6	ind	32,00
M10 - Omo	M10 - 18010.N	19,6	17,6	60,3	ind	27,50
M10 - Omo	M10 - 18270	21,2	20,2	69,9	ind	31,05
M10 - Omo	M10 - 19467	21,1	19,1	73,3	ind	30,91
M10 - Omo	M10 - 19976	20	18,5	62,5	hind	28,49
M10 - Omo	M10 - 19976	20,2	19,1	61,6	hind	28,75
M10 - Omo	M10 - 19976	20,5	18,6	62,7	hind	28,81
M10 - Omo	M10 - 19976	20,8	18,6	61,3	hind	28,73
M10 - Omo	M10 - 19976	21,6	20,6	70,4	fore	31,52
M10 - Omo	M10 - 19976	22,3	20,7	71,7	fore	32,11
M10 - Omo	M10 - 19976	23,3	20	72	fore	32,25
M10 - Omo	M10 - 19976	23,5	21,4	72,6	fore	33,17
M10 - Omo	M10 18270	18,6	17,6	57,6	ind	26,62
M10 - Omo	M10 18270	19,9	18,2	NA	ind	NA

Continuación Tabla 3.

Sitio	Espécimen	Bp	H	GL	Delan_post	Media geom
M10 - Omo	M10 18270	21,9	20,9	69,5	ind	31,69
M10 - Omo	M10-1005	17,8	20,2	62,6	ind	28,23
M10 - Omo	M10-1071	20,5	18,9	NA	ind	NA
M10 - Omo	M10-1071	22,1	19,1	NA	ind	NA
M10 - Omo	M10-1105	19,4	18,4	64,8	ind	28,49
M10 - Omo	M10-1119	20,2	18,7	63,5	ind	28,84
M10 - Omo	M10-1231	19,5	17,6	NA	ind	NA
M10 - Omo	M10-1261	16,6	16,2	NA	ind	NA
M10 - Omo	M10-1327	20,9	17,4	NA	ind	NA
M10 - Omo	M10-1341	22,9	20,8	72	ind	32,49
M10 - Omo	M10-1342	19,5	18,3	NA	ind	NA
M10 - Omo	M10-1342	22,6	19,6	NA	ind	NA
M10 - Omo	M10-1395	21,8	22,1	81,5	ind	33,99
M10 - Omo	M10-1479	18,81	17,91	65,79	fore	28,09
M10 - Omo	M10-1604	22,5	20,5	69,5	ind	31,77
M10 - Omo	M10-1698	21,5	20,3	80,8	ind	32,79
M10 - Omo	M10-1870	21,5	21,5	NA	ind	NA
M10 - Omo	M10-1909	21,3	18,1	60,6	hind	28,59
M10 - Omo	M10-1909	21,4	17,7	62,3	hind	28,68
M10 - Omo	M10-1919	19,4	17,5	60,5	ind	27,39
M10 - Omo	M10-1946	21,51	20,21	NA	ind	NA
M10 - Omo	M10-7102	21,8	19,3	67,8	ind	30,55
M10 - Omo	M10-7653	20,8	16,5	NA	ind	NA
M10 - Omo	M10-7892	20	17,2	62,1	ind	27,75
M10 - Omo	M10-7971	19	18,2	NA	ind	NA
M10 - Omo	M10-7971	20	18,5	NA	ind	NA
M10 - Omo	M10-8005	16,2	16,8	NA	ind	NA
M10 - Omo	M10-8308	21,2	18,1	67,4	ind	29,57
M10 - Omo	M10-8308	21,5	29	76,6	ind	36,28
M10 - Omo	M10-8611	20,1	17,9	71,4	ind	29,51
M10 - Omo	M10-9123	22,3	19,5	70,5	ind	31,30
M10 - Omo	M1--1090	21,5	19,8	69,7	ind	30,96
M12 - Omo	M12-3198	21,3	19,6	NA	ind	NA
M12 - Omo	M12-3365	24,7	23,7	NA	ind	NA
M43 - Río Muerto	M43-1026	20,1	17,3	65	ind	28,27
M43 - Río Muerto	M43-1033	20,89	20,38	83,79	ind	32,92
M43 - Río Muerto	M43-1251	26,5	19,8	69,5	ind	33,16
M43 - Río Muerto	M43-1267	21,1	19,2	NA	ind	NA
M43 - Río Muerto	M43-2064	20,2	21,5	NA	ind	NA
M43 - Río Muerto	M43-2160	20,9	20,5	NA	ind	NA
M43 - Río Muerto	M43-2320	20,6	17,6	64,4	ind	28,58
M43 - Río Muerto	M43-2381	22,1	19,9	75,7	ind	32,17
M43 - Río Muerto	M43-3257	20,2	19,1	65,6	ind	29,36
M43 - Río Muerto	M43-3257	20,3	21,2	71,4	ind	31,32
M43 - Río Muerto	M43-3257	20,7	19,3	66,6	ind	29,85
M43 - Río Muerto	M43-3257	20,9	20,2	69,6	ind	30,86
M43 - Río Muerto	M43-3257	23	22,9	82,6	ind	35,17
M43 - Río Muerto	M43-3264	21,5	18,5	69	ind	30,16
M43 - Río Muerto	M43-3264	21,7	19	58,2	ind	28,84
M43 - Río Muerto	M43-3264	22,1	20	74,9	ind	32,11
M43 - Río Muerto	M43-3264	24,7	22,6	82,4	ind	35,83
M43 - Río Muerto	M43-3338	21	20	74,1	ind	31,45
M43 - Río Muerto	M43-3339	20,92	19,71	75,8	ind	31,50
M43 - Río Muerto	M43-3484	20,15	20,45	76,19	ind	31,55
M43 - Río Muerto	M43-3484	20,21	17,61	66,32	ind	28,69

Continuación Tabla 3.

Sitio	Espécimen	Bp	H	GL	Delan_post	Media geom
M43 - Río Muerto	M43-3484	21,73	19,19	70,65	ind	30,89
M43 - Río Muerto	M43-3484	22,11	21	NA	ind	NA
M43 - Río Muerto	M43-3484	22,17	19,17	68,38	ind	30,74
M43 - Río Muerto	M43-3506	21,3	20	72,5	ind	31,37
M43 - Río Muerto	M43-3506	22,1	19,6	67,9	ind	30,87
M43 - Río Muerto	M43-3506	25,2	22	81,6	ind	35,63
M43 - Río Muerto	M43-3514	17,94	18,73	64,54	ind	27,89
M43 - Río Muerto	M43-3514	20,96	18,48	68,17	ind	29,78
M43 - Río Muerto	M43-3514	21,02	20,03	68,8	ind	30,71
M43 - Río Muerto	M43-3514	21,89	19,29	66,9	ind	30,46
M43 - Río Muerto	M43-3516	18,9	18,8	65,5	ind	28,55
M43 - Río Muerto	M43-3516	19,3	18,2	61,8	ind	27,90
M43 - Río Muerto	M43-3516	19,6	18,4	65,9	ind	28,75
M43 - Río Muerto	M43-3516	19,7	18,4	66,5	ind	28,89
M43 - Río Muerto	M43-3516	19,7	18,8	68,4	ind	29,37
M43 - Río Muerto	M43-3516	20	17,4	58,4	ind	27,29
M43 - Río Muerto	M43-3516	20,1	18	62	ind	28,20
M43 - Río Muerto	M43-3516	20,1	19,8	73	ind	30,74
M43 - Río Muerto	M43-3516	20,1	20,6	79,7	ind	32,08
M43 - Río Muerto	M43-3516	20,3	17,5	65	ind	28,48
M43 - Río Muerto	M43-3516	20,6	19,7	73,5	ind	31,01
M43 - Río Muerto	M43-3516	20,7	19,5	68,3	ind	30,21
M43 - Río Muerto	M43-3516	20,9	20,8	72,9	ind	31,65
M43 - Río Muerto	M43-3516	21,1	19,5	71,1	ind	30,81
M43 - Río Muerto	M43-3516	21,1	20	78	ind	32,05
M43 - Río Muerto	M43-3516	21,9	18,8	66,7	ind	30,17
M43 - Río Muerto	M43-3516	22	21,1	80,2	ind	33,39
M43 - Río Muerto	M43-3516	22,2	19,1	65,1	ind	30,22
M43 - Río Muerto	M43-3516	22,6	19,3	65,4	ind	30,55
M43 - Río Muerto	M43-3516	22,8	20,9	75,2	ind	32,97
M43 - Río Muerto	M43-3516	23,4	20,3	71,7	ind	32,41
M43 - Río Muerto	M43-3516	23,5	19,4	77,4	ind	32,80
M43 - Río Muerto	M43-3516	24,6	21,1	75,8	ind	34,01
M43 - Río Muerto	M43-3518	21,3	20,2	76,1	ind	31,99
M43 - Río Muerto	M43-3519	22,1	21,2	78,7	ind	33,28
M43 - Río Muerto	M43-3520	22,2	19,8	76,7	ind	32,31
M43 - Río Muerto	M43-4169	19	18,5	75,8	ind	29,87
M43 - Río Muerto	M43-4169	19,1	19,8	70,4	ind	29,86
M43 - Río Muerto	M43-4169	21,1	20,3	75,7	ind	31,89
M43 - Río Muerto	M43-4169	22,1	22	79,8	ind	33,85
M43 - Río Muerto	M43-4170	18,6	18	63	ind	27,63
M43 - Río Muerto	M43-4170	19,3	17,5	64,3	ind	27,90
M43 - Río Muerto	M43-4170	19,4	18,6	66,9	ind	28,90
M43 - Río Muerto	M43-4170	19,6	19,1	74,1	ind	30,27
M43 - Río Muerto	M43-4170	20	28,6	71,1	ind	34,39
M43 - Río Muerto	M43-4170	20,1	17,3	73,1	ind	29,40
M43 - Río Muerto	M43-4170	20,2	18,4	68,5	ind	29,42
M43 - Río Muerto	M43-4170	20,4	17,2	58,5	ind	27,38
M43 - Río Muerto	M43-4170	20,7	17,4	67,6	ind	28,98
M43 - Río Muerto	M43-4170	20,8	20	72,6	ind	31,14
M43 - Río Muerto	M43-4170	21,2	19,1	68,4	ind	30,26
M43 - Río Muerto	M43-4170	21,3	17,4	64,6	ind	28,82
M43 - Río Muerto	M43-4170	21,5	17,4	67,6	ind	29,35
M43 - Río Muerto	M43-4170	22	18,3	68,2	ind	30,17

Continuación Tabla 3.

Sitio	Espécimen	Bp	H	GL	Delan_post	Media geom
M43 - Río Muerto	M43-4170	22,1	19,4	77,5	ind	32,15
M43 - Río Muerto	M43-4170	22,4	19,3	70,9	ind	31,30
M43 - Río Muerto	M43-4170	22,9	21,6	75,9	ind	33,48
M43 - Río Muerto	M43-4170	23,4	21,4	78,9	ind	34,06
M43 - Río Muerto	M43-4170	25	21,7	84,8	ind	35,83
M43 - Río Muerto	M43-4170	27,9	21,3	76	ind	35,61
M43 - Río Muerto	M43-4174	20,5	18,6	NA	ind	NA
M43 - Río Muerto	M43-4174	20,6	17,7	67,3	ind	29,06
M43 - Río Muerto	M43-4174	21	19,8	76,5	ind	31,68
M43 - Río Muerto	M43-4174	21,1	20,3	73,9	ind	31,63
M43 - Río Muerto	M43-4174	21,2	20,4	77	ind	32,17
M43 - Río Muerto	M43-4174	21,4	18,7	65,9	ind	29,77
M43 - Río Muerto	M43-4174	21,4	20	75,6	ind	31,87
M43 - Río Muerto	M43-4174	21,6	20,7	76,1	ind	32,40
M43 - Río Muerto	M43-4174	21,6	21	NA	ind	NA
M43 - Río Muerto	M43-4174	21,7	20,4	75,3	ind	32,18
M43 - Río Muerto	M43-4174	22,4	19,9	75,5	ind	32,29
M43 - Río Muerto	M43-4174	23	19,8	NA	ind	NA
M43 - Río Muerto	M43-4174	23,2	21,4	72,9	ind	33,08
M43 - Río Muerto	M43-4174	23,9	22,1	79,2	ind	34,71
M43 - Río Muerto	M43-4544	19,4	17,9	63,4	ind	28,03
M43 - Río Muerto	M43-4544	19,7	18	67,3	ind	28,79
M43 - Río Muerto	M43-4544	20,3	18,3	67,3	ind	29,24
M43 - Río Muerto	M43-4544	21	20	75,6	ind	31,67
M43 - Río Muerto	M43-4544	21,2	20,3	68,6	ind	30,91
M43 - Río Muerto	M43-4544	21,6	19,8	73	ind	31,49
M43 - Río Muerto	M43-4544	21,7	19,5	76,6	ind	31,88
M43 - Río Muerto	M43-4544	22	17,8	69,9	ind	30,14
M43 - Río Muerto	M43-4544	22,9	21	75	ind	33,04
M43 - Río Muerto	M43-6009	21,4	18,9	NA	ind	NA
M43 - Río Muerto	M43-6200	19,5	18,7	62,7	ind	28,38
M43 - Río Muerto	M43-6209	21,9	20,3	74	ind	32,04
M43 - Río Muerto	M43-6216	16	16,3	62,3	ind	25,33
M43 - Río Muerto	M43-6216	19,6	17,4	61,6	ind	27,59
M43 - Río Muerto	M43-6216	20,9	20,8	75,2	ind	31,97
M43 - Río Muerto	M70-1601	20,8	19,5	NA	ind	NA
M43 - Río Muerto	N/A	19,3	18,9	68,2	ind	29,19
M43 - Río Muerto	N/A	20,3	18,9	66,3	ind	29,41
M43 - Río Muerto	N/A	20,4	16,8	68,7	ind	28,66
M43 - Río Muerto	N/A	20,6	18,3	64,3	ind	28,94
M43 - Río Muerto	N/A	20,6	18,5	66	ind	29,30
M43 - Río Muerto	N/A	20,6	18,8	68	ind	29,75
M43 - Río Muerto	N/A	20,7	18,7	66,1	ind	29,47
M43 - Río Muerto	N/A	20,9	19,5	67,2	ind	30,14
M43 - Río Muerto	N/A	20,9	20	73,9	ind	31,38
M43 - Río Muerto	N/A	21	17,5	61	ind	28,20
M43 - Río Muerto	N/A	21	18,4	65,8	ind	29,40
M43 - Río Muerto	N/A	21,2	18,6	63,4	ind	29,24
M43 - Río Muerto	N/A	21,4	18,1	69,8	ind	30,01
M43 - Río Muerto	N/A	21,4	18,6	68,7	ind	30,13
M43 - Río Muerto	N/A	21,5	19,6	73,4	ind	31,39
M43 - Río Muerto	N/A	21,7	20	65,1	ind	30,46
M43 - Río Muerto	N/A	21,9	17,9	66,5	ind	29,65
M43 - Río Muerto	N/A	22,5	20,8	76,6	ind	32,97

Continuación Tabla 3.

Sitio	Espécimen	Bp	H	GL	Delan_post	Media geom
M43 - Río Muerto	N/A	22,6	19,2	71,5	ind	31,42
M43 - Río Muerto	N/A	23,3	20,5	79,9	ind	33,67
M43 - Río Muerto	N/A	23,5	22	81,1	ind	34,74
M43 - Río Muerto	N/A	25,3	23,4	79	ind	36,03

Tabla 4. Las medidas de la epífisis proximal de las primeras falanges delanteras y posteriores de especímenes intermedios (n=37) de sitios Tiahuanaco en Moquegua.

Measurements of the proximal epiphysis of the first front and rear phalanges of intermediate specimens (n=37) from Tiwanaku sites in Moquegua.

Sitio	Espécimen	Bp	H	GL	Delan_post	Media geom
M1 - Chen Chen	M1 - 122166	17,3	17,7	62,2	ind	26,71
M1 - Chen Chen	M1 - 122189	19,2	16,3	58,3	ind	26,33
M1 - Chen Chen	M1 - 124022	17,8	16,9	NA	ind	NA
M10 - Omo	M10 - 18270	18,1	16,6	60,7	ind	26,32
M10 - Omo	M10 - 18270	18,2	16,9	61,6	ind	26,66
M10 - Omo	M10 - 3154	19,1	17	66,7	ind	27,87
M10 - Omo	M10 18270	16,5	16,3	53,1	ind	24,26
M10 - Omo	M10-1479	18	16,67	58,99	hind	26,06
M10 - Omo	M10-1479	18,25	16,04	57,73	hind	25,66
M10 - Omo	M10-1479	18,86	17,75	65,81	fore	28,03
M10 - Omo	M10-1592	19,9	16,9	61,2	ind	27,41
M10 - Omo	M10-7760	19,7	17,2	58,6	ind	27,08
M10 - Omo	M10-8308	18,7	16,4	62,2	ind	26,72
M12 - Omo	M12-1730	19,83	15,42	NA	ind	NA
M12 - Omo	M12-3325-Omo	18,7	16,2	NA	ind	NA
M12 - Omo	M12-3339	19,6	17,2	60,1	ind	27,26
M43 - Río Muerto	M43-2083	17,81	17	NA	ind	NA
M43 - Río Muerto	M43-3257	19,2	16,9	60	ind	26,90
M43 - Río Muerto	M43-3339	19,72	17,06	NA	ind	NA
M43 - Río Muerto	M43-3514	18,22	16,47	58,16	ind	25,94
M43 - Río Muerto	M43-4170	17,5	17,3	62	ind	26,58
M43 - Río Muerto	M43-4170	17,7	16,4	54,2	ind	25,06
M43 - Río Muerto	M43-4170	19	17	63,1	ind	27,32
M43 - Río Muerto	M43-4170	19,4	17,4	58,8	ind	27,08
M43 - Río Muerto	M43-4174	17,4	16,8	63,8	ind	26,52
M43 - Río Muerto	M43-4397	18,4	17	59,9	ind	26,56
M43 - Río Muerto	M43-4397	18,4	17	60,6	ind	26,66
M43 - Río Muerto	M43-4544	17,6	17	61,8	ind	26,44
M43 - Río Muerto	M43-4544	18,9	17,1	61,4	ind	27,07
M43 - Río Muerto	M43-4544	19,1	16,6	62,4	ind	27,05
M43 - Río Muerto	M43-4544	20,8	16,4	60,4	ind	27,41
M43 - Río Muerto	N/A	18	17,5	62,7	ind	27,03
M43 - Río Muerto	N/A	18,5	16,7	62,4	ind	26,81
M43 - Río Muerto	N/A	19	16,6	65,4	ind	27,42
M43 - Río Muerto	N/A	19,1	17	62,7	ind	27,31
M43 - Río Muerto	N/A	19,4	17,2	64,2	ind	27,77
M70 - Río Muerto	M70-1473	19,9	15,5	NA	ind	NA

Tabla 5. Medidas de elementos no falanges de grandes especímenes.
Measurements of large-sized elements other than phalanges.

Espécimen	Medida	Valor	Log índice de tamaño
húmero	Bd	42,3	0,030
metapodios	Bd	42,2	0,016
omóplato	GLP	58,6	0,079
omóplato	GLP	54	0,044
omóplato	GLP	48,8	-0,000
omóplato	GLP	50,8	0,017
rótula	GL	52,2	0,067
rótula	GL	47,8	0,029
rótula	GL	51,1	0,058
tibia	Bd	46,2	0,061

Tabla 6. Identificación cualitativa de grandes elementos esqueléticos de camélidos para sitios del Valle de Moquegua.
Qualitative summary of large camelid skeletal elements for sites in the Moquegua Valley.

Espécimen esquelético	M1 Chen Chen	M10 Omo	M12	M43 Río Muerto	M70 Río Muerto
cráneo	3	6	-	1	-
mandíbula	1	2	2	-	-
vértebras cervicales	5	23	2	2	-
vértebra torácica	2	3	-	-	-
vértebras lumbares	-	5	-	2	-
sacro	1	-	-	-	-
esternón	-	1	-	1	-
costilla	1	5	2	1	-
omóplato	3	5	-	3	-
húmero	4	7	1	-	-
radio-cúbito	4	6	2		-
carpos	6	16	1	4	-
metacarpos	3	5	-	-	1
hueso coxal	4	9	1	1	-
fémur	1	3	2	3	-
rótula	4	6	1	-	2
tibia	1	6	3	1	-
tarsos	3	22	3	1	1
metatarso	1	3	-	-	-
metapodios	6	4	5	-	-
falange-1	5	6	2	4	-
falange-2	10	10	3	4	-
falange-3	1	2	-	-	-
Totales	69	155	30	28	4

Tabla 7. Identificación cualitativa de pequeños elementos esqueléticos de camélidos para sitios del Valle de Moquegua.
Qualitative summary of small camelid skeletal elements for sites in the Moquegua Valley.

Espécimen esquelético	M1 Chen Chen	M10 Omo	M12	M43 Río Muerto	M70 Río Muerto
cráneo	-	-	1	2	-
mandíbula	1	-	-	1	-
vértebras cervicales	3	6	3	3	1
vértebra torácica	4	-	1	1	-
vértebras lumbares	1	2	4	1	2
sacro	-	-	-	-	-
esternón	-	-	-	-	-
costilla	1	3	-	1	1
omóplato	-	-	-	-	-
húmero	-	-	-	1	-
radio-cúbito	-	-	1	-	-
carpos	-	-	-	-	1
metacarpos	-	1	-	-	-
hueso coxal	-	2	-	-	-
fémur	-	1	1	-	-
rótula	1	1	-	-	-
tibia	-	-	-	-	-
tarsos	-	2	1	-	-
metatarso	-	-	-	-	-
metapodios	-	-	-	-	-
falange-1	-	1	1	1	-
falange-2	1	1	3	-	-
falange-3	1	2	-	2	-
Totales	13	22	16	13	5

diferencias estadísticamente significativas entre las poblaciones comparadas, realizamos pruebas t de Welch (debido a la varianza desigual entre las muestras) unilaterales post-hoc para identificar el origen de la diferencia. También realizamos pruebas t unilaterales de Welch para comparar las medidas de falanges entre los especímenes de Moquegua y los especímenes de Le Neün et al. (2023) de Perú y Bolivia para examinar las posibles similitudes de tamaño en estas diferentes poblaciones de camélidos. Utilizamos un nivel de confianza del 95% ($\alpha = 0,05$) para evaluar los resultados de los análisis estadísticos.

También calculamos el LSI y lo visualizamos para su interpretación utilizando el paquete de R 'zoolog' (Pozo et al. 2023). En este análisis se utilizaron tres medidas de referencia. Al comparar los índices de relación logarítmica de todos los especímenes

(Moquegua Tiahuanaco, todos arqueológicos y modernos) de falanges no identificadas como anteriores o posteriores, se utilizó una referencia ideal basada en la media de las mediciones de GL, Bp y H del espécimen de llama moderno del Museo del Contisuyo como control de la variación taxonómica y de la falange anterior-posterior (Tabla 7). Para los 14 especímenes de la muestra de Moquegua Tiahuanaco con falanges identificadas como anteriores versus posteriores, se utilizaron las siguientes medidas del mismo espécimen: (extremidad anterior: Bp = 19,92 mm, H = 18,6 mm, GL = 65,67 mm; extremidad posterior: Bp = 17,86 mm, H = 17,32 mm, GL = 57,68 mm). Añadimos el "thesaurus" taxonómico del paquete 'zoolog' y los especímenes de referencia personalizados al grupo de acuerdo con las instrucciones proporcionadas por Pozo et al. (2023). A pesar de que el formato actual

del paquete se adapta a su aplicación para analizar especies de animales domésticos, manejados y salvajes del Viejo Mundo, el formato del paquete es susceptible de adaptarse a otros contextos debido a la documentación sintáctica detallada. La integración de este paquete en el flujo de trabajo de R fue ventajosa en comparación con el uso de otras plataformas para el cálculo del LSI. Este enfoque permitió una flexibilidad considerable en el cálculo del LSI, lo que nos permitió utilizar los valores de referencia más apropiados para cada muestra y elemento (falange delantera versus posterior). Esto simplificó significativamente el proceso de visualización de los datos.

Resultados e interpretaciones estadísticas

Los gráficos de medidas del análisis bivariado de la primera falange (delanteras y traseras) proporcionan una medida empírica del gradiente de tamaño presente entre los especímenes (grandes, $n=229$; pequeños, $n=69$, intermediarios, $n=37$) en los cuatro sitios arqueológicos de Tiahuanaco en Moquegua (Figura 2), y en comparación con los especímenes arqueológicos y modernos de Le Neün et al. (2023) (Figura 3). Comparamos nuestra muestra de Moquegua con el conjunto de datos completo publicado por Le Neün et al. (2023) para añadir a la base de datos de camélidos sudamericanos e identificar los sitios y conjuntos con camélidos más similares en tamaño a los de nuestra muestra. Estos gráficos ilustran la variación global en todos los especímenes utilizados en este trabajo.

Comparaciones del ANOVA y las pruebas t

Los resultados resumidos en la Tabla 8 muestran las pruebas realizadas entre diferentes mediciones, la hipótesis nula y el valor-p que la acompaña y la interpretación basada en un nivel de confianza del 95% ($\alpha = 0,05$).

La primera prueba identifica una diferencia significativa entre las medias de las mediciones de GL, BP y H en la falange de los diferentes sitios Tiahuanaco en Moquegua ($p = 9,4*10^{-3}$). Entretanto, como muestra el diagrama de caja (Figura 4a), el tamaño de las muestras entre sitios es altamente variable y las pruebas de t *post hoc* podrían producir resultados no confiables. La segunda prueba ANOVA para comparar la media geométrica (de GL, Bp y H) entre los especímenes de Tiahuanaco y las muestras arqueológicas y modernas publicadas en Le Neün

et al. (2023) mostraron que no hay diferencias estadísticamente significativas entre las medias ($p = 0,603$).

Dado que los diagramas de caja de GL, Bp y H muestran diferencias potencialmente leves en cada grupo (Figura 4b), realizamos la prueba MANOVA para comparar las medias de GL, Bp y H entre los datos de la muestra tiahuanaco y las muestras modernas y arqueológicas publicadas en Le Neün et al. (2023). Los resultados señalan que existe una diferencia estadísticamente significativa entre las tres poblaciones ($p = 4,0*10^{-6}$; prueba 3), lo que indica que al menos una de ellas tiene una media diferente de medidas de falange. Obtuvimos los mismos resultados al remover la medida GL de la comparación ($p = 3,4*10^{-5}$; prueba 3).

Las pruebas t de Welch *post hoc* indicaron qué muestras son diferentes y la dirección de esta diferencia (prueba 4). Los especímenes arqueológicos del trabajo de Le Neün et al. (2023) tienen una media significativamente mayor que los especímenes modernos y Moquegua Tiahuanaco ($p = 0,5487$ y $0,5761$, respectivamente). La muestra de Tiahuanaco tiene una probabilidad de tener una media mayor de mediciones de falange en comparación con los especímenes modernos estudiados por Le Neün y colaboradores ($p = 0,5304$). La muestra arqueológica de Le Neün et al. (2023) tiene medias significativamente mayores, aunque incluye especímenes de sitios ubicados en Argentina, de donde proceden algunos de sus especímenes más grandes (ver Le Neün et al. 2023, Figura 4). Por lo tanto, como se indicó en nuestros métodos, realizamos pruebas adicionales para investigar si la variación en la medición de falanges anteriores y posteriores o la variación debido a la diversidad geográfica podrían estar influyendo en esta media mayor de especímenes arqueológicos en comparación con los especímenes arqueológicos de Moquegua.

Al considerar las falanges anteriores y posteriores, los resultados de MANOVA indican una diferencia significativa entre las medias de las falanges anteriores ($p = 1,6*10^{-5}$) y posteriores ($p = 3,9*10^{-2}$). Es probable que las diferencias en las medias de falanges entre las tres muestras se deban en parte a las diferencias en el tamaño de las falanges anteriores más que a la variación del tamaño de las falanges posteriores. Sin embargo, debido a que las falanges de Moquegua Tiahuanaco identificadas como anteriores o posteriores son solo de ofrendas de camélidos intactos, constituyen una

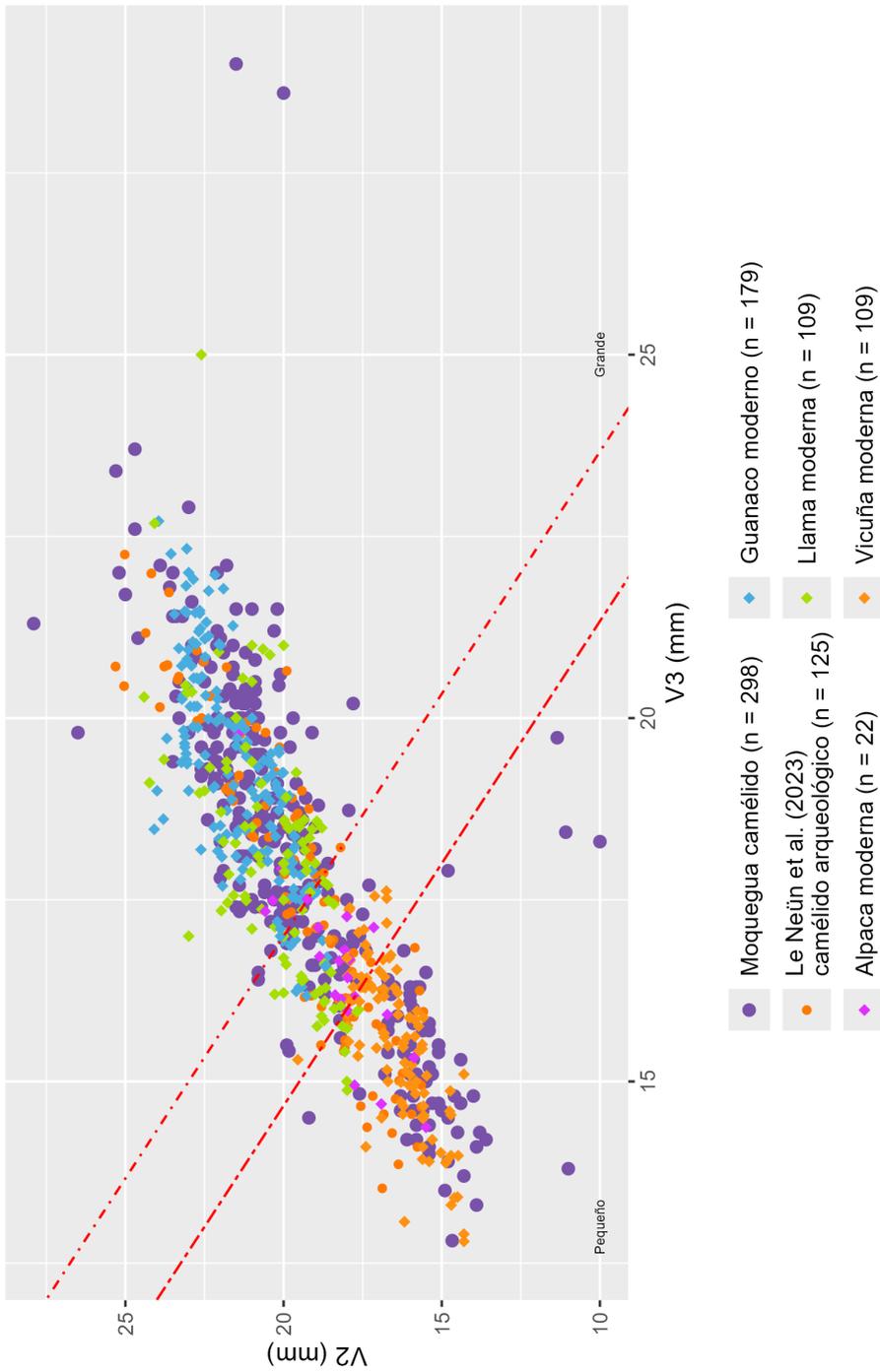


Figura 2. Gráfico bivariado de V2 y V3 de falanges de especímenes por sitio arqueológico Tiahuanaco en Moquegua. Los especímenes pequeños, intermedios y grandes son indicados por las líneas rojas, que diferencian los especímenes por tamaño, según aproximaciones de los criterios utilizados por Le Neün et al. (2023). Estos valores son aproximaciones ya que los autores utilizan la media geométrica de cinco medidas y nosotros utilizamos tres medidas.

Scatter plot of phalanx V2 and V3 of camelid specimens from Tiwanaku archaeological sites in Moquegua. Small, intermediate, and large specimens are indicated by the red lines, which differentiate specimens by size, according to approximations of the criteria used by Le Neün et al. (2023). These values are approximations since the authors use the geometric mean of five measurements and we use three measurements.

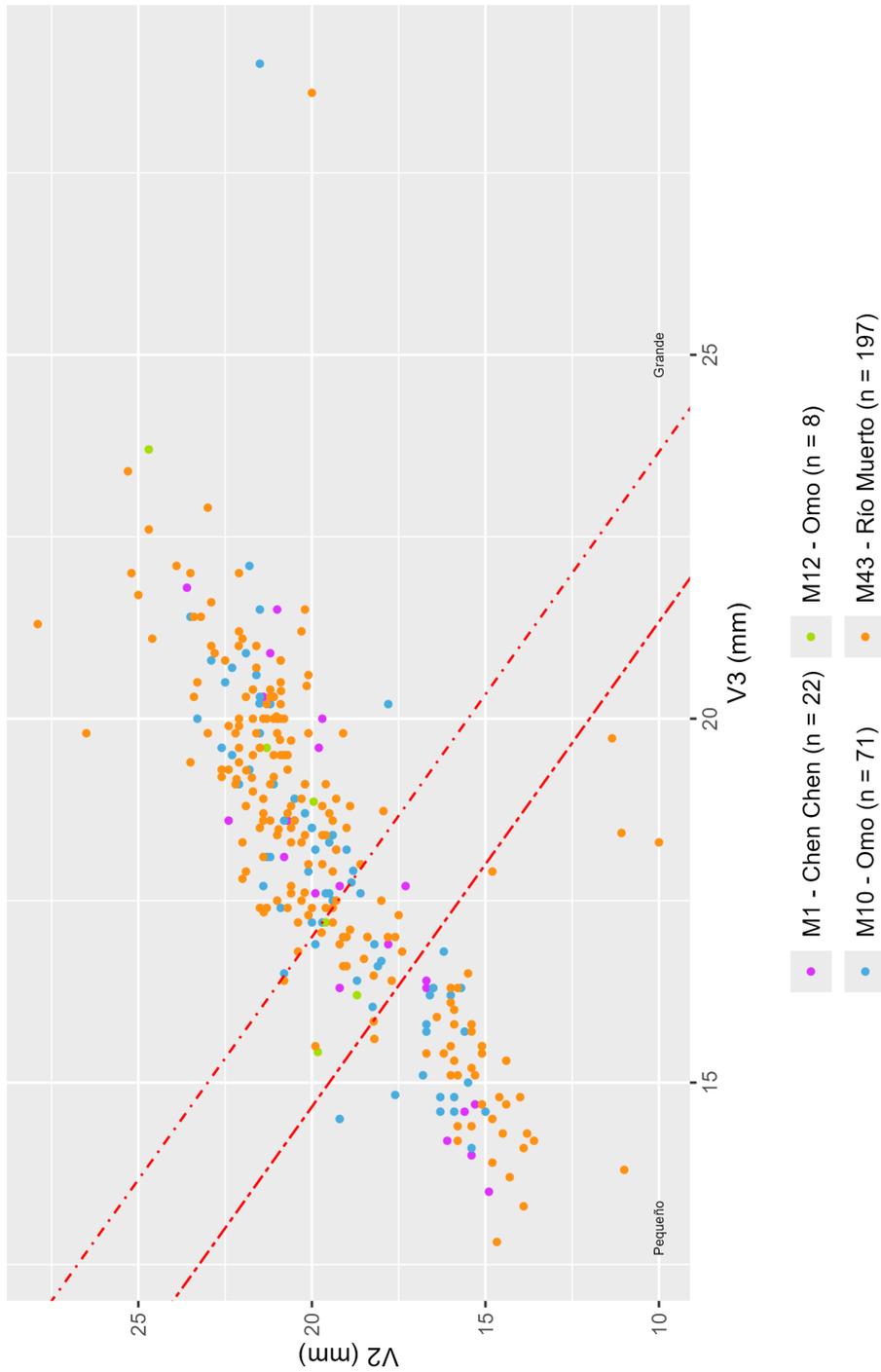


Figura 3. Gráfico bivariado de V2 y V3 de falanges de especímenes por muestra utilizada en el presente estudio. Los especímenes modernos son de la muestra moderna de Le Neün et al. (2023). Los especímenes pequeños, intermedios y grandes son indicados por las líneas rojas, que diferencian los especímenes por tamaño, según aproximaciones de los criterios utilizados por Le Neün et al. (2023). Estos valores son aproximaciones ya que los autores utilizan la media geométrica de cinco medidas y nosotros utilizamos tres medidas.

Scatter plot of phalanx V2 and V3 of camelid specimens by sample used in the present study. The modern specimens are from Le Neün et al.'s modern sample (2023). Small, intermediate, and large specimens are indicated by the red lines, which differentiate specimens by size, according to approximations of the criteria used by Le Neün et al. (2023). These values are approximations since the authors use the geometric mean of five measurements and we use three measurements.

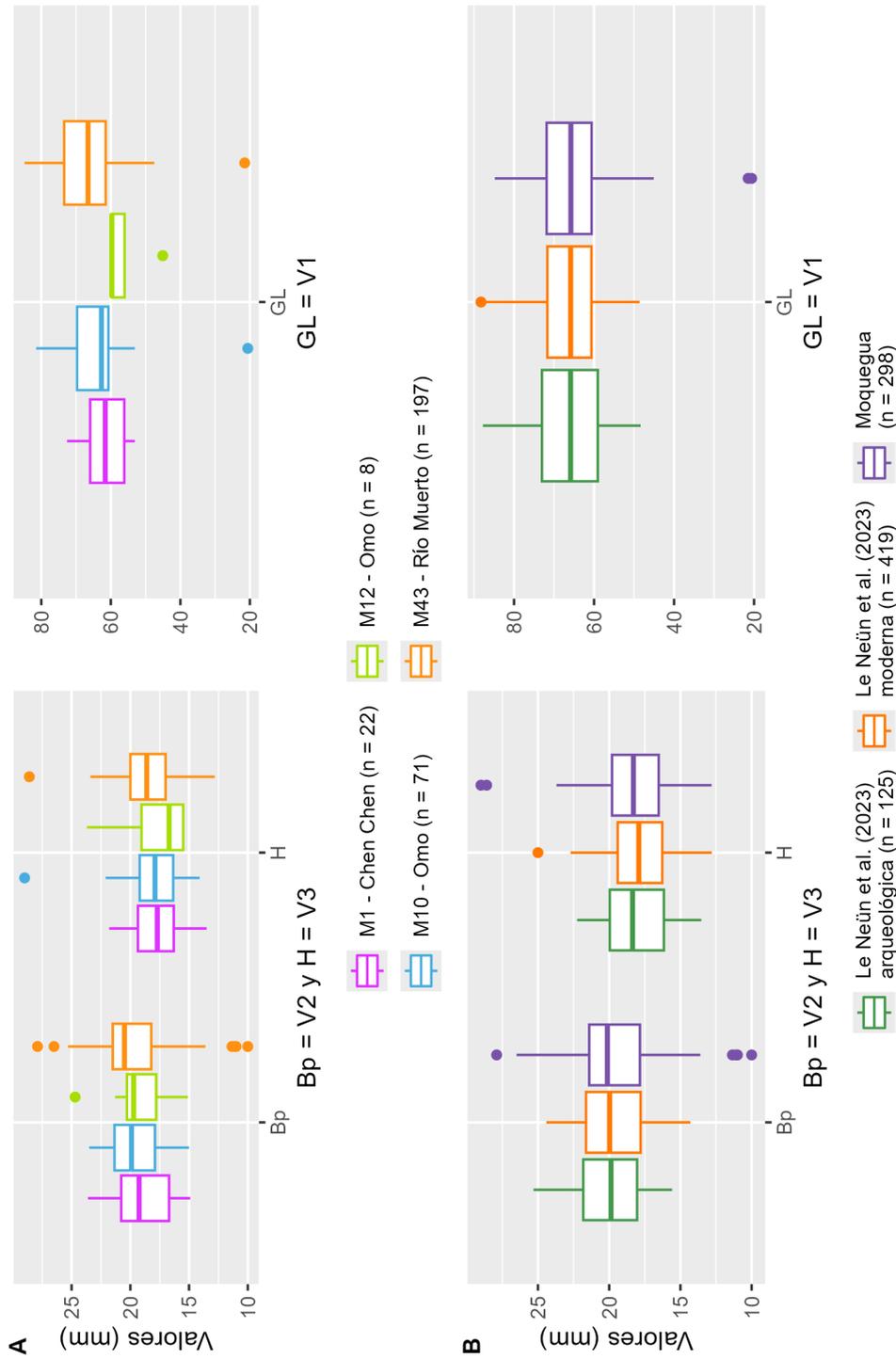


Figura 4. A. Distribución de valores de medidas V2 y V3 (de izquierda a derecha) y de GL (de izquierda a derecha) entre las muestras analizadas.

A. *Boxplot of phalanx V2 and V3 (left) and GL (right) of camelid specimens from Tivanaku archaeological sites in Moquegua. B. Boxplot of phalanx V2 and V3 (left) and GL (right) of camelid specimens from the analyzed samples.*

Tabla 8. Pruebas estadísticas con resultados e interpretaciones según $\alpha = 0,05$.
Summary of statistical tests with results and interpretations according to $\alpha = 0.05$.

Prueba	Medida	Populación (Hipótesis nula)	p-value	Interpretación ($\alpha = 0,05$) *Ver diagrama de cajas.
1. MANOVA	GL (V1), Bp (V2), y H (V3)	Moquegua Tiahuanaco sitios arqueológicos	$9,4*10^{-3}$	Al menos una muestra tiene una media estadísticamente diferente en las mediciones de falange.
2. ANOVA	Media geométrica GL (V1), Bp (V2), y H (V3)	Moquegua Tiahuanaco = Le Neün et al. (2023) arqueológico = Le Neün et al. (2023) moderna	0,603	Ninguna muestra tiene una media estadísticamente diferente de la media geométrica de las medidas de falange
3. MANOVA	GL (V1), Bp (V2), y H (V3)	Moquegua Tiahuanaco = Le Neün et al. (2023) arqueológica = Le Neün et al. (2023) moderna	$4,0*10^{-6}$	Al menos una muestra tiene una media estadísticamente diferente en las mediciones de falange. La exclusión de GL no modifica el resultado.
	Bp (V2) y H (V3)		$3,4*10^{-5}$	
4. Post-Hoc prueba t unilateral	GL (V1), Bp (V2) y H (V3)	Le Neün et al. (2023) arqueológica \geq Moquegua Tiahuanaco	0,5487	Es probable que las hipótesis presentadas indiquen la verdadera relación entre las mediciones de falange.
		Moquegua Tiahuanaco \geq Le Neün et al. (2023) moderna	0,5304	
		Le Neün et al. (2023) arqueológica \geq moderna	0,5761	
5. MANOVA	Delanteras: GL (V1), Bp (V2) y H (V3)	Moquegua Tiahuanaco = Le Neün et al. (2023) arqueológica = Le Neün et al. (2023) moderna	$1,6*10^{-5}$	Al menos una de las muestras tiene una media estadísticamente diferente en las mediciones de las falanges delanteras y traseras.
	Traseras: GL (V1), Bp (V2) y H (V3)		$3,9*10^{-2}$	
6. Prueba t unilateral	GL (V1), Bp (V2) y H (V3)	Le Neün et al. (2023) Perú \geq Moquegua Tiahuanaco	0,0117	Es muy probable que la media de medidas de falanges de Perú sea menor que de las de Moquegua.
		Le Neün et al. (2023) Bolivia \geq Moquegua Tiahuanaco	0,2815	Es muy probable que las hipótesis presentadas indiquen la verdadera relación entre las mediciones de falange. El resultado es diferente cuando retiramos la medida GL (ver abajo).
		Le Neün et al. (2023) Perú \geq Bolivia	0,1943	
7. Prueba t unilateral	Bp (V2) y H (V3)	Le Neün et al. (2023) Perú \geq Moquegua Tiahuanaco	$2,2*10^{-16}$	Existe una probabilidad estadísticamente significativa de que la media de las mediciones de falange de Moquegua y de Bolivia sean estadísticamente mayores que la media de los especímenes peruanos de Le Neün et al. (2023). Los especímenes bolivianos probablemente sean más grandes que los de Moquegua.
		Le Neün et al. (2023) Bolivia \geq Moquegua Tiahuanaco	0,003	
		Le Neün et al. (2023) Perú \geq Bolivia	$8,1*10^{-8}$	

muestra muy pequeña ($n = 6$ y 8 , respectivamente) y los resultados de MANOVA probablemente no son confiables.

Para una mayor comparación de la muestra de Moquegua y los especímenes de Le Neün et al. (2023) en regiones más cercanas a los sitios arqueológicos estudiados, realizamos varias pruebas t unilaterales para comparar el promedio de las mediciones de especímenes peruanos y bolivianos (ambos arqueológicos y modernos). Comparamos estas muestras en términos de las tres medidas (GL, Bp y H; prueba 6) y en términos de BP y H solamente (prueba 7). Tanto en una como en otra, las muestras peruanas de Le Neün et al. (2023) son significativamente menores que las de Moquegua ($p = 0,0117$ y $< 2,2 \cdot 10^{-16}$, respectivamente). Las muestras bolivianas compiladas en el trabajo de Le Neün et al. (2023) son significativamente más pequeñas que

las de Moquegua y más grandes que las de Perú en Bp y H ($p = 0,003$ y $8,1 \cdot 10^{-8}$, respectivamente). Sin embargo, es probable que estas relaciones también sean ciertas para las tres mediciones, pero no a niveles estadísticamente significativos (p para la hipótesis alternativa = $0,7125$ y $0,8057$ respectivamente).

El diagrama de caja resalta estas diferencias mostrando las distribuciones, en orden ascendente, de Perú, Bolivia y Moquegua en Bp y H, pero más sobrepuestas en GL (Figura 5). Esto indica que la diferencia de tamaño entre los camélidos peruanos y bolivianos no es homogénea, existiendo algunos aspectos de su anatomía que varían en tamaño más que otros.

Otro diagrama de caja distinguió aún más los orígenes de los especímenes bolivianos compilados por Le Neün et al. (2023), separando los especímenes modernos bolivianos de aquellos de los sitios

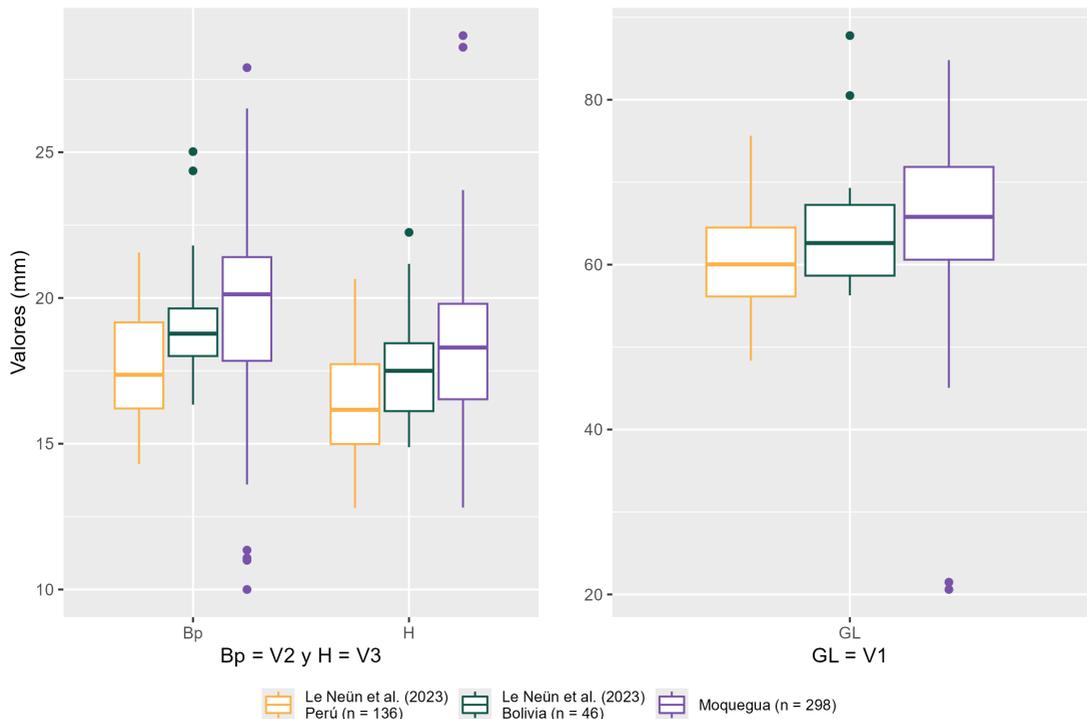


Figura 5. Distribución de valores de medidas V2 y V3 (izquierda) y GL (derecha) por muestras de Perú y Bolivia publicadas por Le Neün et al. (2023) y la muestra de sitios Tiahuanaco en Moquegua.

Boxplot of phalanx V2 and V3 (left) and GL (right) of camelid specimens from Peru and Bolivia published by Le Neün et al. (2023) and from Tiwanaku sites in Moquegua.

arqueológicos de Chiripa y Khonkho Wankane para compararlos con los especímenes de Moquegua Tiahuanaco (Gasco y Marsh 2015; Kent 1982) (Figura 6). La media de las mediciones de la falange en Khonkho Wankane es probablemente mayor que la de las otras muestras representadas. Sin embargo, es posible que los especímenes de Moquegua Tiahuanaco sean bastante similares a los especímenes de Chiripa y los especímenes modernos de Bolivia publicados por Le Neün et al. (2023). Reconocemos las limitaciones de basar nuestra interpretación en una evaluación cualitativa de las diferentes distribuciones de las mediciones de la falange, pero no se realizaron más pruebas t de Welch debido al pequeño tamaño de la muestra de Chiripa ($n = 2$) y Khonkho Wankane ($n = 3$), lo que habría generado resultados menos fiables. Consideramos que la evaluación cualitativa es significativa en combinación con las pruebas previas realizadas y esperamos obtener muestras más grandes de la región del lago Titicaca para realizar más pruebas.

Comparaciones de tamaño utilizando índices de relación logarítmica

Los resultados de los valores de índice de tamaño logarítmico (LSI) de falange se resumen en la Figura 7 y Tabla 9 (e información suplementaria Tabla 2). El diagrama de caja indica que los valores por GL y BP de las tres muestras son mayores que el espécimen promedio de referencia de Contisuyo. La distribución de ambos valores de proporciones es muy similar entre los ejemplares de Moquegua y los modernos. Identificamos una dispersión ligeramente diferente en los valores de LSI por H, con Moquegua y muestras arqueológicas de Le Neün et al. (2023) presentando valores más altos y una distribución más similar que la muestra moderna, que tiene la misma media que el esqueleto de referencia. La diversidad de distribución entre las muestras y entre las tres medidas de falange podría reflejar que la variación de tamaño en los camélidos no es alométrica en todas las dimensiones. Los especímenes más pequeños o

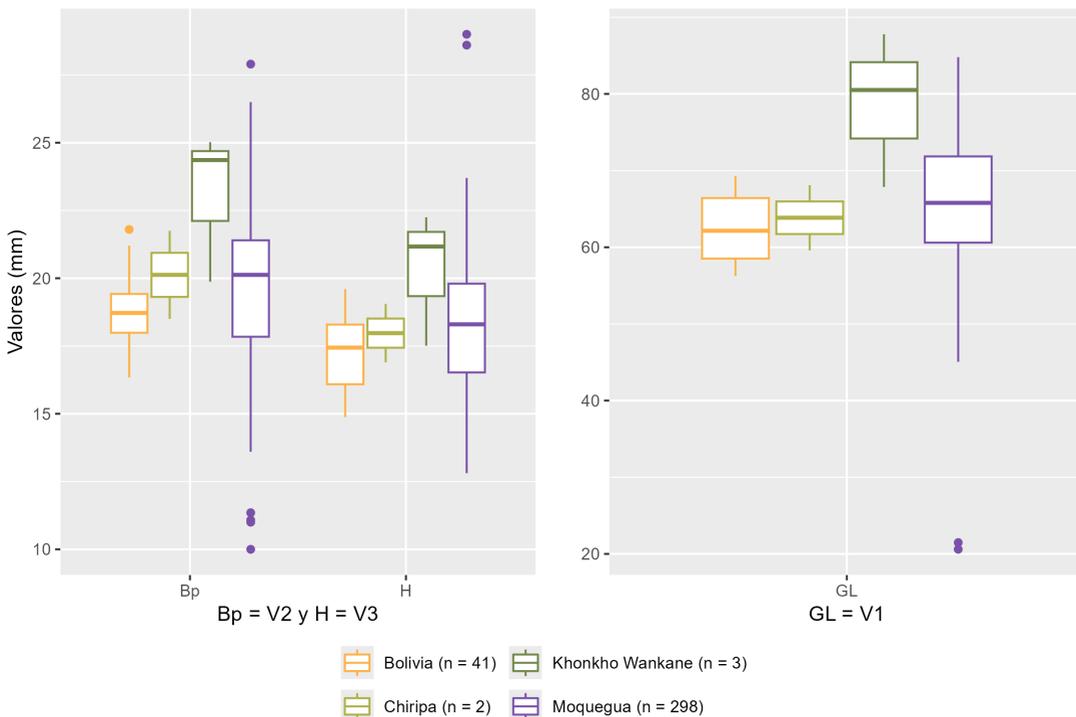


Figura 6. Distribución de valores de medidas V2 y V3 (izquierda) y GL (derecha) por muestras de Bolivia (especímenes modernos, de Chiripa y de Khonkho Wankane publicados por Le Neün et al. 2023) y de sitios Tiahuanaco en Moquegua.

Boxplot of phalanx V2 and V3 (left) and GL (right) of camelid specimens from Bolivia (modern, from Chiripa, and from Khonkho Wankane published by Le Neün et al. (2023) and from Tiwanaku sites in Moquegua.

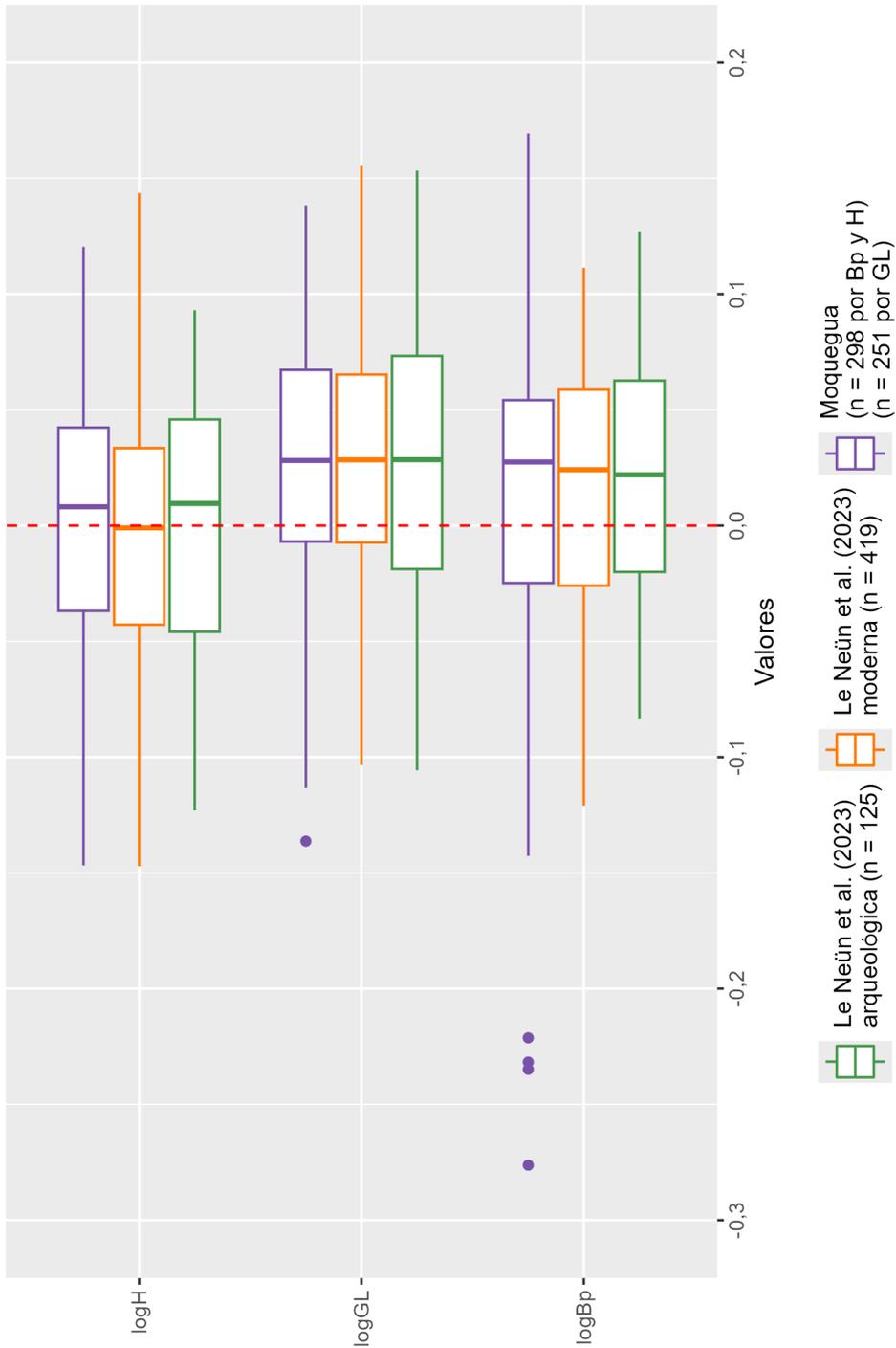


Figura 7. Distribución de valores de índices logarítmicos de falanges por muestra. La línea roja indica el espécimen comparativo (media de falange delantera y trasera: Bp = 18,89 mm, H = 17,96 mm, y GL = 61,67 mm).

Boxplot of phalanx V2 and V3 (left) and GL (right) of camelid specimens from the analyzed samples. The red line indicates the comparative specimen (average between forelimb and hindlimb phalanx: Bp = 18.89 mm, H = 17.96 mm, and GL = 61.67 mm).

Tabla 9. Índice de tamaño de log de las falanges grandes del sitio M10 Omo.
Log size index of large phalanges from the M10 Omo site.

Elemento	Especímenes	log Bp	log H	log GL
Delantera	M10 - 19976	0,072	0,061	0,044
	M10 - 19976	0,068	0,032	0,040
	M10 - 19976	0,049	0,046	0,038
	M10 - 19976	0,035	0,044	0,030
	M10-1479	-0,024	-0,020	0,001
	M10-1479	-0,025	-0,016	0,001
Posterior	M10 - 19976	0,066	0,031	0,026
	M10 - 19976	0,060	0,031	0,036
	M10 - 19976	0,053	0,042	0,029
	M10 - 19976	0,049	0,029	0,035
	M10-1909	0,079	0,009	0,033
	M10-1909	0,076	0,019	0,021
	M10-1479	0,009	-0,033	0,000
	M10-1479	0,003	-0,017	0,010

más grandes pueden presentar diversos grados de variación en las tres dimensiones contadas aquí por los valores de Bp, GL y H.

Al visualizar los 14 especímenes en la muestra Moquegua identificados como falange de extremidades anteriores o posteriores, surge un patrón claro en LSI - principalmente, valores más altos en comparación con los especímenes de referencia (que se muestran en la Figura 8). Con respecto al LSI de otros elementos esqueléticos (Figura 9), lo mismo ocurre con los especímenes de Moquegua, ya que todos ellos, menos uno, son más grandes que el esqueleto de referencia moderno.

Discusión

El rango de tamaño de los camélidos de Tiahuanaco indica una población variada de animales. Sin embargo, como se ha observado en otros análisis del tamaño de los camélidos, el conjunto de sitios del Valle de Moquegua ilustra la dificultad de asignar restos arqueológicos a taxa específicos utilizando solo datos morfométricos. El grupo de Moquegua contiene un mayor número de especímenes (n = 525) en el rango de tallas grandes, determinado por métodos cuantitativos (n = 239) y cualitativos (n = 286). En cambio, la muestra incluye 138 especímenes de tamaños pequeños (cuantitativo, n = 69; cualitativo, n = 69). De manera significativa, los especímenes de mayor tamaño de los sitios arqueológicos de Moquegua son más similares en tamaño a otros dos

especímenes arqueológicos de la región del Lago Titicaca, incluidos Chiripa y Khonko Wankane (Gasco y Marsh 2015; Kent 1982 citado en Le Neün et al. 2023). La similitud de tamaño entre estas dos regiones puede ser el resultado de una combinación de variables culturales, geográficas y biológicas que condujeron a linajes compartidos. Las conexiones culturales, que incluyen un comercio e intercambio extensos entre la región del Lago Titicaca y Moquegua, se encuentran bien establecidas en la región (Stanish et al. 2010; Vining 2011).

Es probable que algunos de los individuos de gran tamaño (si no la mayoría) sean animales de caravana que probablemente fueron machos castrados. La cría selectiva de camélidos de gran tamaño podría haber sido una práctica cultural que perduró en esta región. La necesidad de un animal de un tamaño determinado se relaciona de manera más obvia con la selección de animales de caravana, que eran las llamas macho castradas y los más grandes de todos los CSA (Browman 1974; Flores Ochoa 1968; Vilá 2018). En relación con la selección de animales de caravana en los pueblos tiahuanaco, es posible que se hayan elegido intencionalmente llamas machos que eran naturalmente grandes o que habían sido criadas para alcanzar un tamaño considerable. Además de criar llamas de gran tamaño, la práctica de la castración también pudo haber contribuido al desarrollo de animales de gran tamaño en la edad adulta. Uno de los efectos hormonales de la castración es el retraso en la fusión de los huesos, lo que resulta en su crecimiento

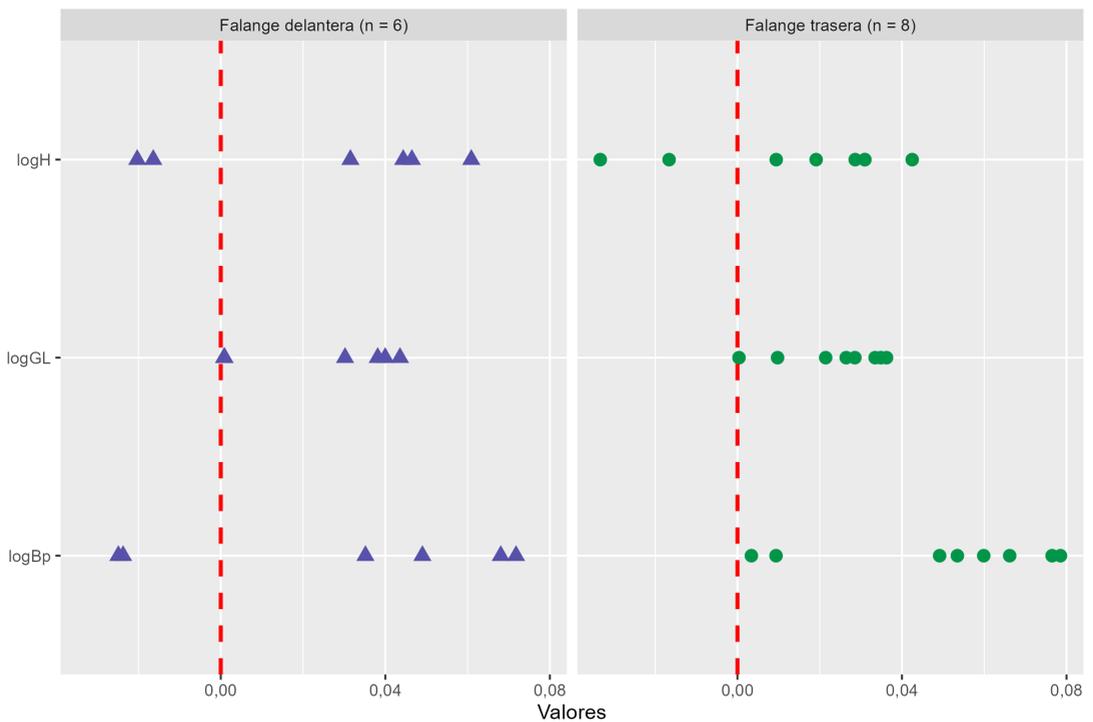


Figura 8. Valores de índices logarítmicos de falanges delanteras y traseras de los especímenes en sitio M10 - Omo en Moquegua. La línea roja indica el espécimen comparativo (falange delantera: Bp = 19,92 mm, H = 18,6 mm, GL = 65,67 mm; trasera: Bp = 17,86 mm, H = 17,32 mm, GL = 57,68 mm).

Log-size index of forelimb and hindlimb phalanx of specimens from M10 – Omo in Moquegua. The red line indicates the comparative specimen (forelimb phalange: Bp = 19.92 mm, H = 18.6 mm, GL = 65.67 mm; hindlimb: Bp = 17.86 mm, H = 17.32 mm, GL = 57.68 mm).

continuo, especialmente si los machos jóvenes son castrados antes de los 18 meses de edad (Anderson y Ewoldt 2014). Es posible que las personas que criaban llamas para utilizarlas como animales de caravana hayan castrado a sus animales a temprana edad con el objetivo de aumentar su tamaño. Aunque no podemos determinar con certeza si la cría intencional o la castración temprana resultaron en camélidos de gran tamaño, podemos documentar su presencia en el conjunto faunístico.

Los camélidos de gran tamaño, probablemente llamas, satisfacen una necesidad económica de animales de carga, pero también habrían constituido una fuente de identidad cultural para Tiahuanaco, en particular para aquellas poblaciones que residían en la lejana colonia de Moquegua. La identidad se define a sí misma por los individuos y se comparte entre individuos agregados que forman comunidades (Lewis 2007). La creación de identidad a través del uso de camélidos podría haber servido como un medio poderoso para generar cohesión interna entre

los pueblos tiahuanaco y crear una distinción con otras poblaciones similares.

Mantener rebaños de animales de gran tamaño requería un manejo de la reproducción que maximizara la continuidad de los animales con las características y tamaños deseados. El Imperio Tiahuanaco era lo suficientemente especializado como para que algunos individuos desempeñaran un papel más importante en la cría de animales, aunque el estudio zooarqueológico de los depósitos de la capital Tiahuanaco no muestra que existieran especialistas en la cría de camélidos en el núcleo urbano (Vallières 2012). El *hinterland* rural era donde los pueblos tiahuanaco criaban y pastaban camélidos (Browman 1990). La cría habría requerido conocimiento sobre qué animales reproducir intencionalmente y cuáles descartar para evitar rasgos no deseados. Aunque no está claro si los pastores tiahuanaco derivaban prestigio social de su habilidad en la cría de camélidos, los relatos etnohistóricos del posterior Imperio Inca indican claramente que criar camélidos específicos era una

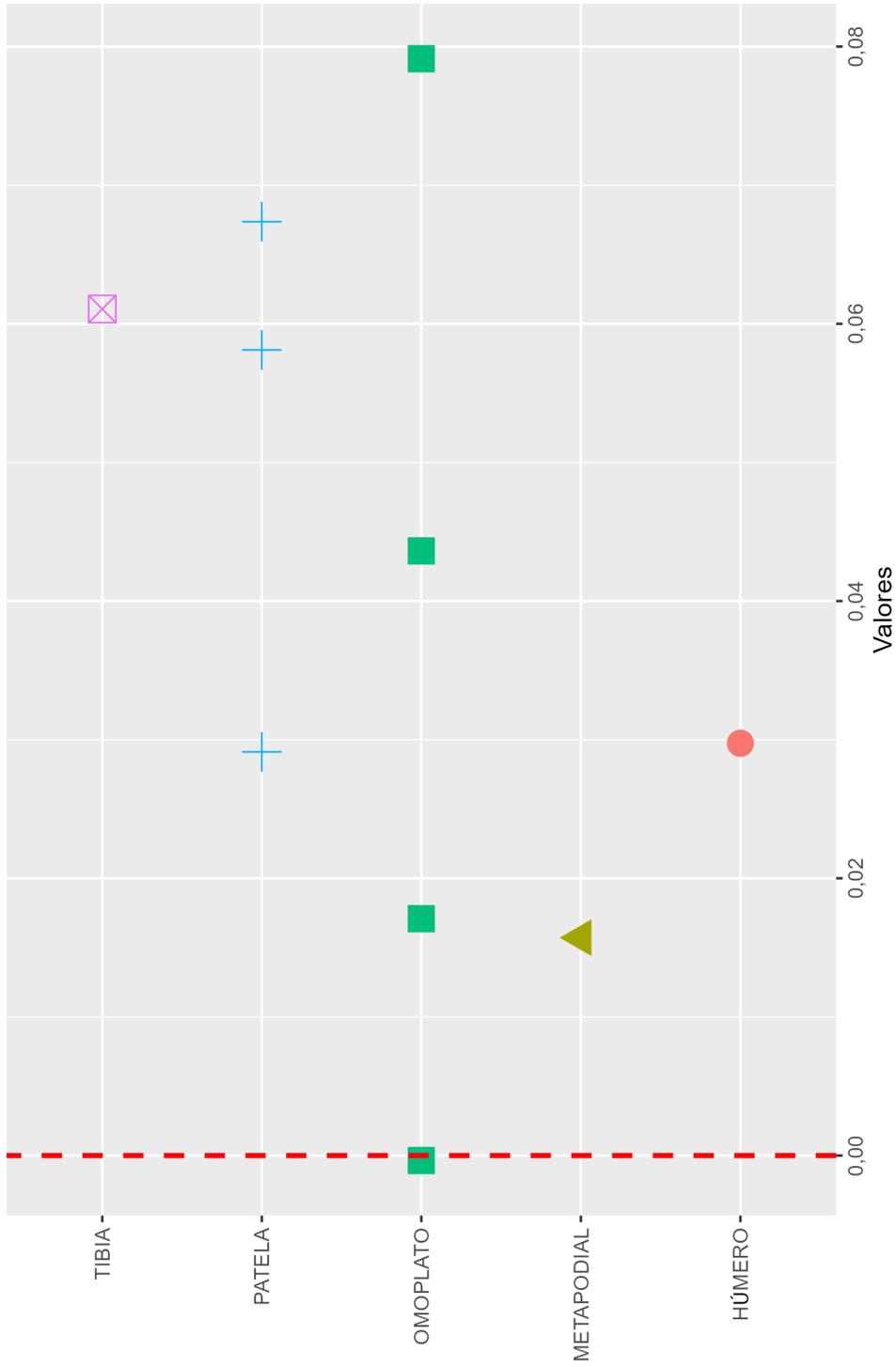


Figura 9. Valores de índices logarítmicos de otros huesos de especímenes en sitios Tiwanaku en Moquegua. La línea roja indica el espécimen comparativo (omoplato = 48,84 mm, metapodial = 40,7 mm, tibia = 40,14 mm, humero = 42,3 mm y patela = 44,7 mm).
Log-size index of other skeletal elements of specimens from Tiwanaky sites in Moquegua. The red line indicates the comparative specimen (scapula = 48.84 mm, metapodial = 40.7 mm, tibia = 40.14 mm, humerus = 42.3 mm, and patela = 44.7 mm).

habilidad valorada (Garcilaso de la Vega 1977 [1609]). Para aquellos que vivían en la colonia de Moquegua, poseer camélidos de gran tamaño podría haber creado lazos con la tierra natal del Lago Titicaca. El uso de camélidos grandes entre las poblaciones Tiahuanaco en Moquegua también los habría diferenciado de las poblaciones vecinas, incluidos los pueblos indígenas locales contemporáneos (p.ej., los huaracane; Costion 2009) y sus rivales de Horizonte Medio, los wari, que habitaban la parte alta de la cuenca (Moseley et al. 2005; Williams y Nash 2002). Por lo tanto, es probable que poseer camélidos grandes señalara a otros su identidad como tiahuanaco.

Las otras funciones económicas o rituales asociadas con los camélidos no estaban determinadas por el tamaño del animal. Aunque es posible que las alpacas de menor tamaño, las vicuñas y los híbridos llama/alpacas fueran animales más pequeños con fibra más fina, para la mayoría de los usos y productos -incluida la carne, la mayor parte de la fibra y el estiércol-, es probable que las personas consideraran que los animales de cualquier tamaño eran igualmente útiles. Los animales de menor tamaño podrían haber desempeñado múltiples funciones, especialmente en la provisión de carne y de fibra (véase la Tabla 1).

Aunque el conjunto Tiahuanaco de Moquegua contiene una mayor cantidad de especímenes de gran tamaño, el análisis de la variabilidad de tamaño también muestra que varios se encuentran entre los más pequeños, como alpacas y vicuñas, y los más grandes, como llamas y guanacos. Esto demuestra que la morfometría por sí sola no se puede utilizar para determinar la identidad taxonómica de muchos ejemplares de camélidos. Dos de los análisis presentados aquí respaldan esta comprensión. Las pruebas 2, 6 y 7 en la Tabla 8 indican cómo la selección de medidas de falanges puede influir en los resultados estadísticos. La media geométrica entre GL, Bp y H, así como la inclusión de GL en las pruebas t, no permite identificar las diferencias más significativas entre las muestras analizadas. Esto sugiere que la diferencia de tamaño entre los camélidos de Moquegua y los camélidos peruanos y bolivianos compilados por Le Neün et al. (2023) no es homogénea, existiendo aspectos de la anatomía animal que varían más en tamaño que otros. Del mismo modo, la variación en la distribución y las medias de los diferentes índices de tamaño logarítmico (LSI) indican que el rango de camélidos pequeños a grandes no es lineal a través de las distintas mediciones. Por lo tanto, un solo elemento esquelético o indicador

morfométrico no es suficiente para distinguir diferentes muestras o categorías taxonómicas. Es por ello que los esfuerzos analíticos para identificar criterios morfométricos empíricos que asignen los restos arqueológicos a una de las cuatro categorías taxonómicas de camélidos, o a morfotipos dentro de los grupos taxonómicos, siguen siendo un desafío, particularmente para aquellos especímenes que se sitúan entre los individuos pequeños y grandes. La incapacidad para asignar una gran cantidad de huesos de camélidos a uno de los cuatro taxa utilizando datos morfométricos requiere considerar la variabilidad de los camélidos, la crianza selectiva humana y los procesos de hibridación.

Particularmente, la antigüedad y la práctica de la hibridación justifican un estudio más profundo. Los análisis genéticos de las poblaciones modernas de alpacas y llamas indican que hasta el 40% de las poblaciones de llamas estudiadas y posiblemente hasta el 90% de las alpacas son híbridas (Kadwell et al. 2001; Wheeler 2012; Wheeler et al. 2006). En su análisis de llamas y alpacas momificadas naturalmente de la región de Moquegua, en el sur de Perú, Wheeler et al. (1995) argumentan que, antes de la colonización española, los pueblos indígenas criaban llamas de vellón fino. Sin embargo, las perturbaciones culturales que siguieron a la conquista española dieron lugar a la ruptura de la cría controlada de estos animales y a la hibridación de los camélidos domésticos (Wheeler et al. 1995). Investigaciones genéticas recientes sobre poblaciones de camélidos modernos y arqueológicos indican que la introgresión acompañó la domesticación y ha sido continua a lo largo del tiempo (Díaz-Lameiro et al. 2022; Díaz-Maroto et al. 2021; Echalar y Barreta 2022). Los relatos históricos documentan que los pueblos andinos criaron intencionalmente varios híbridos, incluyendo un cruce entre un macho de llama y una hembra de alpaca que produjo un animal conocido como huarizo (Cabrera y Yepes 1960:80; Sturdy 1921:135), más pequeño que una llama y caracterizado por un vellón largo y fino. Además, se criaba un animal conocido como misti, que es un cruce entre una hembra de llama y un macho de alpaca, así como cruces de llama y guanaco llamados llamohuanacos y cruces de llama y vicuña conocidos como llamavicuñas (Cabrera y Yepes 1960:80). También existen relatos del siglo XIX de personas que cruzaron alpacas con vicuñas silvestres, específicamente con el objetivo de mejorar los linajes y la calidad de la fibra (revisado por Bonavia 2008:4-5; Stephenson 2023). Los hablantes

contemporáneos de aymara y quechua tienen una terminología distinta para una variedad de cruces domésticos e híbridos silvestres/domésticos (véase Dransart 1991; Flores Ochoa 1988).

Cualquier consideración sobre hibridación debe reconocer la significativa variabilidad geográfica y temporal que existió, en lugar de ver la hibridación como un fenómeno que existió en todos los periodos de tiempo y en todas las regiones de los Andes. Si la hibridación se practicó antes de la colonización española, es posible que los pueblos antiguos hayan ejercido un mayor control al cruzar sus camélidos domésticos. Además, la hibridación intencional de camélidos silvestres y domésticos, así como las hibridaciones incontroladas o accidentales, también podrían haber tenido lugar cuando camélidos silvestres y animales domésticos se encontraron mientras pastaban o en otras circunstancias (Barreta et al. 2013; Bonavia 2008). Aunque es posible que los camélidos silvestres y domésticos pudieran hibridarse mientras pastaban, los estudios de caso modernos también muestran que los rebaños mixtos de camélidos no se hibridan. Por ejemplo, Yacobaccio y Vilá (2013:229) documentan que, aunque los rebaños de camélidos domesticados (principalmente llamas, pero también alpacas) pastan en proximidad a vicuñas y guanacos silvestres en los hábitats de puna de Argentina, no hay evidencia genética ni de comportamiento que indique hibridación.

Si los pueblos andinos facilitaron la hibridación para crear animales con tamaño o características de pelaje deseados, como el huarizo, es posible que hayan utilizado el mestizaje para aumentar el vigor híbrido mediante una mayor diversidad genética en las poblaciones. Además, los híbridos pueden haber mostrado mayor resistencia a enfermedades (Bolton 2006). De manera significativa, el tamaño y la morfología de la mayoría de las crías híbridas caerían en un rango intermedio, siendo más grandes que las alpacas o vicuñas, pero más pequeñas que las llamas y guanacos. Los restos arqueológicos de camélidos de los yacimientos tiahuanaco proporcionan clara evidencia empírica de que muchos individuos eran de tamaño intermedio. Análisis genéticos podrían determinar si la hibridación explica esta variabilidad de tamaño.

Una comprensión científica de la antigüedad de la hibridación y de los morfotipos resultantes requerirá análisis de muestras sustanciales de ADN de camélidos para identificar las ubicaciones geográficas, los momentos y la variabilidad de los camélidos a lo largo

del tiempo. En el caso de los conjuntos faunísticos de Tiahuanaco, el ADN de camélidos en los sitios de Moquegua, así como en la capital de las tierras altas y en otros lugares de Perú y Chile (p.ej., los valles costeros de Locumba y Sama, y el norte de Chile, San Pedro de Atacama), proporcionaría conocimientos más detallados sobre la variabilidad poblacional entre los enclaves de Tiahuanaco y complementaría los datos morfométricos presentados aquí.

La capacidad de asignar restos arqueológicos de camélidos a categorías taxonómicas precisas añadiría rigor científico al análisis de los restos de camélidos de los sitios tiahuanaco. Sin embargo, también debemos reconocer que la clasificación científica puede no capturar completamente la manera en que las personas en el pasado antiguo identificaban y categorizaban los camélidos con los que interactuaban. Es esperable que los pueblos Tiahuanaco dividieran los camélidos que criaban y los que veían en estado salvaje en categorías distintas a las especies taxonómicas científicas modernas. Es probable que los pueblos andinos emplearan en su vida diaria una diversidad de sistemas de clasificación comunes para distinguir a los camélidos. Por ejemplo, los pastores de camélidos peruanos estudiados por Flores Ochoa (1988) dividen a los animales según el color y la calidad de la fibra, mientras que el estudio etnográfico de Dransart (2002) muestra que los pastores de la comunidad de Isluga del altiplano norte de Chile identifican principalmente a sus camélidos utilizando el color del pelaje, el género y una variedad de características de comportamiento. Además, un estudio reciente muestra que las clasificaciones modernas de los camélidos en el altiplano del noroeste de Argentina se basan en los sistemas de conocimiento indígena y local (ILK), las cosmovisiones andinas y las percepciones de valor y las contribuciones de los camélidos a las comunidades modernas (ver Vilá y Arzamendia 2022). La precisión taxonómica a través de la morfometría y la genómica no revela los antiguos sistemas de clasificación y significados (económicos, sociales, rituales) que la gente indudablemente asignó a los CSA en el pasado. Tenemos que ser conscientes de esa realidad.

Conclusiones

Los análisis estadísticos sobre la osteometría y nuestras evaluaciones cualitativas del tamaño de los camélidos muestran que los colonos de Tiahuanaco que vivían en el Valle de Moquegua, en el extremo

sur de Perú, se basaron principalmente en camélidos de gran tamaño, aunque también están presentes animales de tamaño pequeño e intermedio en el conjunto. La cría local y la ausencia de características esqueléticas de camélidos silvestres sugieren que el conjunto está compuesto por camélidos domésticos. Las comparaciones de nuestros datos con la base de datos de tamaño de camélidos compilada por Le Neün et al. (2023) muestran que los especímenes de camélidos de gran tamaño de Moquegua son más similares en tamaño a las poblaciones de camélidos de sitios en la cuenca del Lago Titicaca. Nuestros datos sugieren que un morfotipo grande fue criado originalmente en esta región, posiblemente tan temprano como en el periodo Formativo y durante el Horizonte Medio. Interpretamos la presencia de muchos camélidos de gran tamaño como probables animales de carga utilizados para facilitar el comercio entre la capital de Tiahuanaco en las tierras altas y la colonia de Moquegua en las tierras bajas. Además del probable valor económico de los camélidos de gran tamaño, sugerimos que estos animales contribuyeron a la formación y el mantenimiento de la identidad de Tiahuanaco, particularmente en la colonia de Moquegua.

Nuestros datos de tamaño sobre la presencia de muchos camélidos de tamaño intermedio coinciden con estudios genéticos recientes que sugieren que la introgresión entre camélidos silvestres y domésticos, o entre camélidos domésticos, era común en el pasado (p.ej., Díaz-Lameiro et al. 2022; Fan et al. 2020; Marín et al. 2018). Sin embargo, sin análisis moleculares, no podemos determinar de manera definitiva si el conjunto de Tiahuanaco contiene camélidos híbridos.

Las fuentes etnohistóricas e históricas indican que los pueblos andinos categorizaban frecuentemente a los camélidos en taxa folclóricos que no correspondían a taxa científicos. Es posible que los individuos de tamaño intermedio sean variantes de tamaño de la llama o la alpaca domesticadas. La abundancia de camélidos de tamaño intermedio en el conjunto de Moquegua sugiere que los pueblos de Tiahuanaco también podrían haber criado morfotipos de camélidos únicos, además de las probables llamas de gran tamaño.

El conjunto de datos morfométricos del conjunto de Tiahuanaco en Moquegua es el más grande para los Andes Centrales del Sur. Estos datos contribuyen a la base de datos sobre camélidos sudamericanos en cuanto a variación de tamaño y taxonómica. La investigación futura sobre los camélidos de Tiahuanaco debería centrarse en refinar la variación morfométrica y geográfica en combinación con estudios genéticos para aumentar nuestra comprensión de las interacciones entre humanos y camélidos en el pasado.

Agradecimientos: El análisis zooarqueológico fue financiado en parte por la subvención n.º BCS-1152520 de la Fundación Nacional de Ciencias. El Museo Contisuyo, Moquegua, Perú, brindó un espacio de investigación para el análisis de los materiales zooarqueológicos curados. Nick Gautier ayudó con la publicación del código estadístico utilizado en esta investigación. Daniel Hernández tradujo la versión final. Los comentarios y sugerencias de Manon Le Neün, tres revisores anónimos y los editores mejoraron enormemente este manuscrito. Todos los errores y omisiones son nuestros.

Referencias Citadas

- Anderson, D. y J.I. Ewoldt 2014. Reproductive surgery. En *Llama and Alpaca Care: Medicine, Surgery, Reproduction, Nutrition, and Herd Health*, editado por C. Cebra, D.E. Anderson, A. Tibary, R.J. Van Saun y L.W. Johnson, pp. 714-722. W.B. Saunders, Elsevier, St. Louis.
- Anderson, D.G., K.S. Kvie, V.N. Davydov y K.H. Røed 2017. Maintaining genetic integrity of coexisting wild and domestic populations: Genetic differentiation between wild and domestic Rangifer with long traditions of intentional interbreeding. *Ecology and Evolution* 7:6790-6802.
- Barreta, J., B. Gutiérrez-Gil, V. Iñiguez, V. Saavedra, R. Chiri, E. Latorre y J. Arranz 2013. Analysis of mitochondrial DNA in Bolivian llama, alpaca and vicuna populations: a contribution to the phylogeny of the South American camelids. *Animal Genetics* 44 (2):158-168.
- Bennett, E.A., J. Weber, W. Bendhafer, S. Champlot, J. Peters, G.M. Schwartz, T. Grange y E.M. Geigl 2022. The genetic identity of the earliest human-made hybrid animals, the kungas of Syro-Mesopotamia. *Science Advances* 8 (2). <https://doi.org/10.1126/sciadv.abm0218>
- Bolton, M. 2006. Genetic defects or generative prototypes? Competing models for livestock improvement in southern Bolivia. *Journal of the Royal Anthropological Institute* 12:531-549.
- Bonavia, D. 2008. *The South American Camelids*. Cotsen Institute of Archaeology, University of California, Los Angeles.
- Browman, D.L. 1974. Pastoral nomadism in the Andes. *Current Anthropology* 15 (2):188-196.
- Browman, D.L. 1990. High altitude camelid pastoralism of the Andes. En *The World of Pastoralism: Herding System in*

- Comparative Perspective*, editado por J.G. Galaty y D.L. Johnson, pp. 323-352. The Guilford Press, New York.
- Cabrera, A. y J. Yepes 1960. *Mamíferos Sudamericanos*. Ediar, Buenos Aires.
- 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., A. Gasco, G. Lucero, V. Cortegoso y V. Durán 2013. Mid-Holocene hunters and herders of southern cordillera, Northwestern Argentina. *Quaternary International* 307:96-104.
- Costa, T. y F. Barri 2018. Lama guanicoe remains from the Chaco ecoregion (Córdoba, Argentina): An osteological approach to the characterization of a relict wild population. *PLoS ONE* 13 (4):e0194727.
- Costion, K.E. 2009. *Huaracane Social Organization: Change Over Time at the Prehispanic Community of Yahway Alta, Peru*. Unpublished Ph.D. Dissertation, University of Pittsburgh, Pittsburgh.
- Couture, N.C. 2002. *The Construction of Power: Monumental Space and an Elite Residence at Tiwanaku, Bolivia*. Unpublished Ph.D. Dissertation, University of Chicago, Chicago.
- Culley, C., A. Janzen, S. Brown, M.E. Prendergast, C. Shipton, E. Ndiema, M.D. Petraglia, N. Boivin y A. Crowther 2021. Iron Age hunting and herding in coastal eastern Africa: ZooMS identification of domesticates and wild bovids at Panga ya Saidi, Kenya. *Journal of Archaeological Science* 130:105368.
- deFrance, S.D. 2013. Animals and identity on the Tiahuanaco frontier. *Northeastern Andean Ethnohistory and Archaeology Meetings*. Yale University, New Haven.
- deFrance, S.D., S.A. Wernke y A.E. Sharpe 2016. Conversion and persistence: Analysis of faunal remains from an early Spanish colonial doctrinal settlement in highland Peru. *Latin American Antiquity* 27 (3):300-317.
- Díaz-Lameiro, A.M., J.G.L. Kennedy, S. Craig, W.H. Isbell, P.W. Stahl y D.A. Merriwether 2022. Ancient DNA confirms crossbreeding of domestic South American camelids in two pre-conquest archaeological sites. *Journal of Archaeological Science* 141:105593.
- Díaz-Maroto, P., A. Rey-Iglesia, I. Cartajena, L. Núñez, M.V. Westbury, V. Varas, M. Moraga, P.F. Campos, P. Orozco-Wengel, J.C. Marín y A.J. Hansen 2021. Ancient DNA reveals the lost domestication history of South American camelids in Northern Chile and across the Andes. *eLife* 10:e63390. doi.org/10.7554/eLife.63390
- Dransart, P. 1991. Llamas, herders and the exploitation of raw materials in the Atacama Desert. *World Archaeology* 22 (3):304-319.
- Dransart, P. 2002. *Earth, Water, Fleece and Fabric: An Ethnography and Archaeology of Andean Camelid Herding*. Routledge, London.
- Echalar, J. y J. Barreta 2022. Introgression in domestic camelid productive systems in Bolivia. *Small Ruminant Research* 214, Article 106742.
- Fan, R., Z. Gu, X. Guang, J.C. Marín, X. Zhan, M.W. Bruford y C. Dong 2020. Genomic analysis of the domestication and post-Spanish conquest evolution of the llama and alpaca. *Genome Biology* 21 (159).
- Finucane, B.C., P.M. Agurto y W.H. Isbell 2006. Human and animal diet at Conchopata, Peru: Stable isotope evidence for maize agriculture and animal management practices during the Middle Horizon. *Journal of Archaeological Science* 33:1766-1776.
- Flores Ochoa, J.A. 1968. *Los Pastores de Paratía: Una Introducción a su Estudio*. Instituto Indigenista Interamericano, México DF.
- Flores Ochoa, J.A. 1988. Clasificación y nominación de camélidos sudamericanos. En *Llamichos y Paqocheros*, editado por J.A. Flores Ochoa, pp. 121-137. Editorial Universitaria, UNSAAC, Cusco.
- Garcilaso de la Vega, El Inca 1977 [1609]. *Comentarios Reales de los Incas*. Traducido por D.D. Álvarez. Serie: Clásicos. Universidad Inca Garcilaso de la Vega, Lima.
- Gasco, A. y E. Marsh 2015. Hunting, herding, and caravanning: Osteometric identifications of camelid morphotypes at Khonkho Wankane, Bolivia. *International Journal of Osteoarchaeology* 25 (5):676-689.
- Gasco, A.V., E.J. Marsh y J. Kent 2014. Clarificando variables osteométricas para la primera falange de camélidos sudamericanos. *Intersecciones en Antropología* 15 (1):131-138.
- Goldstein, P.S. 2005. *Andean Diaspora: The Tiwanaku Colonies and the Origins of South American Empire*. University of Florida Press, Gainesville.
- Hanot, P., C. Guintard, S. Lepetz y R. Cornette 2017. Identifying domestic horses, donkeys and hybrids from archaeological deposits: A 3D morphological investigation on skeletons. *Journal of Archaeological Science* 78:88-98.
- Izeta, A.D. 2007. Interspecific differentiation of South American Camelids from archaeofaunal assemblages in the Southern Calchaquíes Valleys (Argentina). En *Taphonomy and Zooarchaeology in Argentina*, editado por M. Gutiérrez, L. Miotti, G. Barrientos, G. Mengoni y M. Salemme, pp. 47-57. BAR International Series 1601. Archaeopress, Oxford.
- Izeta, A.D. 2009. Osteometría de camélidos sudamericanos. *Revista del Museo de Antropología* 2:125-126.
- Izeta, A. 2010. Variabilidad osteométrica de sitios arqueológicos del NOA. En *Zooarqueología a Principios del Siglo XXI: Aportes Teóricos, Metodológicos y Casos de Estudio*, editado por M.A. Gutiérrez, M. De Nigirs, P.M. Fernández, M. Giardina, A. Gil, A. Izeta, G. Neme y H. Yacobaccio, pp. 29-38. Ediciones del Espinillo, Buenos Aires.
- Izeta, A.D., C. Otaola y A. 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* 2:169-180.
- Janusek, J.W. 2008. *Ancient Tiwanaku: Rise and Fall of a High-Altitude Civilization*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Jeanjean, M., A. Haruda, L. Salvagno, R. Schafberg, S. Valenzuela-Lamas, A. Nieto-Espinet, V. Forest, E. Blaise, M. Vuillien, C. Mureau y A. Evin 2022. Sorting the flock: Quantitative identification of sheep and goat from isolated third lower molars and mandibles through geometric morphometrics. *Journal of Archaeological Science* 141:105580.

- Kadwell, M., M. Fernandez, H.F. Stanley, R. Baldi, J.C. Wheeler, R. Rosadio y M.W. Bruford 2001. Genetic analysis reveals the wild ancestors of the llama and the alpaca. *Proceedings Biological Sciences* 268 (1485):2575-2584.
- Kent, J.D. 1982. *The Domestication and Exploitation of the South American Camelids: Methods of Analysis and their Application to Circum-Lacustrine Sites in Bolivia and Peru*. Ph.D. dissertation. Department of Anthropology, Washington University, St. Louis.
- Kolata, A.L. 1993. *The Tiwanaku: Portrait of an Andean Civilization*. Basil Blackwell, Oxford, and Cambridge.
- Kolata, A.L. 1996. *Tiwanaku and Its Hinterland: Archaeology and Paleocology of an Andean Civilization, Vol. 1*. Smithsonian Institution Press, Washington, D.C.
- Kolata, A.L. 2003. *Tiwanaku and Its Hinterland: Archaeology and Paleocology of an Andean Civilization, Vol. 2*. Smithsonian Institution Press, Washington, D.C.
- Le Neün, M., E. Dufour, N. Goepfert, D. Neaux, J.C. Wheeler, H. Yacobaccio, G.L. Mengoni Goñalons, D. Elkin, A. Gasco y T. Cucchi 2023. Can first phalanx multivariate morphometrics help document past taxonomic diversity in South American camelids? *Journal of Archaeological Science: Reports* 47:103708.
- Lewis, K. 2007. Fields and tables of Sheba: Food, identity, and politics in early historic Southern Arabia. En *The Archaeology of Food and Identity*, editado por K.C. Twiss, pp. 192-217. Occasional Papers 34 Center for Archaeological Investigations, Southern Illinois University, Carbondale.
- L'Heureux, G.L. y A. Hernández 2021. Geometric morphometrics of large South American camelids and their potential for the taxonomical identification in archaeological sites of the northern Argentina. *Historical Biology* 33 (6):823-836.
- Lynch, T. 1983. Camelid pastoralism and the emergence of Tiwanaku civilization in the South-Central Andes. *World Archaeology* 15:1-14.
- Marín, J.C., R. Rivera, V. Varas, J. Cortes, A. Agapito, A. Chero, A. Chávez, W.E. Johnson y P. Orozco-terWengel 2018. Genetic variation in coat colour genes MC1R and ASIP provides insights into domestication and management of South American camelids. *Frontiers in Genetics* 9:487.
- Marshall, F.B., K. Dobney, T. Denham y J.M. Capriles 2014. Evaluating the roles of directed breeding and gene flow in animal domestication. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 111 (17):6153-6158.
- Meadow, R. 1999. The use of size index scaling techniques for research on archaeozoological collections from the Middle East. En *Historia Animalium ex Ossibus: Beiträge auf Paläoanatomie, Archäologie, Ägyptologie, Ethnologie und Geschichte der Tiermedizin*, editado por C. Becker, H. Manhart, J. Peters y J. Schibler, pp. 285-300. Verlag Marie Leidorf, Rahden/Westf.
- Mengoni Goñalons, G.L. y H.D. Yacobaccio 2006. The domestication of South American camelids. A view from the South-central Andes. En *Documenting Domestication: New Genetic and Archaeological Paradigms*, editado por M.A. Zeder, D.G. Bradley, E. Emshwiller y B.G. Smith, pp. 228-244. University of California Press, Berkeley.
- Miller, M.J., I. Kendall, J.M. Capriles, M.C. Bruno, R.P. Evershed y C.A. Hastorf 2021. Quinoa, potatoes, and llamas fueled emergent social complexity in the Lake Titicaca Basin of the Andes. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 118 (49):e2113395118.
- Mondini, M. y S. Muñoz 2017. Osteometrics of South-Central Andean wild camelids: New standards. En *Zooarchaeology in the Neotropics: Environmental Diversity and Human-Animal Interactions*, editado por M. Mondini A.S. Muñoz y P.M. Fernández, pp. 177-188. Springer Nature, Cham.
- Moseley, M.E., D.J. Nash, P.R. Williams, S.D. deFrance, A. Miranda y M. Ruales 2005. Burning down the brewery: Establishing and evacuating an ancient imperial colony at Cerro Baúl, Peru. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* 102:17264-17271.
- Pozo, J.M., A. Trentacoste, A. Nieto-Espinete, S.G. Chiarelli y S. Valenzuela-Lamas 2023. *Zoolog R* package: Zooarchaeological analysis with log-ratios. *Quaternary International* 662-663:4-12.
- R Core Team 2023. *R: A Language and Environment for Statistical Computing*. R Foundation for Statistical Computing, Viena.
- Rubinatto Serrano, J. 2024. Replication data and code for analyzing archaeological Andean camelid size and morphotype. Harvard Dataverse, V1. <https://doi.org/10.7910/DVN/HZ1090>
- Stanish, C. 2003. *Ancient Titicaca: The Evolution of Complex Society in Southern Peru and Northern Bolivia*. University of California Press, Berkeley.
- Stanish C., E. de la Vega, M.E. Moseley, P.R. Williams, J. Chávez, B. Vining y K. LaFavre 2010. Tiahuanaco trade patterns in southern Peru. *Journal of Anthropological Archaeology* 29:524-532.
- Stephenson, M. 2023. Hybridity and the domestication of wildness: Creating the paco-vicuña in early Nineteenth-Century Peru. *Hispanic American Historical Review* 103 (4):617-649.
- Sturdy, R.J. 1921. The breeding of sheep, llama and alpaca in peru, with a view to supplying improved raw material to the textile trades. Abstract from a Paper read before the Royal Society of Arts. *The Veterinary Journal* 77 (4):132-136.
- Thili, S. 2012. *Animals in the Qur'an*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Vallières, C. 2012. *A Taste of Tiahuanaco: Daily Life in an Ancient Andean Urban Center as Seen through Cuisine*. Doctoral Dissertation, Department of Anthropology, McGill University, Montreal, Québec.
- Vásquez Sánchez, V.F. y T. Rosales Tham 2009. Osteometría y genética de los camélidos mochica, costa norte del Perú. *Revista del Museo de Antropología* 2:141-150.
- Vilá, B. 2018. On the brink of extinction: Llama caravans arriving at the Santa Catalina fair, Jujuy, Argentina. *Journal of Ethnobiology* 38 (3): 372-389.
- Vilá, B. y Y. Arzamendia 2022. South American camelids: their values and contributions to people. *Sustainability Science* 17 (3):707-724.
- Vining, B.R. 2011. *Ruralism, Land Use History, and Holocene Climate in the Suches Highlands, Southern Peru*. Doctoral

- Dissertation, Department of Anthropology, Boston University, Boston.
- Von den Driesch, A. 1976. *A Guide to the Measurement of Animal Bones from Archaeological Sites*. Bulletin 1. Peabody Museum of Archaeology and Ethnology, Harvard University, Cambridge.
- Wapnish, P.C. 1984. *Animal Names and Animal Classifications in Mesopotamia: An Interdisciplinary Approach Based on Folk Taxonomy*. Doctoral Dissertation, Columbia University, New York.
- Webster, A.D. 1993. *The Role of the Camelid in the Development of the Tiwanaku State*. Doctoral Dissertation, Department of Anthropology, University of Chicago, Chicago.
- Webster, A.D. y J.W. Janusek 2003. Tiwanaku camelids: Subsistence, sacrifice, and social reproduction. En *Tiwanaku and Its Hinterland: Archaeology and Paleoecology of an Andean Civilization*, Vol. 2, editado por A.L. Kolata, pp. 343-362. Smithsonian Institution Press, Washington, D.C.
- Wheeler, J.C. 1982. Aging llamas and alpacas by their teeth. *Llama World* 1 (2):12-17.
- Wheeler, J.C. 1995. Evolution and present situation of the South American Camelidae. *Biological Journal of the Linnean Society* 54 (3):271-295.
- Wheeler, J.C. 2012. South American camelids past, present and future. *Journal of Camelid Science* 5:1-24.
- Wheeler, J.C., L. Chikhi y M.W. Bruford 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 Ángeles.
- Wheeler, J.C., A.J.F. Russel y H. Redden 1995. Llamas and Alpacas: Pre-conquest breeds and post-conquest hybrids. *Journal of Archaeological Science* 22:833-840.
- Williams, P.R. y D.J. Nash 2002. Imperial interaction in the Andes: Huari and Tiwanaku at Cerro Baul. En *Andean Archaeology I: Variations in Sociopolitical Organization*, editado por H. Silverman y W.H. Isbell, pp. 243-266. Kluwer/Plenum, New York.
- Wing, E.S. 1972. Utilization of animal resources in the Peruvian Andes. En *Andes 4: Excavations at Kotosh, Peru, 1963 and 1964*, editado por I. Seiichi y K. Terada, pp. 327-352. University of Tokyo Press, Tokyo.
- Yacobaccio, H.D. 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, pp. 65-75. Del Espinillo, Buenos Aires.
- Yacobaccio, H.D. 2021. The domestication of South American camelids: a review. *Animal Frontiers* 11 (3):43-51.
- Yacobaccio, H.D. y B. Vilá 2013. La domesticación de los camélidos andinos como proceso de interacción humana y animal. *Intersecciones en Antropología* 14 (1):227-238.