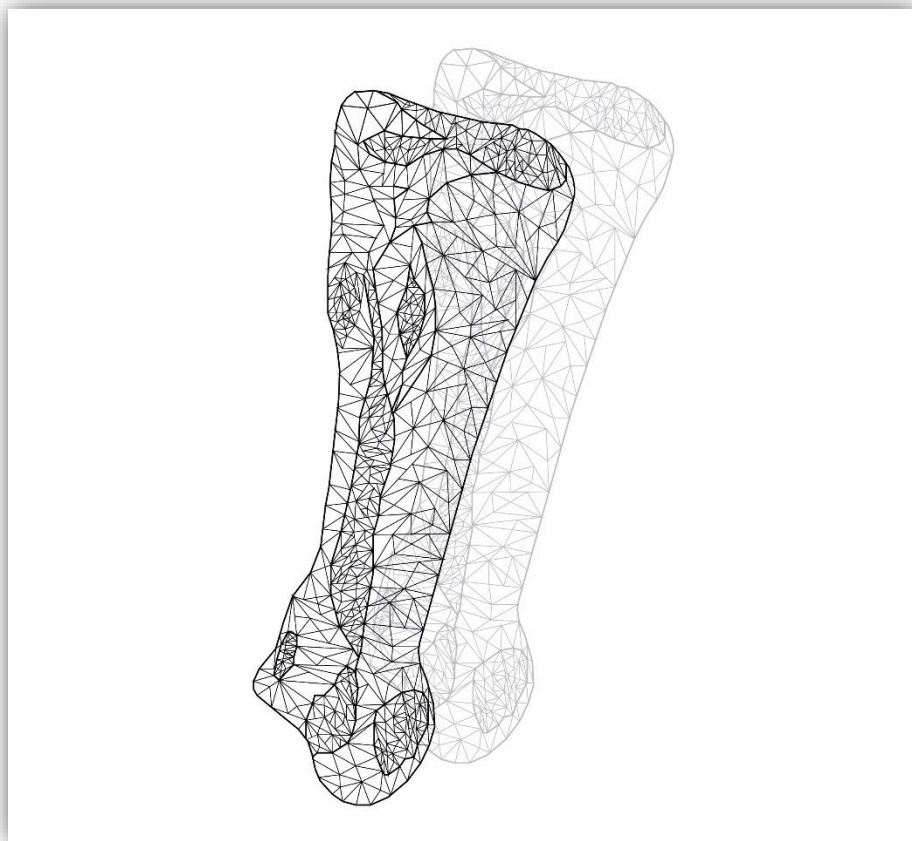


**Reconstrucciones 3D aplicadas a la zooarqueología.  
El uso de morfometría 3D en primeras falanges de camélidos  
arqueológicos del sitio Alero Deodoro Roca (Ongamira,  
Córdoba, Argentina)**



Departamento de Antropología  
Facultad de Filosofía y Humanidades  
Universidad Nacional de Córdoba

Bernarda Conte

**Reconstrucciones 3D aplicadas a la zooarqueología.  
El uso de morfometría 3D en primeras falanges de camélidos  
arqueológicos del sitio Alero Deodoro Roca (Ongamira,  
Córdoba, Argentina)**

Tesista: Bernarda Conte

Trabajo final para obtener el título de Licenciada en Antropología

Departamento de Antropología  
Facultad de Filosofía y Humanidades  
Universidad Nacional de Córdoba

Director: Dr. Andrés D. Izeta

Co-director: D.I. Blas Herrera

2018

*Dedicada a un ejemplo de mujer*

*A mi tía, a mi madrina*

*Mejor dicho, a mi Maninita...*

## Agradecimientos

En primera instancia agradecer al Museo de Antropología (Facultad de Filosofía y Humanidades, Universidad Nacional de Córdoba) y al Programa de Arqueología Digital, por el espacio de trabajo, los materiales y el respaldo. También agradezco a Thiago Costa por brindar acceso al material de referencia correspondiente a la Salinas Grandes, para el desarrollo de esta tesis.

Agradecer el acompañamiento y apoyo continuo de mi Mamá, Gabriela y mi Papá, José, sin ellos no estaría habría podido desarrollar este trabajo. Quiero agradecerles a mis hermanos, Joaco y Fran, personas fundamentales capaces de sacarme una sonrisa, ante todo.

Un agradecimiento especial a Andrés Izeta y Roxana Cattáneo, por su apoyo y acompañamiento tanto en mi desarrollo profesional como en mi vida personal. Además de directores del proyecto de investigación son tutores en mi aprendizaje dentro de la arqueología y la carrera de antropología. Agradecida por todo su tiempo dedicado y por la confianza depositada en mí. Principalmente agradecerle a Andrés por su confianza y paciencia para enseñarme sobre zooarqueología y sentarse junto a mí a probar los diferentes programas para trabajar las falanges 3D.

Agradezco también a Blas Herrera, mi codirector, el cual me enseñó todo lo que se sobre fotogrametría, edición de nubes de puntos y el trabajo con elementos tridimensionales. Muchas gracias por todos los días y horas dedicados a explicarme una y otra vez la técnica y los procesos de edición.

Un agradecimiento especial a Flor Méndez, amiga de la vida y la creadora de la portada de mi tesis, reflejando tantas charlas compartidas sobre el tema, también agradecerle por el súper acompañamiento en el proceso de fotografías de mi tesis, no solo despejando dudas, si no, además ayudando a solucionar pequeños problemas que iban surgiendo.

Quiero agradecer a los miembros del equipo de investigación de Ongamira, Thiago Costa, Andrés Robledo, José Caminoa, Isabel Prado, Julián Mignino, Paula Weihmüller, Camila

Brizuela, Ornella Brancolini Pedetti, Maxi Córdoba, Marcela Tintilay y Humberto Aguilar.

Particularmente a Camila, Paula y Ornella, compañeras del equipo, amigas, compinches para charlas y mates, acompañando cada paso que di en el proceso de la carrera, imposible sentirse sola con amigas así. Además, quiero agradecer a Thiago, Andrés y Julián, por tenerme en cuenta en las diferentes actividades que desarrollan en el equipo, por ayudarme a despejar dudas una y otra vez y por los consejos personales que muchas veces son necesarios.

Gracias a mis amigos y compañeros de la carrera y en particular Macarena Traktman, Florencia Costantino, por mates, juntadas, risas y charlas tan necesarias para despejarse, también Natalia Imbarratta y Lisandro Bigi.

Agradezco a Eduardo Pautassi principalmente por las horas dedicadas a conocer nuevas temáticas, las charlas y experiencias compartidas en la reserva y a Soledad Ochoa, Paloma Laguens e Isabel Prado por las tardes y mates compartidos en la reserva.

Agradecerle a Mirta Bonnin y Mariana Dantas, por sus palabras de apoyo y consejos para el desarrollo de esta tesis, además a los docentes de la carrera por el acompañamiento en el proceso de aprendizaje en las materias cursadas.

Un agradecimiento especial a mis dos abuelas, María Francisca (Abila) y María Gracia (Abu). A mis tíos, particularmente a mi Maninita, Helen, pilar fundamental en el desarrollo de mi tesis y mi búsqueda profesional, a mi tío Roberto, mi padrino, que me acompaña al igual que mi Manina desde donde esté. A mi tía Nano, tía María, mi preciado tío Ruli, mi tío Cristian, Gime, tío Wichi, tía Graciela y Coco, tía Tere y Hugo, tío Gusti y Euge. También quiero agradecer a mis primos: Flor, Lucas y su hijo Ciro, Santi Viale, Cami, Cati, Valen, Nacho, Bahia, Toe, Marti, Machi, Santi Conte, Felipe y a su mamá Gabi, Meli y su hijo Benja, Fabri, Luchi, Faustino, Franco, Fabi, Seba y Javier. Un agradecimiento a mi familia suereña, Astrid, Cachi, Axel, Shari y Kenay.

Agradecerles especialmente a mis amigas/os de la vida, particularmente, Meli Valy amiga desde los 10 años siempre firme a la par, caminando conmigo; También a Flor Méndez,

Romi Almada, Mili Figueroa, Vale Sahajdacny, Eli Moyano, Yoha, Chino y su hija Oli, Andrea y Matu, Viki Figueroa, Viki Torres, Bianca, Marito, Belu, Pedro y su hija. Amigos y segundos papás, un agradecimiento especial a Mari, Rafa y Marta (mamá de Mari), siempre presente en mi crecimiento.

Agradezco a mi segunda familia, mi querido, Grupo Scout N°926 Malvinas Argentinas que está compuesto por personas muy apreciadas para mí: Luli, Aylen, Viki, Luis, Wence, Ro, Berna, Tati, Cata, Sergio, Lore y Marta nuestra bella cocinera de campamentos. Y los hijos de todos estos educadores, pequeñas personas con corazones inmensos, Zoé, Jaz, Alma, Eva, Valen, Ema y Cata. Además, agradecida con mi Manada Seeonee y los lobatos que dejaron en mí huellas hermosas desde que estoy en el grupo.

Muchas gracias a mis compañeros de inglés, Anita, Gusti, Roció y Mati. Porque además de compañeros de clases y estudio, es un hermoso grupo de amigos.

Muchas gracias a Mariano, Irma, Roberto, Leo, Mauro, Lega y Tía Luci por mates y charlas compartidas.

Agradezco a todas las personas que han compartido conmigo la felicidad de estos momentos, amigos de mis papás y conocidos de la vida, Jorge, Andrea, Nati, Dani, Fede y Alma amigos de mis papás y la familia, siempre atentos y presentes en los diferentes momentos, Claudia mi pediatra de toda la vida y amiga de mi mamá, Diego, Euge y sus dos hijos, Tío Gustavo, Guille Rosner, Chumi y Cacho, Martha Zaya y Alejandro Valy, Anita y Yayo Figueroa, Fanny y Gy, Moni y Fede, Sandra, Claudia, Mari, Carlitos, Juani y Francisco, Lili, Agus y familia, Lore, Marcos y familia, Silvana (La Flaca), Silvina, Gringa (Amiga de la Kiki), Leti, Gachi, Ivana, Marlen, Rocío Carnero y Cristina Carnero.

# Índice

Agradecimientos .....	4
Índice .....	7
Índice de tablas.....	8
Índice de figuras.....	9
Capítulo 1.....	12
1.1 Introducción .....	13
1.2 Objetivos .....	15
1.3 Marco de estudio .....	16
1.4 Antecedentes .....	18
1.4.1 Aplicación de las nuevas tecnologías .....	18
1.4.2 Antecedentes en estudios Morfométricos .....	24
1.4.3 Antecedentes en el Valle de Ongamira .....	26
Capítulo 2.....	29
2.1 Fotogrametría .....	30
2.2 Modelos Tridimensionales .....	34
2.3 Software para edición de imagen tridimensional .....	35
2.3 Morfometría geométrica Tridimensional .....	38
Capítulo 3.....	41
3.1 Muestra de estudio .....	42
Capítulo 4.....	47
4.1 Generación de modelos 3D a través de fotogrametría .....	48
4.2 Colección de Referencia Virtual.....	52
4.3 Software para la edición de imagen.....	57
4.4 Morfometría tridimensional.....	60
4.4.1 Osteometría Virtual .....	60
4.4.2 Morfometría geométrica 3D .....	67
Capítulo 5.....	74
5.1 Osteometría virtual, clásica y morfometría geométrica 3D .....	75
5.1.1 Osteometría virtual y clásica .....	76
5.1.2 Morfometría geométrica tridimensional .....	77
5.2 Tecnologías 3D aplicadas dentro de la antropología .....	78
5.3 Conclusiones .....	79
Bibliografía .....	82

## Índice de tablas

Tabla 1. Muestra de falanges proximales utilizadas para el desarrollo de esta tesis. ....	46
Tabla 2. Colección virtual, material arqueológico y de referencia. Características propias del material 3D.....	56
Tabla 3. Valores métricos y medidas geométricas tradicionales de falanges proximales. ....	60
Tabla 4. Valores métricos de falanges proximales obtenidas a partir de los modelos digitales.	
Taxón: G=Guanaco; LL=Llama; LS=Lama sp. Todos los datos obtenidos pro Bernarda Conte	62
Tabla 5. Definición de los landmarks (L) y semilandmarks (SL) para falanges proximales. Del número 1 al 14 tomado de L'Heureux y Hernández (2016). ....	69



## Índice de figuras

Figura 1. Imagen de la portada del Repositorio Digital de la Universidad Nacional de Córdoba.. .....	20
Figura 2. Imagen de la portada del Repositorio Digital de material didáctico Ansenzuza, de la Facultad de Filosofía y Humanidades de la Universidad Nacional de Córdoba. ....	20
Figura 3. Portada de la página del Programa de Arqueología Digital, correspondiente a la Reserva Patrimonial del Museo de Antropología, FFyH, UNC.....	21
Figura 4. Vista general del Valle de Ongamira, Departamento Ischilín, Córdoba, Argentina. ...	27
Figura 5. Captura de la pantalla de la cámara. 1 velocidad de disparo; 2 apertura del diafragma; 3 ISO de la cámara. ....	32
Figura 6. Técnica de fotogrametría captura de fotografías. ....	33
Figura 7. Sistema de fotogrametría armado.....	34
Figura 8. 8A selección de fotos en el programa VSFM; 8B posición de las fotografías con respecto a la nube de puntos; 8C primera nube de puntos; 8D nube de puntos densa. Todas las imágenes son tomadas del programa VSFM .....	37
Figura 9. Imagen del programa MeshLab. 9A vista general de la nube de puntos; 9B falange primera mallada. Las dos imágenes corresponden a la Falange GMF2 de Molino Ferrarini, sitio ubicado en las Salinas Grandes de la Provincia de Córdoba.....	38
Figura 10. Falange proximal de Guanaco de Salinas Grandes, Córdoba. Siglado GMF1 .....	42
Figura 11. Falange proximal de Llama de Laguna Blanca, Catamarca. Siglado L-154. ....	43
Figura 12. Guanacos dentro del paisaje de las Salinas Grandes, comunidad del Chacho, Córdoba, Argentina (Costa y Barri 2018).....	43
Figura 13. Acondicionamiento de la colección de Referencia para el traslado a la reserva .....	44
Figura 14. Reserva C de la Reserva Patrimonial del Museo de Antropología, Facultad de Filosofía y Humanidades, UNC. Vista general de la zona donde se encuentra la Colección Montes .....	45

Figura 15. Falange proximal de la Colección Aníbal Montes, resguardada dentro de la Reserva Patrimonial del Museo de Antropología.....	45
Figura 16. Sistema de motor paso a paso y cámaras fotográficas, sin el control de disparo automático.....	48
Figura 17. Sistema de motor paso a paso y cámaras fotográficas, con el control de disparo automático.....	49
Figura 18. Sistema de agujas para sostener a la falange flotando en la sesión de fotos .....	49
Figura 19. Estructura de tablero de fibra de densidad media (Fibrofácil) cortada a láser y la falange colocada a presión sobre la estructura.....	50
Figura 20. Estructura diseñada e impresa en 3D sosteniendo una falange primera con agujas de lana de punta roma .....	51
Figura 21. Vista general del modelo tridimensional en la web .....	57
Figura 22. Clasificación y análisis del programa VisualSFM sobre cada una de las fotos.....	57
Figura 23. Relación de puntos que genera VisualSFM a partir de las imágenes analizadas .....	58
Figura 24. Nubes de puntos densa que genera VisualSFM. En esta figura podemos observar dos de los soportes que utilizamos para la digitalización .....	58
Figura 25. Edición de la nube de puntos. En la figura 25A observamos la malla generada por el programa VisualSFM y en la figura 25B la edición de la nube de puntos mediante el recorte de los puntos que no consideramos necesarios.....	59
Figura 26. Falange ya mallada y editada en MeshLab.....	59
Figura 27. Medidas tomadas a partir del programa MeshLab para la realización de morfometría 3D .....	60
Figura 28. Análisis de componentes principales (apéndices delanteros) .....	63
Figura 29. Análisis de componentes principales (apéndices traseros) .....	65
Figura 30. Análisis de conglomerado de los apéndices delanteros .....	66
Figura 31. Análisis de Conglomerado de los apéndices traseros .....	67
Figura 32. Landmark Editor, programa para la determinación de landmarks y semilandmarks 3D .....	68

Figura 33. Landrmark y semilandmarks representando la totalidad de la pieza.....	69
Figura 34. Análisis de componentes principales tridimensionalmente (apéndices delanteros).....	71
Figura 35. Análisis de componentes principales tridimensionalmente (apéndices traseros).....	72
Figura 36. Imagen de landmarks y semilandmarks determinados para apéndices delanteros.....	73
Figura 37. Imagen de landmarks y semilandmarks determinados para apéndices traseros.....	73
Figura 38. Imagen general del Suquía, espacio virtual donde se encuentran las falanges utilizadas para el desarrollo de esta tesis de licenciatura.....	80

## Capítulo 1

# Capítulo 1

## Problema de investigación y antecedentes

### 1.1 Introducción

En los últimos años el desarrollo de modos de registro y visualización tridimensionales basadas en equipos digitales como método, experimentó un crecimiento vigoroso. De hecho, los avances tecnológicos del equipamiento y software, han permitido la aplicación de este modo digital dentro de los campos de investigación, en los cuales se encuentra el mundo patrimonial, la arqueología, algunas ingenierías, topografía y geografía, entre otras.

Lo “Digital” aparece como un nuevo elemento dentro del campo antropológico, entendiéndolo como un vehiculizador de relaciones sociales (Boellstorff 2012), como una nueva manera de realizar registro (Roosevelt et al. 2015) o un modo de conservación o de divulgación científica. A partir de esto comenzamos a hablar de una antropología digital o virtual en donde comienzan a surgir conceptos fundamentales de articulación entre la tecnología y la cultura (Boellstorff 2012). Es aquí donde la arqueología virtual, siguiendo el concepto planteado por López-Menchero Bendicho y Grande, “tiene por objeto la investigación y el desarrollo de formas de aplicación de la visualización asistida por el ordenador para una gestión integral del patrimonio arqueológico” (2011: 72). Sin embargo, también puede comprenderse como la práctica arqueológica mediada por lo digital (Izeta y Cattáneo 2018) ampliando de este modo la definición de esta nueva aproximación a las problemáticas arqueológicas.

Es por esto que mediante este trabajo buscamos presentar la aplicación de las tecnologías digitales tridimensionales a un caso particular (falanges primeras de llamas y guanacos) que permita incluir cuestiones relacionadas al registro, uso, conservación y disseminación de los datos digitales generados. Las técnicas de digitalización (creación de datos digitales) que encontramos son variadas, pero en este caso nos centraremos en aquellas que permiten obtener datos digitales acerca de la morfología de diversos objetos.

El escáner laser; la proyección con luz estructurada; tomógrafos o micro-tomógrafos computado; dibujos asistidos por computadoras; o, el modelado basado en imágenes digitales son algunas de estas maneras. En particular, este último modo se basa en el relevamiento de imágenes mediante los principios fotogramétricos, consistiendo en la toma de fotografías de un mismo objeto desde diferentes ángulos y que con ello permita la reconstrucción digital tridimensional (e.g. Ávido y Vitore 2015).

A partir de lo anterior, es que se propone poner a prueba el uso de nuevas tecnologías, que se basan en el registro tridimensional (3D), entendiéndolas como un instrumento del conocimiento sobre el patrimonio científico que confirman su gran utilidad como soporte, no solo de la investigación, sino también de la difusión patrimonial (Gómez Robles y Quirosa García 2009). Integrar estos procesos de digitalización con el fin de comprender la relación con el objeto digitalizado, su uso en investigaciones científicas y su relación con lo real (Boellstorff 2012).

La idea de utilizar modelos 3D virtuales puede aportar nuevos conocimientos a una problemática particular dentro de la zooarqueología, que es la diferenciación entre las especies que componen la familia de los camélidos sudamericanos ya que presentan similitudes a nivel óseo. Por ello es que se busca determinar a través de diferencias morfométricas la asignación taxonómica a partir de los elementos óseos que componen parte del registro arqueológico (e.g. Costa e Izeta 2016, Izeta 2006, 2007, Izeta et al 2009). A los fines de lograr esta identificación interespecífica es que principalmente se trabaja con muestras de referencia actuales compuestas por individuos de taxonomía conocida, que nos permiten llevar a cabo las comparaciones entre las especies.

Entonces, el uso de esta metodología nos brindará modelos 3D que permitan a través de la medición de diversas variables observar patrones de similitud o diferencia entre elementos óseos de camélidos. Esto ya es utilizado en diversas disciplinas y está siendo implementado cada vez en mayor medida en zooarqueología y paleontología (e.g. Carril *et al.* 2015; Herzlinger *et al.* 2017; Yravedra *et al.* 2017). Para la zooarqueología, en particular, es importante la digitalización de colecciones de referencia, debido al poco o difícil acceso a individuos o elementos de referencia para estudios comparativos, por lo que estas nuevas tecnologías pueden complementar, de algún modo, a las muestras físicas, permitiendo llegar no solo a una identificación (López et al. 2014, Niven *et al.*

2009) sino también a una replicabilidad en los resultados obtenidos a través de análisis 3D (e.g. Carril *et al.* 2015; Owen *et al.* 2014).

Con el fin de avanzar en esta propuesta de un análisis por medio de modelos digitales, muestras actuales y arqueológicas de falanges proximales correspondientes a *Lama glama* (llama) y *Lama guanicoe* (guanaco) fueron fotografiadas y digitalizadas y modeladas en formato tridimensional con el fin de generar una base de datos osteométricos tridimensionales. Dicha base fue puesta a prueba mediante la aplicación de técnicas de morfometría 3D con el fin de evaluar su utilidad dentro de esta área. Por último, y no menos importante, buscamos generar una muestra de referencia virtual para el acceso de los investigadores relacionados en la temática de estudio. De este modo generar un modelo estándar de comparación para la familia CAMELIDAE dentro de los contextos arqueológicos de las Sierras Pampeanas Australes y particularmente las Sierras Chicas de Córdoba. Los modelos podrán ser trabajados y medidos por investigadores interesados en la temática sin tener que llevarse hasta la localidad a mediar las piezas ya que se encuentran en la web con acceso libre.

## 1.2 Objetivos

### Objetivo general

Avanzar en la determinación del tamaño corporal y taxonómico de los restos de camélidos procedente de los contextos arqueológicos de las Sierras Pampeanas Australes con particular interés en las Sierras Chicas de la provincia de Córdoba. Con esto pretendemos evaluar la eficacia del uso de modelos digitales tridimensionales de un conjunto significativo de muestras actualísticas y arqueológicas de falanges primeras de camélidos sudamericanos a partir de lo cual se utilizará como método de digitalización la fotogrametría. Se utilizarán técnicas y métodos aplicados dentro de la morfometría 3D para la interpretación del tamaño de los individuos y su asignación específica.

Por lo tanto, el objetivo general es obtener modelos 3D de falanges primeras con el fin de evaluar la similitud y diferencia que permitan la asignación específica de cada elemento, mediante la morfometría tridimensional.

### Objetivos específicos

- Instalar el sistema de captura y visualización tridimensional.
- Generar modelos tridimensionales de un conjunto significativo de falanges primeras correspondientes a camélidos actuales y arqueológicos para estudios de morfometría 3D.
- Evaluar y comparar los resultados obtenidos en cuanto a tamaños y asignaciones específicas con otras metodologías ya probadas para estas mismas muestras (e.g. osteometría tradicional).
- Crear una colección virtual de los modelos disponibles en el Repositorio Digital Suquía para el re-uso por parte de otros investigadores.

### 1.3 Marco de estudio

Dentro de la familia CAMELIDAE debemos distinguir dos grupos, diferenciados por variables métricas: por un lado, los camélidos pequeños, donde se encuentran incluidas *Vicugna vicugna* y *Vicugna pacos*; y otro grupo de camélidos grandes, donde se encuentran incluidas la *Lama glama* y *Lama guanicoe* (Izeta *et al.* 2009).

Estas cuatro especies de camélidos presentan grandes similitudes morfológicas, por lo tanto, la diferenciación mediante restos óseos es un desafío. Es por esto que la diferenciación dentro de los camélidos por medio de los huesos en los registros arqueológicos ha sido ampliamente estudiada (e.g. Cartajena 2009, Costa e Izeta 2016).

Por lo tanto, ha sido necesario definir morfológicamente diversos elementos óseos para interpretar a partir de ellos el tamaño corporal, teniendo en cuenta la resistencia a la variación o restricción ambiental. En particular los estudios morfológicos pos-craneales de primeras falanges representan un elemento clave (Gasco *et al.* 2012), esto se debe a que tiene potencial para la diferenciación taxonómica (Kent 1982; L'Heureux 2008; Kaufman 2009; Gasco *et al.* 2012; Costa e Izeta 2016; L'Heureux y Hernández 2016).



Asimismo, en la mayoría de los casos, las falanges proximales se encuentran en alta frecuencia dentro del registro arqueológico. En términos generales presentan una mejor conservación e integridad debido a factores intrínsecos y extrínsecos que previenen la acción de diversos agentes y procesos tafonómicos por lo que suelen preservarse en mejores condiciones que otros elementos. Asimismo, son altamente sensibles a las modificaciones patológicas, por lo cual son de gran utilidad para conocer el ciclo de vida de estos animales. Por otro lado, es un elemento óseo que ha sido estudiado por una gran diversidad de investigadores por lo que se halla disponible un conjunto significativo de estudios y datos métricos. Gracias a ello se pudo conocer que son buenos elementos para la determinación de especies hacia el interior del grupo de los camélidos sudamericanos (e.g. Gasco *et al.* 2012; Izeta *et al.* 2009; Kent 1982).

Para llevar a cabo los estudios de diferenciación interespecífica de camélidos y conociendo las similitudes entre los taxones es importante conocer cómo actúan las poblaciones actuales métricamente para poder diferenciarlas con las del pasado (Izeta *et al.* 2009). De este modo se crearon colecciones de referencia que permiten generar estándares de comparación. Por lo tanto, disponer y comparar los datos que brindan los trabajos de investigación arqueológica en donde se aplica la osteometría post-craneal como método para encontrar las similitudes entre las especies permite mejorar y acrecentar los estándares de referencia (Gasco *et al.* 2012).

Además de la existencia de los trabajos es importante la publicación de las bases de datos, que permite el acceso a la fuente de datos primarios con el objetivo de poder replicarlo en otras investigaciones (ver Revista del Museo de Antropología Volumen 2, Dossier Osteometría de Camélidos Sudamericanos, 2009). De este modo se minimizan las confusiones y se amplían los datos de referencia.

Teniendo en cuenta todas estas características y la importancia de las muestras de referencia es que, mediante la toma de fotografías sobre falanges primeras de llamas y guanacos, buscamos recrearlas de modo tridimensional, lo que permitirá el trabajo integral con la pieza, ya que se podrá observar, medir desde la computadora, así como también descargar e imprimir en impresora 3D. Cada falange digitalizada tendrá sus datos de procedencia, colección a la que pertenece, información relevante y también el dato de donde se encuentran físicamente depositada en la actualidad.

En este caso solo se digitalizaron falanges proximales, pero se puede digitalizar un esqueleto en su totalidad, permitiéndonos explorar varios componentes (e.g. López et al. 2014, Niven *et al.* 2009). Además, el acceso a estas colecciones es toda una ventaja para los grupos de investigación que no poseen colecciones de referencia o grupos donde las colecciones de referencia son de número reducido, facilitando el uso de muestras comparativas, ya que muchas veces acceder a los especímenes es difícil. De este modo la creación de colecciones virtuales es un instrumento factible de obtener y necesario a la hora de investigar.

## 1.4 Antecedentes

### 1.4.1 Aplicación de las nuevas tecnologías

La utilización de metodologías 3D es reciente en Argentina, pero en Europa y Estados Unidos se han desarrollado desde hace varias décadas (e.g. Barceló 2001; Irujo Ruíz y Prieto Martínez 2005; Gómez Roble y Quirosa García 2009; Niven *et al.* 2009; Evin *et al.* 2016) especializándose en diferentes áreas relacionadas con la digitalización y los modos en que la información se va presentando en diversas formas (por ejemplo, en la web) como reconstrucciones 3D (Müller *et al.* 2006a; 2006b), modelos virtuales (Forte 1996), modelos computarizados 3D (Frischer 2005) o modelos cibernéticos (Forte 2009), entre otros.

América Latina es un mosaico de heterogeneidad en cuanto a la aplicación de investigaciones basadas en lo digital, donde se articulan diferentes disciplinas que estudian la cultura (<http://aahd.com.ar/>). En Argentina los nuevos estudios que se han llevado a cabo incluyen a la arqueología que busca el desarrollo de programas de conservación del patrimonio (e.g. Tejado Sebastián 2005; Izaguirre 2016), recreación de sitios arqueológicos de modo virtual (Greco 2016; Greco y Palamarczuk 2016), el uso de los sistemas de información geográfica, que permite visualizar modelos en tres dimensiones (Cattáneo *et al.* 2013a; Figuerero Torres e Izeta 2013; Costa 2016) y también digitalización de elementos óseos de animales para muestras comparativas (Niven *et al.* 2009; Evin *et al.* 2016), aplicado en la paleontología como técnica de investigación y

conservación (Drake *et al.* 2017), entre otras disciplinas que se encuentran trabajando y ampliando conocimientos dentro de esta área.

Asociado a lo digital se puede nombrar un concepto que en los últimos años ha captado a muchos seguidores y es el de *acceso abierto*. Si bien esta es un área incipiente existen a nivel internacional y nacional iniciativas para que lo digital sea accesible tanto para investigadores como para el público en general. En el año 2003 en Bethesda se firma una declaración sobre las publicaciones en acceso abierto, planteando condiciones que deben tener este tipo de publicaciones. Como, por ejemplo, que los autores y propietarios de los derechos otorgan a los usuarios acceso libre, irrevocable, universal y perpetuo para copiar, utilizar, distribuir, transmitir el trabajo públicamente, en cualquier soporte digital con finalidades responsables (Bethesda 2003). Por ello, se buscó en estos años estándares metodológicos con alcances internacionales como, el Principio de Sevilla, en 2001 y la Carta de Londres, elaborada en el 2009. A pesar de estas acciones no se logró llegar a un mismo criterio metodológico para ser aplicado dentro de la antropología como si ocurriera con las áreas de conservación del patrimonio. Ya que los dos tratados establecían dos conceptos diferentes a la hora de hablar de objetivos y metodologías, el Principio de Sevilla incluye a cualquier campo que busque incluir las nuevas tecnologías y su visualización digital como una herramienta para la arqueología. Mientras que en el caso de la Carta de Londres hace referencia a los métodos y estrategias que se generan a partir de la digitalización de objetos promoviendo el desarrollo digital. Por lo tanto, tomando los dos conceptos, las Humanidades Digitales buscan compartir el conocimiento, las instituciones, la infraestructura y los elementos socioculturales.

En la Universidad Nacional de Córdoba en 2012 crea un repositorio digital (Figura 1) que permite acceso abierto a los trabajos científicos y de divulgación que los miembros de la universidad estaban generando (<https://rdu.unc.edu.ar/>). En este mismo año en Budapest se firma un convenio de Open Access Initiative (Iniciativa para el Acceso Abierto) buscando retirar las barreras de acceso a la literatura, enriqueciendo la educación, compartiendo los conocimiento con toda la sociedad y generando un material de lectura que permitan de este modo una herramienta útil y de unión dentro de la humanidad en una conversación intelectual común y de búsqueda de conocimiento, ofreciendo a los autores y sus trabajos visibilidad, legibilidad e impacto que es medible e inmenso (Budapest 2002).



Figura 1. Imagen de la portada del Repositorio Digital de la Universidad Nacional de Córdoba.

Sin embargo, previo a la puesta en funcionamiento del RDU, en la Facultad de Filosofía y Humanidades en 2009, el Área de Tecnología Educativa comienzan el proyecto Ansenuza (Figura 2), con el objetivo de crear un espacio de circulación y acceso abierto orientado a la práctica y formación de enseñanza producido por docentes de la Universidad Nacional de Córdoba. En 2011 comienza a funcionar el repositorio digital Ansenuza, que tiene como base el Acceso Abierto como un modo de circulación del conocimiento académico, permitiendo la disponibilidad libre y gratuita dentro de la web de material científico (<https://ansenuza.unc.edu.ar/>).

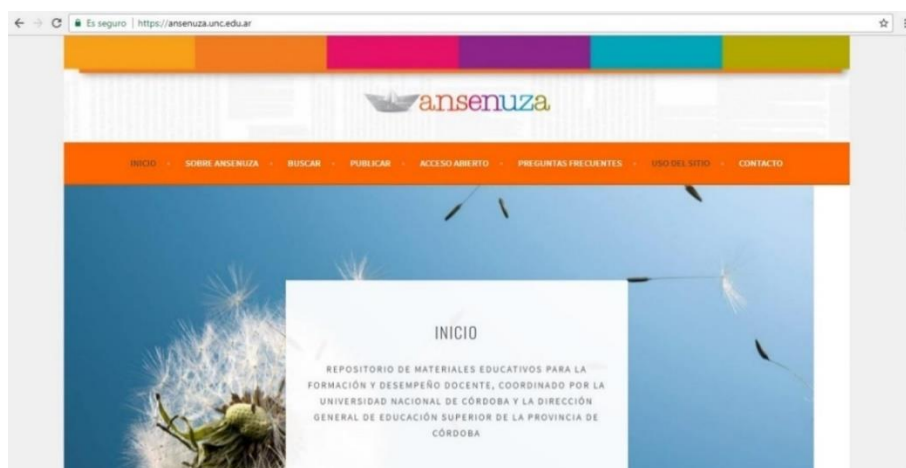


Figura 2. Imagen de la portada del Repositorio Digital de material didáctico Ansenuza, de la Facultad de Filosofía y Humanidades de la Universidad Nacional de Córdoba.

A la par del desarrollo de estas iniciativas en la Universidad Nacional de Córdoba y en conjunto con otras como la Plataforma Interactiva de Investigación en Ciencias Sociales (PLIICS-CONICET), en el marco del Museo de Antropología y el Instituto de Antropología en Córdoba (IDACOR-CONICET) se crea el Programa de Arqueología Digital (PAD), que busca como objetivo general la disseminación de datos primarios arqueológicos y la divulgación científica de conjuntos de datos digitales que representan objetos como piezas arqueológicas, fichas de inventario, notas de campo, fotografías, bases de datos, entre otras tipos. A esto se están sumando los equipos de investigación que van subiendo materiales dentro de la plataforma creada por el PAD (Repositorio Suquía, <https://suquia.ffyh.unc.edu.ar/>) a donde se van colocando toda la información que se genera, buscando devolver a la sociedad resultados obtenidos en diferentes ámbitos de investigación (Figura 3). Entre ellos se encuentra los modelos tridimensionales de falanges primeras de camélidos generados en el marco de este trabajo final.

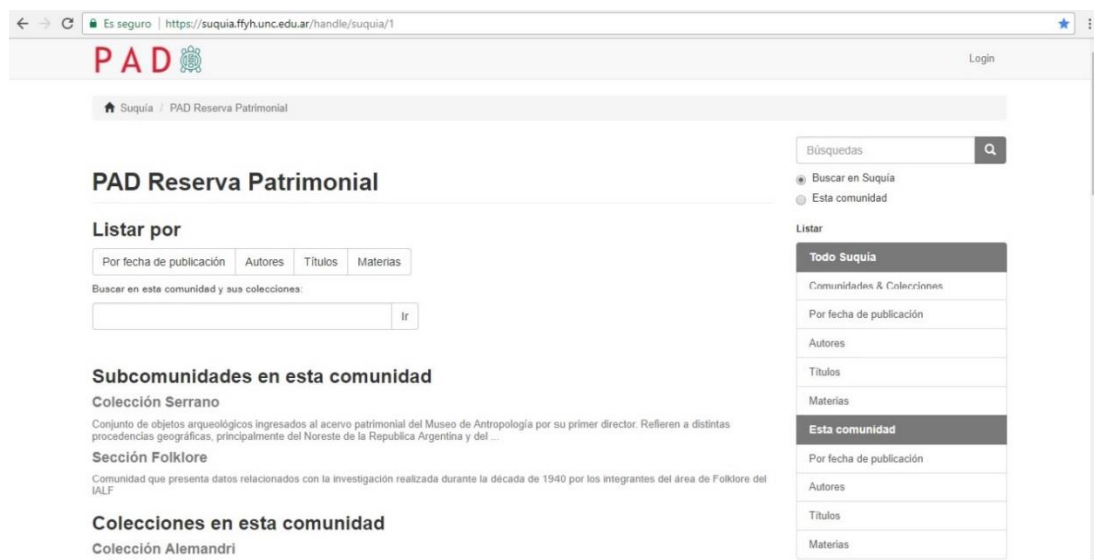


Figura 3. Portada de la página del Programa de Arqueología Digital, correspondiente a la Reserva Patrimonial del Museo de Antropología, FfYH, UNC.

Para llevar a cabo la digitalización de los objetos, tenemos en cuenta la existencia de diversas técnicas, principalmente tenemos una división de dos grupos dependiendo de los resultados que observemos dentro de las computadoras, por un lado, nos encontramos con las imágenes o archivos 2D y por otro lado con los 3D.

Dentro de los archivos 2D encontramos los generados a partir de escáner de cama plana o fotografías, las cuales nos permiten tener resultados muy efectivos para la conservación y divulgación del patrimonio arqueológico. Por otro lado, los archivos tridimensionales están compuestos por diferentes formas o metodologías de aplicación.

Las técnicas disponibles para llevar a cabo modelos tridimensionales, van desde lo manual, como, por ejemplo, mensura manual y el posterior dibujo asistidos por la computadora; y, por otro lado, desde un modo mecánico, mediciones directas y sistemáticas, incluyendo sistemas como la luz estructurada, el escaneo láser o el modelado basado en imágenes. Dentro de esta última opción es donde se encuentran los principios fundamentales de la fotogrametría, que requiere de un conjunto de fotografías superpuestas, que cubran la mayor cantidad de caras que tenga el objeto (Ávido y Vitore 2015).

La fotogrametría es la ciencia de la medición a partir de las fotografías, teniendo en cuenta el concepto que debe medirse en términos geométricos, ya que, si de un triángulo conocemos dos de sus ángulos y la distancia entre ellos, se puede calcular la distancia del ángulo desconocido (Feilden 1987).

Luego de la creación de la fotografía a partir de los años 1850, comienzan a utilizarse y aplicarse, estas técnicas, para el relevamiento de terreno, permitiendo a la cartografía y topografía avanzar dentro de sus áreas, a este tipo de aplicación desarrollada dentro de la fotografía se conoce como fotogrametría. Por lo tanto, en sus comienzos se aplicaba esta técnica a los relevamientos topográficos, en donde la cámara fotográfica cumple una función similar a la de un teodolito o nivel óptico. Esto sucede ya que se considera el centro del lente de la cámara como el eje de rotación de la misma, de este modo cualquier fotografía tomada, se definirá su ángulo dependiendo la forma en la cual ingrese al lente de la cámara. Por lo tanto, si conocemos la distancia del objeto, tenemos la suficiente información como para definir las coordenadas de otros puntos u objetos (Feilden 1987).

A partir de este momento se puede visualizar cuatro etapas dentro de esta técnica, según lo publicado por Vozmediano Montoya (2006):

1- En primer momento la fotogrametría gráfica, entre los años 1850 y 1900, la persona considerada como fundador de la técnica de fotogrametría, Aimé Laussedat, desarrollo un método denominado iconometría, que consiste en la utilización de fotografías para medir gráficamente los puntos del paisaje. Para esto se creó una cámara de fotografía que se colocaba como un instrumento topográfico y fue considerado el primer fototeodolito.

2- Luego nació la fotogrametría analógica (1900 al 1950), es una etapa en donde se construyen las técnicas, métodos e instrumentos necesarios para llevar a cabo la fotogrametría aérea.

3- La fotogrametría analítica se desarrolla entre los años 1950 al 1990, con el surgimiento de la computadora, en los procesos de fotogrametría se introducen los cálculos electrónicos. En 1953 Hellmut Schmid desarrolla los principios de fotogrametría analítica utilizando notaciones matriciales y soluciones cuadráticas, y además elabora un estudio de los posibles errores de la técnica. Por último, en 1957 Uki Helava inventa el estereoploter analítico.

4- En el año 1987, Feilden publica su libro “Entre dos terremotos: Los bienes culturales en zonas sísmicas” mostrando el uso de la fotogrametría como técnica de registro, utilizándola como medio de prevención para las estructuras arquitectónicas, comienza a abrir el panorama y modo de aplicación de esta técnica sofisticada. En sus comienzos era costoso llevar a cabo fotogrametría sobre los objetos, ya que se debía poseer cámara fotográfica, trípode y sobre todo una persona que supiera llevar a cabo esta tarea.

Desde 1990 hasta la actualidad el proceso de fotogrametría avanza junto con la tecnología a pasos agigantados. En la actualidad es una tarea económica, gracias a los avances del software, como así de las cámaras de fotos y celulares, podemos llegar a reconstruir tridimensionalmente sin necesitar un material demasiado específico o especializado, o aparatos muy caros. Simplemente teniendo un usuario que conozca sobre los programas y el manejo básico de las cámaras de fotos, logrará tener buenos resultados.

Desde su origen el uso de la fotogrametría se expandió desde la topografía, pasando por la arquitectura, conservación del patrimonio, museos, antropología, arqueología, etc., y continua su crecimiento a medida que se pueden observar los avances que la misma deja expresados dentro de los cambios que se van viviendo.

#### 1.4.2 Antecedentes en estudios Morfométricos

Los camélidos sudamericanos se encuentran representados en la gran mayoría de sitios arqueológicos del cono sur de Sudamérica desde los más antiguos hasta los más modernos (e.g. Politis *et al.* 2004; Martínez y Gutiérrez 2004; Izeta 2010; Yacobaccio 2008). Debido a esto en los últimos años el interés en su estudio se ha centrado no sólo en los aspectos económicos o simbólicos sino también en qué metodologías permiten abordar cada una de estas dimensiones.

En este sentido las aproximaciones cuantitativas han sido orientadas no solo a conocer cuántas partes o animales completos habría en un sitio sino también qué tipo de animales en cuanto a diversas variables como especie, sexo, edad, etc. (e.g. Lyman 2008; Reitz y Wing 2008)

Particularmente han tenido un gran desarrollo los métodos y técnicas basados en la adquisición de datos métricos con el fin de establecer a partir de las formas y los tamaños diferencias en cuanto a las composiciones específicas de los conjuntos arqueológicos. Esto es decir una aproximación basada en lo que denominamos osteometría o de manera más general morfometría (e.g. Izeta 2007; L'Heureux 2010).

De hecho, y a los fines de conocer las especies representadas en diversos contextos arqueológicos, una correcta asignación genérica y específicas es un paso necesario en cualquier investigación arqueológica y paleontológica, por lo que esta temática ha sido discutida intensamente desde momentos muy tempranos del desarrollo de ambas disciplinas (e.g. Cartajena 2009; Izeta 2006; Menegaz *et al.* 1988; Mengoni y Yacobaccio 2006; Pascual 1954; Pascual y Odreman Rivas 1973; Tonni y Politis 1980). Es por esto que se han efectuado diversas aproximaciones metodológicas con distintos elementos óseos, las que han logrado en mayor o menor grado entregar resultados satisfactorios al respecto. Una primera línea de trabajo intentó definir caracteres morfológicos dentarios, craneanos y post-craneanos propios de cada especie (e.g. López Aranguren 1930; Wheeler 1982; Benavente *et al.* 1993; Puig 1988), no obstante, muchos de ellos no contemplaron la amplia gama de variabilidad observada en poblaciones actuales, por lo que resultaron ser poco sólidos al ser contrastados con grandes muestras (Cartajena 2002).



Otro tipo de aproximación utilizada es el análisis de fibras de camélidos, la cual ha sido puesta a prueba en diversos contextos arqueológicos andinos y patagónicos (e.g. Reigadas 2012).

La determinación taxonómica a partir de análisis métricos entre los camélidos posee una larga data en arqueología (Wing 1972; Kent 1982). Esta se centró inicialmente en la diferenciación de las cuatro formas actuales, con el objeto de documentar el proceso de domesticación en el mundo andino (e.g. Kent 1982; Mengoni y Yacobaccio 2006). Desde la década de los setenta en adelante se han generado distintos protocolos de medidas, los que han sido adaptados de otros taxones, o bien generados a partir de la propia familia (Kent 1982; Cartajena 2002; Izeta 2004; L'Heureux 2008). Algunos de éstos han sido aplicados en distintos contextos del área andina (Noroeste argentino, Norte de Chile, Bolivia y Perú) y también en sectores extrandinios de las Sierras Centrales de Argentina, Cuyo y la Patagonia argentina y chilena (e.g. Gasco *et al.* 2011; Gil *et al.* 2011; L'Heureux 2005; 2007).

Recientemente se ha avanzado en la aplicación de la morfometría geométrica la cual en sus resultados preliminares no ha hecho más que confirmar aquellos obtenidos por la osteometría tradicional (L'Heureux y Hernández 2016).

Dentro del marco de esta tesis, buscamos seguir ampliando la mirada de los estudios de morfometría geométrica hacia un área que se estuvo desarrollando es estos años como morfometría tridimensional. Se viene desarrollando en varias áreas de investigación como, en la zoología (e.g. Hopkin y Peaterson 2016; Drake *at al.* 2017), la paleontología (e.g. Kulemeyer *et al.* 2009; Murat Maga *et al.* 2017), la arqueología (Selden Jr. *et al.* 2014), dentro de los estudios biológicos en general (Van der Niet *et al.* 2010) y en la zooarqueología (Evin *et al.* 2009; Owen *et al.* 2014; Fau *et al.* 2016). Entendiendo al uso de estas nuevas tecnologías como un instrumento del conocimiento sobre el patrimonio científico que confirman su gran utilidad como soporte, no solo de la investigación, sino también de la difusión patrimonial (Gómez Robles y Quirosa García 2009).

En este sentido el uso de una metodología probada en diversos ámbitos nos brindará modelos 3D que permitan a través de la medición de diversos índices

volumétricos observar patrones de similitud o diferencia entre diversos elementos óseos de camélidos. Se ha comprobado que en estos casos la morfometría geométrica posee propiedades estadísticas favorables, para estos tipos de estudios, donde se pueden utilizar diferentes características de los huesos para llevar a cabo los análisis morfométricos (Otárola-Castillo *et al.* 2018).

Esta metodología ya se está utilizando en diversas disciplinas y está siendo implementado cada vez en mayor medida en zooarqueología y paleontología (e.g. Carril *et al.* 2015; Herzlinger *et al.* 2017; Yravedra *et al.* 2017). El uso de diversas aproximaciones como la técnica de luz estructurada, la fotogrametría y la tomografía computada nos permitirán acceder a diferentes grados de definición de los modelos. En nuestro caso basaremos nuestro trabajo en la digitalización mediante la fotogrametría, sin desconocer los otros mecanismos que nos permite obtener resultados de imágenes tridimensionales.

Buscamos integrar estos procesos de digitalización con el fin de comprender la relación con el objeto digitalizado, su uso en investigaciones científicas y su relación con lo real (Boellstorff 2014). En particular para la zooarqueología, es importante la digitalización de colecciones de referencia, debido al exiguo acceso a esqueletos faunísticos de referencia para estudios comparativos, por lo que estas nuevas tecnologías pueden complementar, de algún modo, a las muestras de referencia, permitiendo llegar no solo a una identificación (Niven *et al.* 2009) sino también a una replicabilidad en los resultados obtenidos a través de análisis 3D (e.g. Carril *et al.* 2015; Owen *et al.* 2014).

#### 1.4.3 Antecedentes en el Valle de Ongamira

Desde los comienzos del desarrollo de la arqueología en Córdoba, los estudios de arqueofauna han cumplido un rol secundario en las investigaciones, aportando datos, por ejemplo, a temas generales como la interpretación de la economía de grupos cazadores recolectores y agricultores o la formación de los sitios arqueológicos (e.g. Medina *et al.* 2007; Izeta *et al.* 2014; Costa 2015; Mignino 2017; Mignino *et al.* 2018). Dentro de este contexto se destacaron a través del tiempo los trabajos de Ameghino hacia fines del siglo XIX, Montes, Castellanos, González y Pascual hasta mediados del siglo XX (ver citas en Cattáneo *et al.* 2013b). Avanzado el siglo XXI, Medina, Pastor y Rivero fueron

posicionando a la zooarqueología en la provincia de Córdoba, dando valor e importancia al registro faunístico (e.g. Medina y Rivero 2007; Medina *et al.* 2007) sumándose más tarde los aportes de Costa (2015, 2016), Izeta *et al.* (2014) y Mignino (2017), entre otros.

En el Valle de Ongamira (Figura 4), a principios del siglo XX, Aníbal Montes ubicó y describió el primer sitio arqueológico, y lo llamó Alero Deodoro Roca (ADR), estableció en él dos sectores; llegando a excavar 6 metros y una separación en cuatro estratos o pisos de ocupación. Allí encontró diferentes registros arqueológicos compuestos por numerosos fogones, cascaras de ñandú, valvas de moluscos, principalmente del género *Odontostomus*, como también abundante material lítico correspondiente a la roca del cuarzo (Montes 1943). Gracias a las investigaciones que realizó se pudo estimar una edad relativa para este sitio con una antigüedad *ca.* 5000 años y llegar a interpretar el estilo de vida de las comunidades cazadoras recolectoras en esta zona (Montes 1943).



*Figura 4. Vista general del Valle de Ongamira, Departamento Ischilín, Córdoba, Argentina.*

En los años cincuenta el Dr. Alberto Rex González junto con el Dr. Osvaldo Menghin volvió a excavar un sector del ADR que no había sido totalmente excavado por Montes. En esta oportunidad y a poca profundidad comenzaron a encontrar diferentes

materiales que mostraron el potencial del lugar. Por ejemplo, recuperaron huesos partidos producto de posibles actividades culinarias, valvas de caracoles terrestres, restos de fogones, como así también instrumentos líticos asociados a varios de los pasos de este proceso. En ese trabajo se interpretó la presencia de cuatro horizontes de ocupación humana (Menghin y González 1954). A cada horizonte se le asignó un marco cronológico relativo, basado en el análisis comparativo con los hallazgos realizados en otros sitios como Ayampitín (González 1960).

El proyecto actual que trabaja en el Valle de Ongamira, ha continuado profundizando los estudios bajo el ADR ampliando la información (Caminoa 2016; Cattáneo e Izeta 2011; Cattáneo *et al.* 2012; Cattáneo y Caminoa 2013; Costa *et al.* 2017; Izeta *et al.* 2014; Izeta *et al.* 2016; Mignino *et al.* 2018; Robledo 2016; Robledo *et al.* 2018; Brizuela 2018) y aplicando nuevos avances, entre ellos la excavación sistemática con la Matriz de Harris y la realización de fechados absolutos con carbono 14 (Cattáneo *et al.* 2013c; Cattáneo e Izeta 2016). Estos estudios, permitieron a la zooarqueología ser una de las áreas que continúa avanzando para lograr una interpretación de las sociedades cazadoras recolectoras de la zona (Costa *et al.* 2013; Costa 2015, 2016; Izeta *et al.* 2014; Mignino *et al.* 2014; Mignino 2017).

## Capítulo 2

## Capítulo 2

### Aspectos teóricos y metodológicos

#### 2.1 Fotogrametría

Esté técnica presenta desarrollo dentro de la generación de mapas en la topografía y la cartografía. En estas áreas la aplicación de tecnologías tridimensionales les permitía ver desde otra perspectiva las zonas de estudio y poder seguir trabajando desde el laboratorio con precisión y garantía de fidelidad. Alguno de los estudios en estas disciplinas son los estudios del suelo (e.g. Torres Prada *et al.* 2011; Balaguer Puig 2015), conservación de edificios o estudios de relevamientos en zonas urbanas (e.g. Feilden 1987; Motta Ávila 2014).

Dentro de la arqueología desde hace unos años la aplicación de técnicas tridimensionales está funcionando como un medio de conservación del patrimonio arqueológico (e.g. Izaguirre 2016; Charquero 2016). En particular dentro de la zooarqueología se comenzaron a aplicar el uso de escáner, microtomógrafo computado y fotogrametría (e.g. Niven *et al.* 2009; Evin *et al.* 2016).

Como ya dijimos anteriormente, la fotogrametría consiste en disponer de dos o más fotografías de un objeto tomadas desde diferentes perspectivas con el fin de obtener coordenadas tridimensionales de un objeto. Esta técnica ha permitido superar las limitaciones dentro de la digitalización por sus bajos costos, por sus modos de uso simple y fáciles de aprender (Almagro 2003).

Se pueden generar modelos 3D con cualquier imagen digital capturadas ya sea desde cámaras profesionales hasta con aquellas incorporadas a dispositivos móviles como celulares o tablets. Lo que se recomienda es el uso de cámaras réflex digitales (Charquero 2016), debido a la posibilidad de manejo total de variables a la hora de tomar fotografías. Sin duda controlar durante la sesión de fotos que la luz que reciba la cámara sea la misma asegurará una mejora en la obtención de los resultados, principalmente por su capacidad

de tomar fotografías con distancia hiperfocal (toda la fotografía enfocada) que otras cámaras no permiten.

En nuestro caso se trabajó con dos cámaras: una DSLR Nikon D5000 y DSLR Nikon D3300, ambas con lentes de 18-55mm y seleccionando el modo manual, por lo cual se tenía control total de los modos de captura de imagen en variables como la velocidad de captura, la apertura del diafragma y la sensibilidad ISO (Figura 5).

El ISO es la sensibilidad de la cámara a la luz. Cuanto más elevado sea el ISO se pueden obtener imágenes más nítidas en lugares con poca luz, en cambio en lugares de mayor cantidad de luz conviene trabajar con menores números del ISO (Pérez 2016). Para desarrollar las imágenes trabajamos con un ISO 100 que es el número más bajo que se pueden utilizar en estas cámaras (ver Figura 5).

Al hablar del control de la apertura de diafragma, hablamos de qué cantidad de luz permitimos que ingrese a la cámara de fotos, es por esto que cuanto más grande sea la apertura del obturador más luz ingresa, pero es más reducida el área de enfoque. A medida que aumentemos los números, más se cierra el diafragma permitiendo ingresar menor cantidad de luz, pero obteniendo una mayor área de enfoque (Pérez, 2016). En este caso utilizamos el diafragma en f/32- f/22 permitiéndonos trabajar con una distancia focal de la cámara que incluya el enfoque toda la pieza, en este caso las falanges, con las cuales estamos trabajando (ver Figura 5).

La distancia focal “es la distancia que existe entre el objetivo y el punto más próximo de foco aceptablemente nítido, cuando el objetivo está enfocando hacia el infinito. Cuando lo está para la distancia hiperfocal, la profundidad de campo se extiende desde la mitad de esta distancia hasta el infinito” (Langford *et al.* 2007). Esta distancia se calcula con una fórmula que depende de diferentes factores:

$$\mathbf{H}=(\mathbf{F}*\mathbf{F})/(\mathbf{f}*\mathbf{d})$$

“Donde **H** es la distancia hiperfocal, **F** es la distancia focal de tu objetivo, **f** la apertura del diafragma, y **d** el diámetro del círculo de confusión” (De Blois 2017).



Figura 5. Captura de la pantalla de la cámara. 1 velocidad de disparo; 2 apertura del diafragma; 3 ISO de la cámara.

Y por último en las cámaras de fotos podemos graduar la velocidad en la que la se captura la imagen, por lo tanto, el tiempo (segundos o milésimas de segundos) en que el obturado se abre permitiendo el ingreso de luz que determinamos con el obturador (Pérez, 2016). Esto permite de este modo dos efectos opuestos, si la velocidad es rápida, es decir los números son más altos, congela cualquier movimiento. En cambio, si la velocidad es lenta se podrá obtener largas estelas de luz, en el caso de que se estén moviendo los objetos iluminados (Pérez, 2016). En nuestro caso se utilizaron velocidades lentas ya que se trabajó en ambientes cerrados, donde la luz del ambiente fue controlada ya que la graduamos con reflectores que iluminaron la totalidad de las falanges sin generar sombras. En esta situación la luz debe ingresar a la cámara mediante una toma lenta de las fotos y por esto decidimos adquirir las imágenes utilizando una velocidad baja (Figura 5).

A los fines de evitar imágenes poco nítidas y que capture estelas de luz debido a movimiento se recomienda que la cámara dispare de modo automático o por medio de un control remoto. Para este trabajo creó un sistema *ad hoc* con un motor de precisión de paso a paso que gira cada 4 pasos ( $6.54^\circ$ ) en una vuelta completa de 50 pasos. Cada movimiento del sistema se realiza cada 26 segundos con el fin de lograr la estabilidad del objeto y la toma de una imagen lo más estática posible. Las cámaras fotográficas se encuentran conectadas a este sistema mediante el control de disparo alámbrico, al cual se



le cambia el control de disparo por una ficha plug 6.5 que se conecta al sistema paso a paso, de modo que cuando el motor gira, y luego que la pieza se estabilice, autoriza a la cámara a realizar la captura de la imagen (Figura 6).

Para poder trabajar con velocidades reducidas en la captura de las imágenes, buscamos que la cámara se encuentre en un trípode, para generar estabilidad (Figura 6).



*Figura 6. Técnica de fotogrametría. Captura de imágenes.*

En el espacio donde se tomaron las fotografías queríamos tener un control de la luz, en lo posible que la luz natural no influya, por lo tanto, colocamos dos luces que nos permitieran iluminar la pieza sin generar sombras. En un primer momento trabajamos con luces LED cálidas, pero el efecto de estas luces teñía los modelos de color amarillo. Después se cambió a las luces cálidas, por luces que combinan LEDs fríos y cálidos obteniendo una gama lo más parecido a una luz natural por lo tanto nos permitían obtener los modelos tridimensionales con un color semejante al natural (Figura 7).



*Figura 7. Sistema de fotogrametría armado.*

## 2.2 Modelos Tridimensionales

Un modelo digital tridimensional es una representación virtual de un objeto, el cual se manipula por medio de la computadora (Motta Ávila 2014). Debido al nivel de detalle y fidelidad de estos modelos podemos llegar a comprender la estructura del objeto original y sus características, llegando a concretar interpretaciones y generando una nueva forma de intercambiar la información (Tejado 2005). Siendo un elemento de gran valor para la antropología, paleontología y algunos otros campos relacionados.

La técnica de digitalización, es decir, creación de modelos tridimensionales que documentan y reproducen textura, volumen y color tangibles en la realidad se dividen en dos grupos, siguiendo a Duque Martínez y de Francisco Rodríguez (2015: 10):

Aquellos sistemas que necesitan un contacto directo con la pieza; y otros sistemas que no tienen contacto directo con

la pieza. Estas últimas se dividen en activas y pasivas. Son activas aquellas técnicas que tienen contacto con la superficie de la pieza trabajando con la emisión o proyección en forma de radar, láser o luz. Y los sistemas pasivos son aquellos en donde los sensores solo se limitan a recibir información, por ejemplo, las cámaras fotográficas.

Esta diversidad de formas de llevar a cabo, además de las actualizaciones y avances que va viviendo la técnica de reproducción tridimensional, busca mejorar la documentación en el campo de investigación (llevar a cabo un registro de las excavaciones o edificios para su preservación y conservación) y hacer más accesible, cercano y atractivo a la sociedad tanto los resultados científicos como así también los bienes patrimoniales (Duque Martínez y de Francisco Rodríguez 2015).

Son una nueva forma de trabajar con los datos dentro de la arqueología, ya que nos permite en la computadora observar el material de estudio, comparar las piezas, generar conciencia sobre el patrimonio, ampliar la divulgación de material científico, compartir modos de interpretación, obtener la identificación de objetos o técnicas de manufactura (en el caso de estudios cerámicos, óseos, líticos, etc.), llevar a cabo recorridos virtuales de museo o excavaciones arqueológicas, entre tantas cosas que comienzan a ser factibles gracias al trabajo con tecnología tridimensionales.

En nuestro caso los modelos tridimensionales nos sirven para generar una muestra comparativa virtual, compuesta por material arqueológico y de referencia, con el fin de evaluar los parámetros de comparación con otras colecciones arqueológicas. Permitiendo con estos estándares llegar a la identificación o a determinar la presencia de llamas y guanaco dentro del registro arqueológico.

### 2.3 Software para edición de imagen tridimensional

Según la Real Academia Española, un software es el conjunto de programas, instituciones y reglas informáticas que permiten ejecutar distintas tareas en una

computadora. Por lo tanto, abarca todas las aplicaciones informáticas, como, por ejemplo, procesadores de texto, planillas de cálculos, etc. (Pérez Porto 2008).

Para la creación de modelos tridimensionales utilizamos los programas Visual Structure from Motion System (VisualSFM), Meshlab o CloudCompare y Blender. Todos estos programas se encuentran dentro de lo que se conoce como software libre, su descarga y uso es gratuito y para los usuarios que lleven a cabo actividades de programación les permite mejorar o adaptar el sistema ya que la licencia es de código abierto.

Estos programas nos permiten generar a partir de imágenes digitales una nube de puntos que contiene como información el volumen y la colorimetría. Luego, se procesará esta nube de puntos obteniendo como resultado una malla poligonal. La característica del mallado es que se pueden editar las texturas, colores, tamaño y se puede recortar. Generalmente a las mallas se las guarda en formato OBJ o PLY, de igual modo existen otros formatos. Una vez obtenida la malla se puede renderizar la pieza, permitiéndonos observar una imagen fehaciente.

VisualSFM (Changchang Wu, 2011) es un programa que permite cargar todas las fotos capturadas (Figura 8A) y de modo automático calcula la distancia entre la cámara de fotos y el objeto, como también el ángulo en el cual se capturó la imagen generando una nube de punto inicial en donde se observan todas las tomas fotográficas (Figura 8B), además de una primera reconstrucción con una nube de puntos inicial (Figura 8C). Una vez calculado todo el ángulo comienza a hacer una comparación pixel por pixel de los puntos, anteriormente reconstruidos, buscando crear una nube de puntos densa (Figura 8D), la cual estará compuesta de información brindada por las fotografías como color; textura; geometría; que se guardará automáticamente en formato PLY. Este formato no solo se compone de la información que captura la nube de puntos, sino también la información de la ubicación de la cámara y la distancia en la cual fueron tomadas las fotos. Por lo tanto, el formato PLY se compone de un archivo de polígonos, diseñado para almacenar información tridimensional, incluyendo el color, coordenadas de textura y normales de superficie (Ávido y Vitores 2015).

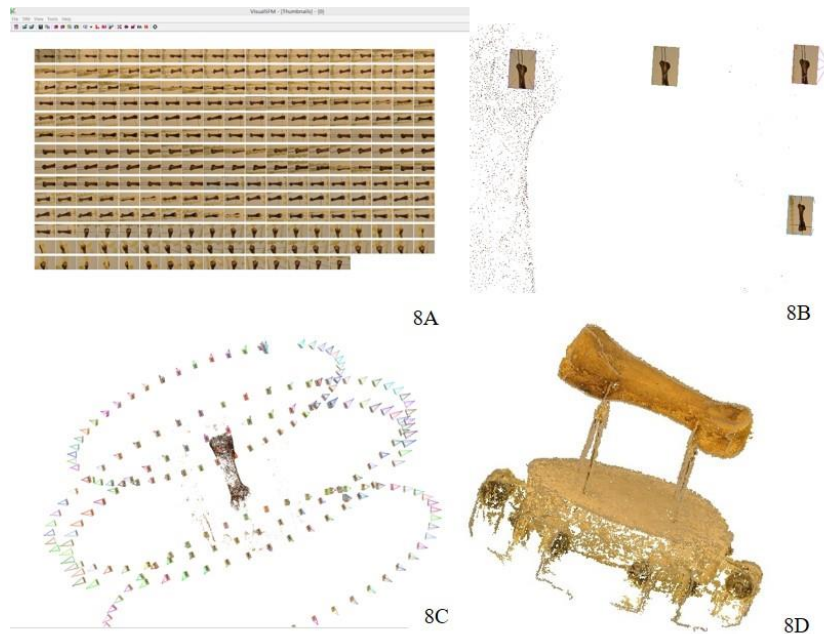


Figura 8. 8A selección de fotos en el programa VSFM; 8B posición de las fotografías con respecto a la nube de puntos; 8C primera nube de puntos; 8D nube de puntos densa. Todas las imágenes son tomadas del programa VSFM

El software CloudCompare (Girardeau-Montaut, 2006) y Meshlab (Cignoni et al. 2011) se utilizan para llevar a cabo la edición de la nube de puntos (Figura 9A) y generar un modelo 3D mallado (Figura 9B), donde los puntos servirán de referencia geométrica para crear un sistema 3D conformado por polígonos. Este modelo contiene la información del objeto y puede editarse su color, textura y forma. A diferencia de la nube densa de puntos, el mallado nos permite adquirir un modelo tridimensional sólido.

En particular el programa MeshLab nos permite, en el mallado, atribuirle un tamaño absoluto al objeto que permitirá luego ser medido. Además, posibilita si fuese necesario, disminuir los polígonos del modelo, reduciendo de este modelo el tamaño del objeto 3D. Para realizar lo que se denomina suavizado de la malla se utiliza un sistema de interpolación en donde podemos jugar con los números hasta obtener un modelo lo más cercano a la realidad que estamos observando.



*Figura 9. Imagen del programa MeshLab. 9A vista general de la nube de puntos; 9B falange primera mallada. Las dos imágenes corresponden a la Falange GMF2 de Molino Ferrarini, sitio ubicado en las Salinas Grandes de la Provincia de Córdoba*

Blender (Rosendaal et al. 1998) es un programa de código abierto que fue diseñado con la idea de trabajar y llevar a cabo la edición de modelos tridimensionales, por lo tanto, es considerado un programa de múltiples plataformas. En particular podemos llevar a cabo renderizaciones, modelados, animación, jugar con la iluminación de los objetos, como también con la posición de la cámara de observación, editar videos, personalizar objetos 3D ya creados, entre otras cosas (Duque Martínez y de Francisco Rodríguez, 2015).

### 2.3 Morfometría geométrica Tridimensional

Siguiendo Lawing y Polly (2009) entendemos a la morfometría geométrica como una técnica para el análisis de coordenadas geométricas de una estructura morfológica más que lineal, de áreas o variables volumétricas. Ya que tiene como fin la descripción cuantitativa de la forma en un espacio bidimensional o tridimensional, mediante el estudio entre los puntos denominados landmark, que son puntos de referencia en la morfometría del hueso (Charlin, 2016).

Es por esto que esta técnica nos permite determinar y analizar fenotipos de diferentes objetos con el fin de llegar a responder hipótesis desarrolladas. Ya que nos brinda datos sobre la geometría, teniendo en cuenta la orientación o escala, entre otras características (Van der Niet et al. 2010).

Dentro de la biología se ha incrementado rápidamente los estudios zoológicos ya que buscan abordar diferentes temáticas como, por ejemplo, las diferencias entre las

especies, el papel dentro del desarrollo de formación y la estabilidad (Lawing y Polly 2009, Van der Niet et al. 2010). Gracias a estas características comenzó a ampliarse el uso de la morfometría geométrica dentro de las ciencias, llegando a la paleontología (e.g. Hopkins y Pearson 2016) y la arqueología, particularmente dentro de los estudios de cerámica (e.g. Selden Jr. et al. 2014), material lítico (e.g. Herzlinger et al. 2017) y zooarqueología (e.g. Hanot et al. 2017).

La morfometría geométrica utiliza coordenadas cartesianas como característica comparable de los objetos y sus variables. La mayoría de los métodos de puntos de referencia, curvas o contornos, es decir los landmarks, en los objetos son nuevas variables que se analizan en un completo procedimiento de multivariantes, mientras que otros se transforman en una matriz de distancia (Lawing y Polly 2009).

Existen varios métodos para el análisis de curvas y contornos. El más común es denominado Procrustes, ya que este utiliza puntos de referencia que están alineados por una técnica que los traduce y escala en base a puntos de referencia para que tengan la misma orientación y tamaño (Lawing y Polly 2009).

Luego también está el análisis de Fourier esta usa funciones armónicas de seno y coseno para definir la posición de las coordenadas del contorno del objeto. Esta técnica se puede aplicar en objeto bidimensionales como también tridimensionales (Lawing y Polly 2009).

La técnica Eigenshape, este convierte los puntos de un contorno o curva en una lista de los ángulos de un punto en una serie, esta función es denominada phi. Se critica esta técnica ya que los puntos no son homólogos (Lawing y Polly 2009).

Para el análisis de superficies tridimensionales se desarrollaron hasta 2009 tres áreas, con tres enfoques:

- Una usa una combinación entre centros de referencia y semiligamas para poder así representar los objetos tridimensionales (Wiley et al. 2005, citado en Lawing y Polly 2009). Los puntos de referencia se superponen siguiendo la técnica

Procrustes y los puntos restantes se transforman junto con los otros para generar una imagen transformada (Lawing y Polly 2009).

- Un segundo enfoque es Eigensurface que reduce los datos de una superficie a una grilla compuesta por muchos puntos de superficie que están todos incluidos en el análisis como semilandmarks (MacLeod 2008, citado de Lawing y Polly 2009).
- El análisis armónico esférico de Fourier, es el tercer enfoque que funciona utilizando el seno y coseno para definir la posición de las coordenadas del objeto, del mismo modo que trabaja con las imágenes 2D (Styner et al. 2006; McPeck et al. 2008).

Estos tres tipos de variables nos permiten obtener las variables de coordenadas y a partir de ello poder trabajar con programas estadísticos multivariantes. Dentro de los cuales tenemos siguiendo a Lawing y Polly (2009):

- Análisis de componentes principales, un método para ordenar especímenes a lo largo del eje principal de variación y forma.
- Análisis de variables multivariantes, son pruebas de las diferentes medidas de un grupo de objetos.
- Análisis de variables canónicas y defunción discriminante, que busca las características que mejor diferencian entre los grupos y reagrupa según esa clasificación.
- Regresión multivariante, prueba la variación de las formas para asociar según las variables continuas.
- Mínimos cuadrados parciales de dos bloques, comprueba la asociación entre dos conjuntos de datos, formas o variables cuantitativas.
- Análisis de clúster que agrupa los objetos según las similitudes de formas, además incluye la reconstrucción de árboles UPGMA, incluye métodos nuevos como agrupar en conjuntos que tienen características en común o generación del árbol de máxima probabilidad



## Capítulo 3

## Capítulo 3

### La muestra de Estudio

#### 3.1 Muestra de estudio

La muestra de falanges proximales se compone de material de referencia actualístico procedente de la Salinas Grandes de la provincia de Córdoba, Laguna Blanca en la provincia de Catamarca y del Valle de Ongamira en la provincia de Córdoba depositados en el Instituto de Antropología de Córdoba (IDACOR-CONICET/Universidad Nacional de Córdoba). Por otro lado, se trabajó con una muestra de la colección arqueológica procedente del Valle de Ongamira, estas corresponden a la colección de Aníbal Montes y se encuentran, en la actualidad, en la Reserva Patrimonial del Museo de Antropología (FFyH – UNC) (Tabla 1).

La muestra de referencia se compone de ejemplares de *Lama guanicoe* (guanaco) y *Lama glama* (llama) las cuales nos permiten llevar a cabo la comparación con las falanges arqueológicas (Figura 10 y 11). Los guanacos corresponden al sitio Molino Ferrarini procedente de la comunidad El Chacho en las Salinas Grandes de Córdoba, fue recolectada por el Dr. Thiago Costa y estudiada por el Dr. Thiago Costa, el Dr. Andrés Izeta y el Dr. Fernando Barri (Costa e Izeta 2016, Costa y Barri 2018). Contando para este estudio con el modelo 3D de 4 falanges proximales.



Figura 10. Falange proximal de Guanaco de Salinas Grandes, Córdoba. Siglado GMF1.



*Figura 11. Falange proximal de Llama de Laguna Blanca, Catamarca. Siglado L-154.*

La incorporación de falanges proximales de guanacos del área central de Argentina es de interés ya que estas poblaciones son escasas y recientemente han comenzado a ser estudiadas sistemáticamente (Costa y Barri 2018, Geisa et al. 2018). En la actualidad son sectores reducidos donde se encuentran guanacos dentro de la provincia de Córdoba, particularmente en los matorrales cercanos a la depresión de las Salinas (Costa y Barri 2018, Costa et al. 2018) (Figura 12). La relevancia cultural que posee esta especie en la zona refleja una multiplicidad de valores simbólicos y económicos que persisten en la relación guanaco-humano (Manzano García y Costa 2017, Weihmüller et al. 2018).



*Figura 12. Guanacos dentro del paisaje de las Salinas Grandes, comunidad del Chacho, Córdoba, Argentina (tomado de Costa y Barri 2018).*

Las falanges proximales correspondientes a llamas, derivan de dos procedencias, por un lado, una llama de Ongamira, y otras ocho que proceden de Laguna Blanca dentro de la Provincia de Catamarca. La primera fue obtenida por el Dr. Costa y el resto por el Dr. Andrés Izeta.

Las colecciones de referencia utilizadas, para el desarrollo de esta tesis, se encuentran conservadas en contenedores donde observamos la totalidad de la carcasa del animal o una gran parte o algunos elementos que componen a los esqueletos. Lo que se realizó fue una selección de las falanges a fotografiar y se retiraron de esos contenedores con todos los huesos relacionados para no perder su asociación, ni pérdida de información (Figura 13). Esta separación se llevó a cabo ya que el equipo de fotogrametría se encuentra dentro de la Reserva Patrimonial y llevando las colecciones a este espacio nos permitía un control total de la muestra, desde las falanges proximales de referencia hasta las arqueológicas que se encontraban dentro de la Reserva Patrimonial.



*Figura 13. Acondicionamiento de la colección de Referencia para el traslado a la reserva.*

En la Reserva Patrimonial del Museo de Antropología, se encuentra la Colección Aníbal Montes, dentro de la Reserva C (Figura 14), la cual está compuesta por 509 especímenes óseos que fueron recuperadas en campañas arqueológicas llevadas a cabo dentro del sector A del Alero Deodoro Roca, ubicado en el Valle de Ongamira, en los años 1940, 1957 y 1958 (Costa 2015). Durante el año 2010 se realizaron análisis osteométricos sobre las falanges primeras de camélidos (Costa et al. 2011). Algunas de

las falanges utilizadas para llevar a cabo los estudios antes mencionados, son las utilizamos para replicar en el desarrollo de los modelos tridimensionales (Figura 15).



*Figura 14. Reserva C de la Reserva Patrimonial del Museo de Antropología, Facultad de Filosofía y Humanidades, UNC. Vista general de la zona donde se encuentra la Colección Montes.*



*Figura 15. Falange proximal de la Colección Aníbal Montes, resguardada dentro de la Reserva Patrimonial del Museo de Antropología.*

Tabla 1. Muestra de falanges proximales utilizadas para el desarrollo de esta tesis.

	Siglado	Procedencia	Tipo colección	Taxón	Elemento
1	GMF6	Salinas Grandes de Córdoba	Referencia	<i>Lama guanicoe</i>	PHF
2	GSG1	Salinas Grandes de Córdoba	Referencia	<i>Lama guanicoe</i>	PHF
3	GSG2	Salinas Grandes de Córdoba	Referencia	<i>Lama guanicoe</i>	PHF
4	GMF2	Salinas Grandes de Córdoba	Referencia	<i>Lama guanicoe</i>	PHF
5	Ll Ong 2 (L)	Ongamira	Referencia	<i>Lama glama</i>	PHF
6	L-81	Laguna Blanca-Catamarca	Referencia	<i>Lama glama</i>	PHF
7	L-155	Laguna Blanca-Catamarca	Referencia	<i>Lama glama</i>	PHF
8	L-155B	Laguna Blanca-Catamarca	Referencia	<i>Lama glama</i>	PHF
9	L-159	Laguna Blanca-Catamarca	Referencia	<i>Lama glama</i>	PHF
10	L-158	Laguna Blanca-Catamarca	Referencia	<i>Lama glama</i>	PHF
11	L-154	Laguna Blanca-Catamarca	Referencia	<i>Lama glama</i>	PHF
12	L-157	Laguna Blanca-Catamarca	Referencia	<i>Lama glama</i>	PHF
13	L-150-1	Laguna Blanca-Catamarca	Referencia	<i>Lama glama</i>	PHF
14	60-132 bolsa 09	Ongamira	Arqueo.	<i>Lama sp.</i>	PHF
15	60-132 bolsa 12	Ongamira	Arqueo.	<i>Lama sp.</i>	PHF
16	60-132 bolsa 14	Ongamira	Arqueo.	<i>Lama sp.</i>	PHF
17	60-132 bolsa 15	Ongamira	Arqueo.	<i>Lama sp.</i>	PHF
18	60-132 bolsa 17	Ongamira	Arqueo.	<i>Lama sp.</i>	PHF
19	60-132 bolsa 18	Ongamira	Arqueo.	<i>Lama sp.</i>	PHF
20	60-132 bolsa 20	Ongamira	Arqueo.	<i>Lama sp.</i>	PHF
21	60-132 bolsa 13	Ongamira	Arqueo.	<i>Lama sp.</i>	PHF
22	60-132 bolsa 21	Ongamira	Arqueo.	<i>Lama sp.</i>	PHF
23	60-132 bolsa 05	Ongamira	Arqueo.	<i>Lama sp.</i>	PHF

## Capítulo 4

## Capítulo 4

### Resultados

#### 4.1 Generación de modelos 3D a través de fotogrametría

Para adquirir fotografías que puedan ser utilizadas a través de fotogrametría para la construcción de modelos tridimensionales utilizamos un sistema con un motor de precisión de paso a paso. Este fue programado para realizar un giro cada  $6.54^\circ$ . Así en una vuelta que gira 50 pasos, cada vuelta completa se realiza en 26 segundos. Las cámaras fotográficas se encuentran conectadas a este sistema mediante el control de disparo alámbrico con una ficha plug 6.5 (Figura 16 y 17). De este modo la cámara de fotos captura la imagen cuando el sistema se lo habilita, logrando así una precisión completa.



*Figura 16. Sistema de motor paso a paso y cámaras fotográficas, sin el control de disparo automático.*





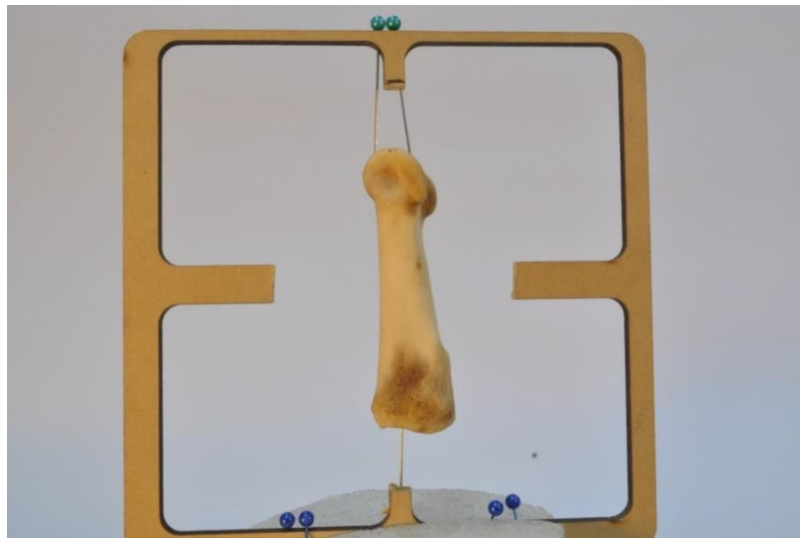
*Figura 17. Sistema de motor paso a paso y cámaras fotográficas, con el control de disparo automático.*

La primera dificultad con la que se presentó a la hora de fotografiar las falanges fue la necesidad que de reproducir toda la pieza y no se encontraba la forma de mantenerla en una posición en la cual no tocara la superficie del sistema con un motor de precisión de paso a paso. En primera instancia se trabajó con agujas de lana, que al ser gruesas se esperaba que sostuviera la falange sin dificultad. Con estas agujas se generó una cama para que la falange “flotara” y con ello llevar a cabo las fotografías y que se registró la totalidad de la pieza representada (Figura 18).



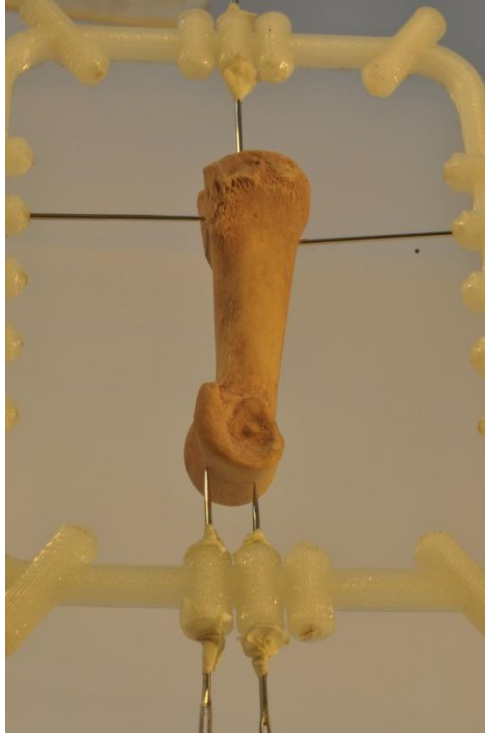
*Figura 18. Sistema de agujas para sostener a la falange flotando en la sesión de fotos.*

Este primer intento ofreció resultados favorables, pero en el momento de la edición se perdía mucha información al editar las agujas que debíamos eliminar del modelo. Es por esto que se buscó generar estructuras que intervinieran lo menos posible sobre las falanges, comenzando a trabajar con una estructura de tablero de fibra de densidad media (Fibrofácil) cortada a láser que sostenía a la falange por medio de unos alfileres de cabeza redonda que hacían tope en los bordes de esta estructura (Figura 19).



*Figura 19. Estructura de tablero de fibra de densidad media (Fibrofácil) cortada a láser y la falange colocada a presión sobre la estructura.*

El sistema de fibrofácil cortado a láser arrojó buenos resultados, pero la dificultad comenzó cuando se comenzó a desgastar el espacio donde estaban los alfileres, por lo que debíamos colocar cinta de papel para que los alfileres no se movieran. A partir de esto se diseñó un nuevo sistema para sostener las falanges, imprimiendo en la impresora 3D la nueva estructura en donde las agujas de lana con punta roma generan presión sobre la falange con el fin de sostenerse durante todo el recorrido del sistema de motor paso a paso (Figura 20). Este sistema fue el último que se generó y utilizó hasta el final de las fotografías tomadas en esta tesis.



*Figura 20. Estructura diseñada e impresa en 3D sosteniendo una falange primera con agujas de lana de punta roma.*

Para la toma de fotografías hubo dos instancias con la cámara fotográfica en donde en primer lugar no se contaba con el cable del disparador automático que se conectaba al sistema de motor paso a paso. Es por esto que se trabajó con una opción que ofrece la cámara DSRL Nikon D5000, en donde colocábamos la cantidad de segundos en los que debía disparar y la cantidad de fotografías que debía tomar en ese tiempo estimado (Figura 13). De este modo se cubrió la falta de disparador automático, pero de cada cincuenta fotos se superponían cuatro fotos con el movimiento del sistema, debiéndose descartar. Una vez incorporado al proceso el disparador automático dejó de existir esa dificultad ya que la cámara trabajaba en consonancia con el sistema de motor paso a paso (Figura 17).

En total en esta instancia se tomaron 4.336 fotos que corresponden a 23 falanges (Tabla 1). Las otras fueron descartadas por diferentes características, algunas fueron procesadas y los resultados no permitieron desarrollar el trabajo esperado, teniendo que llevar a cabo las sesiones de fotografías de nuevo. En otros casos el programa VisualSFM nos generaba un error en la nube de puntos, representando en el modelo final solo media falange por lo cual no se podía trabajar en su posterior edición. El error no se pudo determinar si era producto del mismo programa o de las fotografías tomadas.

## 4.2 Colección de Referencia Virtual

La colección virtual se encuentra compuesta por las falanges descritas en la Tabla 1. Esta colección presenta una serie de datos (Tabla 2) que son necesarios para conocer la composición tridimensional de los objetos (Figura 21).

GMF2: falange proximal de guanaco, perteneciente a la colección Molino Ferrarini procedente de la Salinas Grandes de la provincia de Córdoba. Esta falange se compone por una nube de puntos con un total de 21.332.261 vértices que se obtuvieron por el procesamiento de 214 fotografías. La malla final del objeto tridimensional es un archivo PLY de 53.161 KB (kilobits).

GMF6: falange proximal de guanaco, perteneciente a la colección Molino Ferrarini procedente de la Salinas Grandes de la provincia de Córdoba. Esta falange se compone por una nube de puntos con un total de 113.704 vértices que se obtuvieron por el procesamiento de 148 fotografías. La malla final de la falange es un archivo PLY de 13.368 KB.

Guanaco Salinas Grandes 1: Esta falange no poseía siglado por lo cual el nombre fue colocado a partir de este trabajo. Pertenece a la colección de Molino Ferrarini procedente de la Salinas Grandes de la provincia de Córdoba. Se compone de una nube de puntos con un total de 1.795.793 vértices que se obtuvieron por el procesamiento de 262 fotografías. La malla final de la falange es un archivo PLY de 219.992 KB.

Guanaco Salinas Grandes 2: Esta falange no poseía siglado por lo cual el nombre fue colocado a partir de este trabajo. Pertenece a la colección de Molino Ferrarini procedente de la Salinas Grandes de la provincia de Córdoba. Se compone de una nube de puntos con un total de 1.938.192 vértices que se obtuvieron por el procesamiento de 267 fotografías. La malla final de la falange es un archivo PLY de 231.132 KB.

L-81: Falange proximal de una llama procedente Laguna Blanca, provincia de Catamarca. Se compone de una nube de puntos con un total de 291.654 vértices que se

obtuvieron por el procesamiento de 119 fotografías. La malla final de la falange es un archivo PLY de 47.238 KB.

L-150-1: Falange proximal de una llama procedente Laguna Blanca, provincia de Catamarca. Se compone de una nube de puntos con un total de 1.929.284 vértices que se obtuvieron por el procesamiento de 265 fotografías. La malla final es un archivo PLY de 241.568 KB.

L-154: Falange proximal de una llama procedente de Laguna Blanca, provincia de Catamarca. Se compone de una nube de puntos con un total de 811.436 vértices que se obtuvieron por el procesamiento de 191 fotografías. La malla final de la falange es un archivo PLY de 91.804 KB.

L-155: Falange proximal de una llama procedente de Laguna Blanca, provincia de Catamarca. Se compone de una nube de puntos con un total de 313.298 vértices que se obtuvieron por el procesamiento de 206 fotografías. La malla final de la falange es un archivo PLY de 38.261 KB.

L-155B: Falange proximal de una llama procedente de Laguna Blanca, provincia de Catamarca. Se compone de una nube de puntos con un total de 881.882 vértices que se obtuvieron por el procesamiento de 262 fotografías. La malla final de la falange es un archivo PLY de 38.261 KB.

L-157: Falange proximal de una llama procedente de Laguna Blanca, provincia de Catamarca. Se compone de una nube de puntos con un total de 457.838 vértices que se obtuvieron por el procesamiento de 154 fotografías. La malla final de la falange es un archivo PLY de 44.747 KB.

L-158: Falange proximal de una llama procedente de Laguna Blanca, provincia de Catamarca. Se compone de una nube de puntos con un total de 273.079 vértices que se obtuvieron por el procesamiento de 118 fotografías. La malla final de la falange es un archivo PLY de 33.472 KB.

L-159: Falange proximal de una llama procedente de Laguna Blanca, provincia de Catamarca. Se compone de una nube de puntos con un total de 234.776 vértices que

se obtuvieron por el procesamiento de 117 fotografías. La malla final de la falange es un archivo PLY de 29.049 KB.

Llama Ong. 2 (L): Falange proximal de llama procedente del Valle de Ongamira, provincia de Córdoba. Se compone de una nube de puntos con un total de 1.631.985 vértices que se obtuvieron por el procesamiento de 262 fotografías. La malla final de la falange es un archivo PLY de 216.730 KB.

60-132 bolsa 05: Falange proximal correspondiente a la colección arqueológica de Aníbal Montes, procedentes del Valle de Ongamira en la provincia de Córdoba. No se puede decir con exactitud si corresponde a llama o guanaco. Se compone de una nube de puntos con un total de 1.099.240 vértices que se obtuvieron por el procesamiento de 253 fotografías. La malla final de la falange es un archivo PLY de KB.

60-132 bolsa 9: Falange proximal correspondiente a la colección arqueológica de Aníbal Montes, procedente del Valle de Ongamira en la provincia de Córdoba. No se puede decir con exactitud si corresponde a llama o guanaco. Se compone de una nube de puntos con un total de 741.417 vértices que se obtuvieron por el procesamiento de 151 fotografías. La malla final de la falange es un archivo PLY de 92.889 KB.

60-132 bolsa 12: Falange proximal correspondiente a la colección arqueológica de Aníbal Montes, procedentes del Valle de Ongamira, provincia de Córdoba. No se puede decir con exactitud si corresponde a llama o guanaco. Se compone de una nube de puntos con un total de 900.494 vértices que se obtuvieron por el procesamiento de 150 fotografías. La malla final de la falange es un archivo PLY de 12.716 KB.

60-132 bolsa 13: Falange proximal correspondiente a la colección arqueológica de Aníbal Montes, procedente del Valle de Ongamira, provincia de Córdoba. No se puede decir con exactitud si corresponde a llama o guanaco. Se compone de una nube de puntos con un total de 535.253 vértices que se obtuvieron por el procesamiento de 151 fotografías. La malla final de la falange es un archivo PLY de 51.937 KB.

60-132 bolsa 14: Falange proximal correspondiente a la colección arqueológica de Aníbal Montes, procedentes del Valle de Ongamira, provincia de Córdoba. No se

puede identificar con exactitud si corresponde a llama o guanaco. Se compone de una nube de puntos con un total de 891.399 vértices que se obtuvieron por el procesamiento de 151 fotografías. La malla final es un archivo PLY de 130.893 KB.

60-132 bolsa 15: Falange proximal correspondiente a la colección arqueológica de Aníbal Montes, procedentes del Valle de Ongamira, provincia de Córdoba. No se puede decir con exactitud si corresponde a llama o guanaco. Se compone de una nube de puntos con un total de 1.106.026 vértices que se obtuvieron por el procesamiento de 211 fotografías. La malla final es un archivo PLY de 128.568 KB.

60-132 bolsa 17: Falange proximal correspondiente a la colección arqueológica de Aníbal Montes, procedente del Valle de Ongamira, provincia de Córdoba. No se puede decir con exactitud si corresponde a llama o guanaco. Se compone de una nube de puntos con un total de 846.369 vértices que se obtuvieron por el procesamiento de 149 fotografías. La malla final es un archivo PLY de 117.713 KB.

60-132 bolsa 18: Falange proximal correspondiente a la colección arqueológica de Aníbal Montes, procedente del Valle de Ongamira, provincia de Córdoba. No se puede decir con exactitud si corresponde a llama o guanaco. Se componen de una nube de puntos con un total de 817.463 vértices que se obtuvieron por el procesamiento de 150 fotografías. La malla final es un archivo PLY de 93.985 KB.

60-132 bolsa 20: Falange proximal correspondiente a la colección arqueológica de Aníbal Montes, procedentes del Valle de Ongamira, provincia de Córdoba. No se puede decir con exactitud si corresponde a llama o guanaco. Se compone de una nube de puntos con un total de 995.442 vértices que se obtuvieron por el procesamiento de 244 fotografías. La malla final es un archivo PLY de 22.661 KB.

60-132 bolsa 21: Falange proximal correspondiente a la colección arqueológica de Aníbal Montes, procedente del Valle de Ongamira, provincia de Córdoba. No se puede decir con exactitud si corresponde a llama o guanaco. Se compone de una nube de puntos con un total de 717.289 vértices que se obtuvieron por el procesamiento de 111 fotografías. La malla final es un archivo PLY de 82.841 KB.

Tabla 2. Colección virtual, material arqueológico y de referencia. Características propias del material 3D.

Código	Taxón	# fotos	Nube de puntos	Tamaño del archivo (en KB)	Link del objeto
GMF2	<i>Lama guanicoe</i>	244	21.332.261	53,161	<a href="http://suquia.ffyh.unc.edu.ar/handle/suquia/2905">http://suquia.ffyh.unc.edu.ar/handle/suquia/2905</a>
GMF6	<i>Lama guanicoe</i>	148	113.704	13,368	<a href="http://suquia.ffyh.unc.edu.ar/handle/suquia/2904">http://suquia.ffyh.unc.edu.ar/handle/suquia/2904</a>
GSG1	<i>Lama guanicoe</i>	262	1.795.793	219,992	<a href="http://suquia.ffyh.unc.edu.ar/handle/suquia/2906">http://suquia.ffyh.unc.edu.ar/handle/suquia/2906</a>
GSG2	<i>Lama guanicoe</i>	267	1.938.192	231,132	<a href="http://suquia.ffyh.unc.edu.ar/handle/suquia/2907">http://suquia.ffyh.unc.edu.ar/handle/suquia/2907</a>
L-81	<i>Lama glama</i>	119	291.654	47,238	<a href="http://suquia.ffyh.unc.edu.ar/handle/suquia/2925">http://suquia.ffyh.unc.edu.ar/handle/suquia/2925</a>
L-150-1	<i>Lama glama</i>	265	1.929.284	241,568	<a href="http://suquia.ffyh.unc.edu.ar/handle/suquia/2909">http://suquia.ffyh.unc.edu.ar/handle/suquia/2909</a>
L-154	<i>Lama glama</i>	191	811.436	91,804	<a href="http://suquia.ffyh.unc.edu.ar/handle/suquia/2910">http://suquia.ffyh.unc.edu.ar/handle/suquia/2910</a>
L-155	<i>Lama glama</i>	206	313.298	39,261	<a href="http://suquia.ffyh.unc.edu.ar/handle/suquia/2911">http://suquia.ffyh.unc.edu.ar/handle/suquia/2911</a>
L-155B	<i>Lama glama</i>	262	881.922	39,261	<a href="http://suquia.ffyh.unc.edu.ar/handle/suquia/2921">http://suquia.ffyh.unc.edu.ar/handle/suquia/2921</a>
L-157	<i>Lama glama</i>	154	457.838	44,747	<a href="http://suquia.ffyh.unc.edu.ar/handle/suquia/2922">http://suquia.ffyh.unc.edu.ar/handle/suquia/2922</a>
L-158	<i>Lama glama</i>	118	273.079	33,472	<a href="http://suquia.ffyh.unc.edu.ar/handle/suquia/2923">http://suquia.ffyh.unc.edu.ar/handle/suquia/2923</a>
L-159	<i>Lama glama</i>	117	234.776	29,049	<a href="http://suquia.ffyh.unc.edu.ar/handle/suquia/2924">http://suquia.ffyh.unc.edu.ar/handle/suquia/2924</a>
LLONG2	<i>Lama glama</i>	262	1.631.985	216,730	<a href="http://suquia.ffyh.unc.edu.ar/handle/suquia/2908">http://suquia.ffyh.unc.edu.ar/handle/suquia/2908</a>
60-132-5	<i>Lama sp.</i>	253	1099240	125.985	<a href="http://suquia.ffyh.unc.edu.ar/handle/suquia/2898">http://suquia.ffyh.unc.edu.ar/handle/suquia/2898</a>
60-132-9	<i>Lama sp.</i>	151	741.417	92,889	<a href="http://suquia.ffyh.unc.edu.ar/handle/suquia/2897">http://suquia.ffyh.unc.edu.ar/handle/suquia/2897</a>
60-132-12	<i>Lama sp.</i>	150	900.494	12,716	<a href="http://suquia.ffyh.unc.edu.ar/handle/suquia/2896">http://suquia.ffyh.unc.edu.ar/handle/suquia/2896</a>
60-132-13	<i>Lama sp.</i>	151	535.253	51,837	<a href="http://suquia.ffyh.unc.edu.ar/handle/suquia/2895">http://suquia.ffyh.unc.edu.ar/handle/suquia/2895</a>
60-132-14	<i>Lama sp.</i>	151	891.399	130,893	<a href="http://suquia.ffyh.unc.edu.ar/handle/suquia/2894">http://suquia.ffyh.unc.edu.ar/handle/suquia/2894</a>
60-132-15	<i>Lama sp.</i>	211	1.106.026	128,568	<a href="http://suquia.ffyh.unc.edu.ar/handle/suquia/2899">http://suquia.ffyh.unc.edu.ar/handle/suquia/2899</a>
60-132-17	<i>Lama sp.</i>	149	846.369	117,713	<a href="http://suquia.ffyh.unc.edu.ar/handle/suquia/2900">http://suquia.ffyh.unc.edu.ar/handle/suquia/2900</a>
60-132-18	<i>Lama sp.</i>	150	817.463	93,985	<a href="http://suquia.ffyh.unc.edu.ar/handle/suquia/2901">http://suquia.ffyh.unc.edu.ar/handle/suquia/2901</a>
60-132-20	<i>Lama sp.</i>	244	995.442	22,661 KB	<a href="http://suquia.ffyh.unc.edu.ar/handle/suquia/2902">http://suquia.ffyh.unc.edu.ar/handle/suquia/2902</a>
60-132-21	<i>Lama sp.</i>	111	717.289	82,841 KB	<a href="http://suquia.ffyh.unc.edu.ar/handle/suquia/2903">http://suquia.ffyh.unc.edu.ar/handle/suquia/2903</a>



Figura 21. Vista general del modelo tridimensional en la web.



### 4.3 Software para la edición de imagen

VisualSFM es un software que únicamente busca en las fotografías cargadas los puntos de coincidencia (Figura 22 y 23) y reconstruye la imagen mediante una nube de puntos que será guardada en formato PLY (Figura 24) y las fotografías que no tengan puntos de coincidencias las apartará de la reconstrucción permitiendo al usuario la eliminación de esas fotos. De este modo VisualSFM dio como resultado la nube de punto de las 23 falanges fotografiadas.

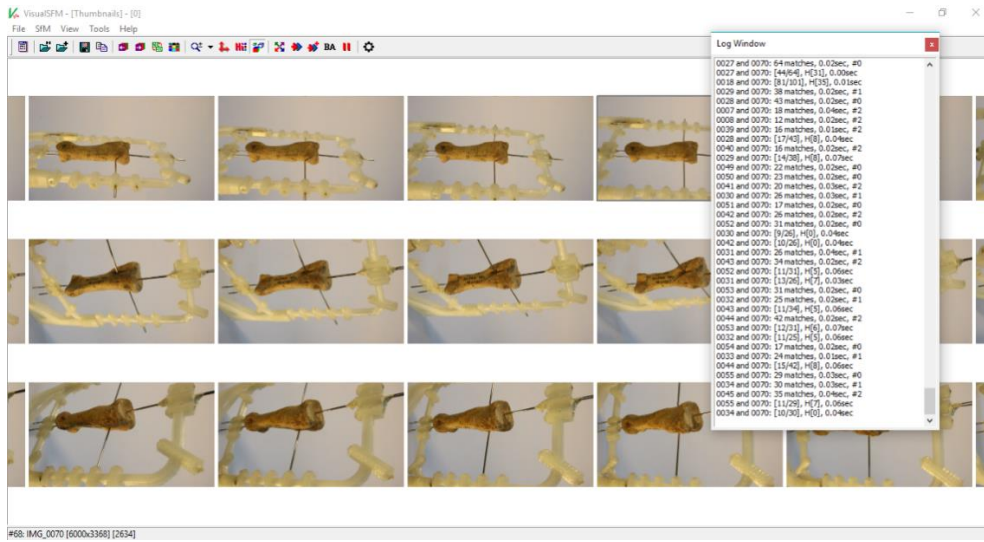


Figura 22. Clasificación y análisis del programa VisualSFM sobre cada una de las fotos.

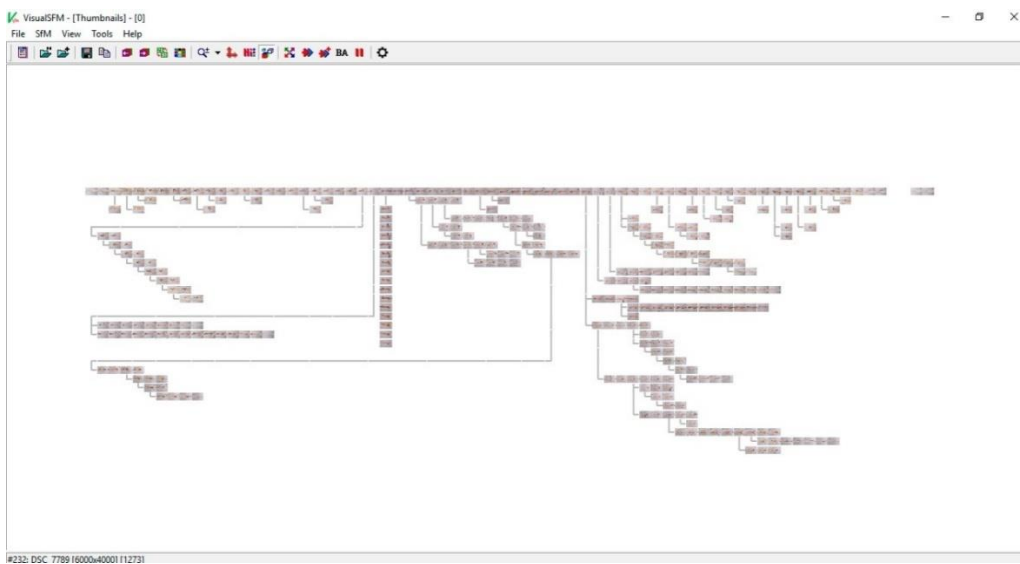


Figura 23. Relación de puntos que genera VisualSFM a partir de las imágenes analizadas.

VisualSFM tiene la característica de complementarse con otros programas (Bevan *et al.* 2014) como MeshLab o CloudCompare permitiendo editar las 23 nubes de puntos (Figura 25), buscando generar una malla, por cada falange, con las características que estamos buscando (Figura 26). Luego procedemos a colocarle las medidas absolutas a la falange, de modo tal que nos permita realizar las mediciones necesarias para llevar a cabo los estudios de morfometría 3D (Figura 27).

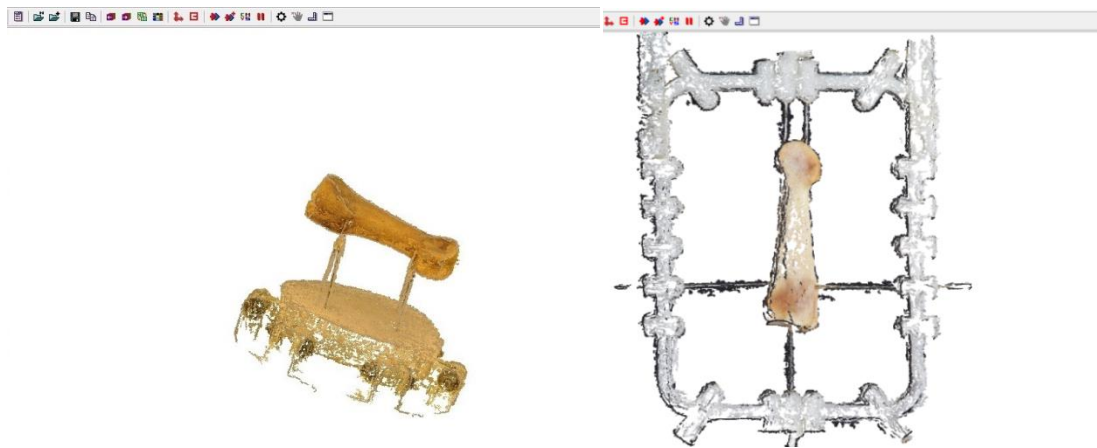


Figura 24. Nubes de puntos densa que genera VisualSFM. En esta figura podemos observar dos de los soportes que utilizamos para la digitalización.

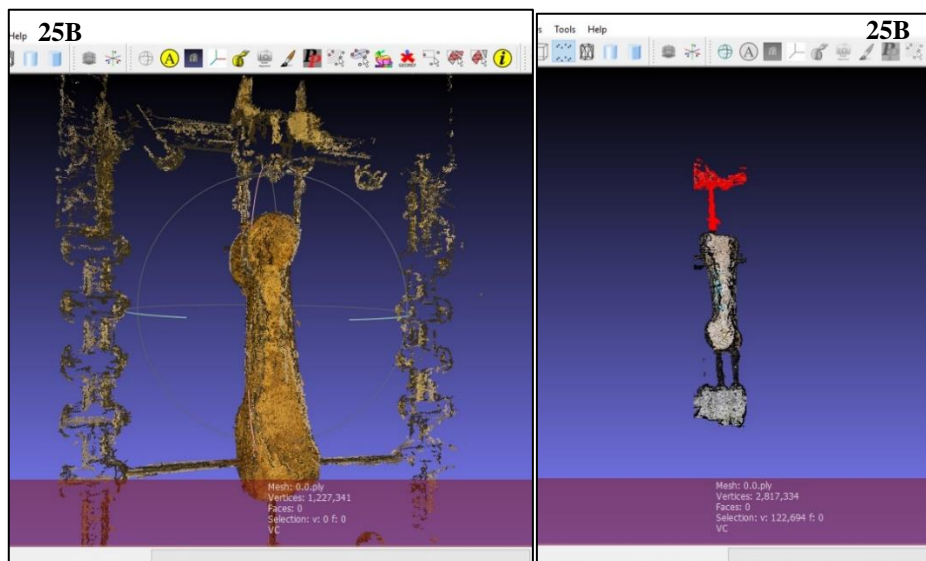


Figura 25. Edición de la nube de puntos. En la figura 25A observamos la malla generada por el programa VisualSFM y en la figura 25B la edición de la nube de puntos mediante el recorte de los puntos que no consideramos necesarios.

A partir de estos dos programas se pudo generar la muestra de referencia virtual que se encuentra compuesta por un total de veintitrés falanges tridimensionales. Una vez obtenido la totalidad de la muestra se comenzaron a subir a la web con una base informativa que contiene las 15 medidas osteométricas, como también, procedencia de la pieza, entre otros datos (<https://suquia.ffyh.unc.edu.ar/handle/suquia/2893>). Toda la información se encuentra cargada en una base de acceso abierto, en este caso trabajamos dentro del repositorio Suquia (<https://suquia.ffyh.unc.edu.ar/>), con el fin que los usuarios interesados puedan adquirirlas.

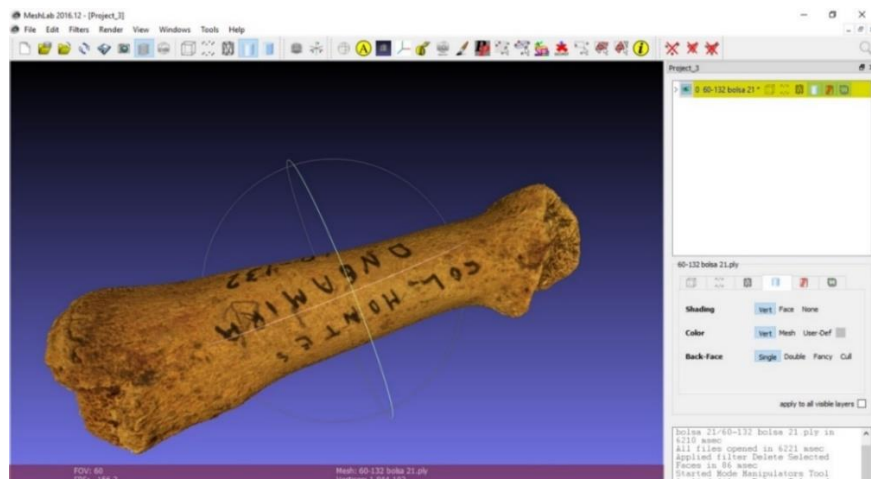


Figura 26. Falange ya mallada y editada en MeshLab.

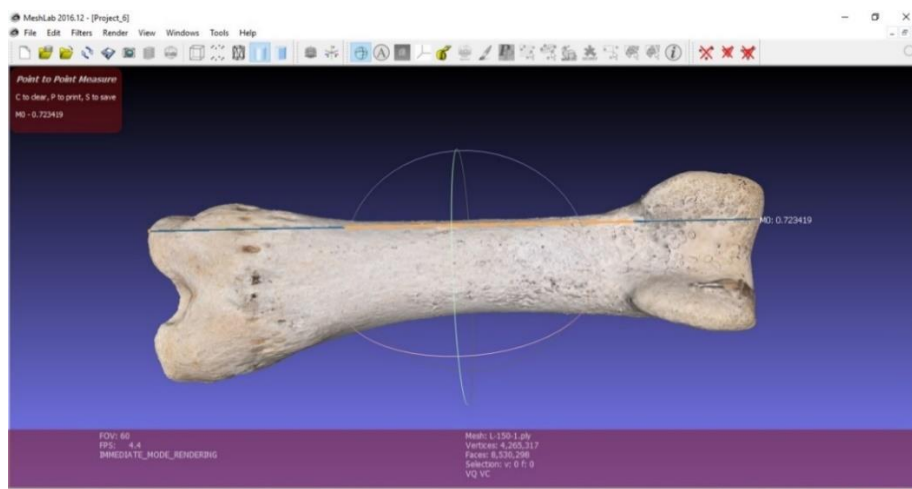


Figura 27. Medidas tomadas a partir del programa MeshLab para la realización de morfometría 3D.

Sin dejar de lado y para poder obtener imágenes de calidad trabajamos con Blender, se utilizó para la visualización de los modelos ya que nos permitió variar la iluminación y la posición de la cámara, permitiéndonos darle la orientación deseada a la falange.

#### 4.4 Morfometría tridimensional

##### 4.4.1 Osteometría Virtual

Una vez obtenidos los modelos de las falanges en tres dimensiones comenzamos a parametrizarlas (asignarles medidas absolutas), de este modo la pieza virtual va a ser una pieza que represente de manera fiel las dimensiones físicas del objeto.

Para esto tomamos las medidas calculadas por Izeta (2004), Izeta (2010) y por Costa (2015), las cuales mediante una regla de tres simple nos permitieron calcular el tamaño de la falange virtual. Dentro de esta base de datos, nos faltaron las medidas de cinco falanges las cuales fueron sometidas a osteometría tradicional siguiendo las 15 variables propuestas por Izeta y colaboradores (2012) (Tabla 3) con el fin de caracterizar su tamaño real y luego parametrizar las virtuales, estableciendo un 0.009% de variación entre las medidas tomadas.

Las falanges L-81, L-150-1 proceden de la colección de referencia de Laguna Blanca de la provincia de Catamarca; además dos falanges sin número correspondientes a la Salinas Grandes de la Provincia de Córdoba; y por último tres falanges 60-132-09, 60-132-17 y 60-132-20 correspondientes a la Colección Motes procedentes del Alero Deodoro Roca de la localidad de Ongamira.

Tabla 3. Valores métricos y medidas geométricas tradicionales de falanges proximales.

Código	L-81	L-150-1	60-132-09	60-132-20	60-132-05	60-132-17	GSG1	GSG2	
Variables	1	76,19	72,48	66,39	68,47	67,7	65,53	86,82	86,69
	2	75,16	71,04	64,8	67,53	67,12	63,36	85,71	87,32
	3	70,91	66,99	62,36	64,51	64,16	61,49	81,82	82,24
	4	21,55	21,36	21,78	20,76	23,06	20,58	26,9	27,72
	5	22	20,15	22,13	21,22	23,78	20,04	23,36	25,22
	6	21,1	21,12	20,99	19,46	21,57	20,53	25,63	25,29

7	19,51	17,98	18,36	18,34	18,24	18,84	24,05	24,14
8	20,27	19,69	20,17	19,37	20,33	19,91	24,47	23,75
9	13,53	12,58	13,86	13,1	13,22	12,61	14,46	14,71
10	15,25	14,49	14,69	13,51	12,22	12,85	18,32	18,43
11	14,58	12,15	13,02	13,19	12,3	12,75	13,91	14,08
12	11,63	10,75	10,24	10,27	10,48	11,21	12,82	13,44
13	17,91	17,55	16,58	18,04	17,53	15,88	20,51	20,52
14	17,85	16,67	14,61	15,92	14,54	15,14	18,8	19,86
15	14,69	11,98	12,62	13,78	12,15	12,73	15,39	14,96

Luego de haber registrado diversos valores métricos a partir de distintas variables continuas, se realizó un análisis osteométrico de las falanges a nivel virtual. Para ello tomamos las 15 variables propuestas por Izeta y colaboradores (2012). Estas quince medidas se tomaron tres veces y luego se promediaron los valores (Tabla 4). Las tres medidas tomadas permitieron calcular la variación del observador a la hora de tomar cada una de las medidas, permitiendo establecer un 0.007% de variación entre las medidas tomadas en cada una de las 15 variables medidas.

Tabla 4. Valores métricos de falanges proximales obtenidas a partir de los modelos digitales. Taxón: G=Guanaco; LL=Llama; LS=Lama sp. Todos los datos obtenidos pro Bernarda Conte

Taxón	Código actual	Medidas															D/T
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
G	GMF2	76,01	74,00	71,42	24,37	23,20	22,81	22,24	23,28	14,33	13,45	14,15	11,33	18,14	16,19	14,18	T
G	GMF6	76,20	74,06	73,35	24,54	23,47	22,52	21,70	22,45	14,36	13,29	14,47	12,05	17,97	15,97	13,73	T
LL	L-155	72,47	70,93	69,33	21,73	20,68	20,15	18,06	19,70	13,19	15,46	12,88	10,92	18,13	17,10	12,66	D
LL	L-155B	71,86	73,16	69,70	21,69	21,43	20,44	17,60	18,73	12,28	15,27	12,60	10,82	18,23	16,97	12,79	D
LL	L-157	72,10	74,68	70,97	20,75	20,87	21,11	19,03	21,47	14,29	15,35	13,60	11,74	16,87	15,21	14,01	D
LL	L-158	73,21	69,32	69,75	21,05	21,60	21,03	19,10	22,28	12,55	14,86	11,70	10,72	17,45	13,86	12,75	D
LL	L-159	78,58	80,00	77,34	25,49	23,77	22,72	19,24	19,71	13,51	15,31	14,37	11,50	19,38	17,61	14,25	D
LL	LlOng 2 (L)	71,14	70,32	68,50	21,84	20,05	21,41	18,32	20,25	13,68	14,83	13,64	11,21	15,95	15,13	12,26	T
LL	L-154	70,21	69,67	67,89	20,79	20,21	19,99	18,11	18,96	12,55	14,14	13,17	11,13	17,48	16,87	13,08	D
LL	L-81	75,59	75,58	73,45	22,53	20,74	21,68	20,03	20,68	14,67	15,95	15,16	11,93	18,52	17,68	15,20	D
LL	L-150-1	71,79	69,61	67,44	21,80	18,99	21,80	17,44	18,84	12,69	15,63	12,44	12,02	16,9	15,49	11,81	D
LS	60-132-09	66,60	65,52	63,51	22,87	21,69	22,91	18,48	20,41	14,90	15,25	12,93	10,59	16,75	14,41	12,70	T
LS	60-132-12	72,24	70,95	68,38	22,88	20,49	21,20	18,96	20,05	15,89	14,76	14,42	11,72	18,54	16,47	14,50	T
LS	60-132-13	70,56	71,18	67,68	22,67	21,76	21,81	20,93	21,76	14,12	16,42	14,81	12,11	18,56	15,92	13,51	D
LS	60-132-14	68,85	68,16	66,11	21,34	20,96	20,85	18,30	20,02	14,40	15,25	13,45	11,27	17,93	15,37	13,73	T
LS	60-132-15	68,74	70,48	67,63	20,70	20,40	20,50	18,95	20,82	13,97	15,63	19,22	11,78	17,19	15,5	13,60	D
LS	60-132-18	67,44	68,17	64,59	21,39	21,97	20,24	17,85	20,47	14,01	13,90	14,03	10,44	16,56	15,07	12,69	D
LS	60-132-20	68,91	68,73	65,12	22,11	21,14	20,19	18,45	19,68	13,04	13,21	13,55	10,69	18,58	16,71	13,97	T
LS	60-132-05	68,68	68,67	66,81	22,29	21,45	21,23	20,05	21,02	13,61	13,66	13,59	11,00	17,96	15,74	13,95	T
LS	60-132-17	64,94	63,60	62,93	21,39	20,01	19,78	18,89	19,87	11,88	13,24	13,41	11,04	15,87	15,12	12,30	D
G	GSG1	87,49	86,42	83,75	28,77	27,38	25,69	23,35	24,09	16,14	19,97	15,84	13,42	19,99	19,28	15,99	D
G	GSG2	84,75	84,33	81,79	27,03	23,32	25,77	23,58	24,10	14,43	18,14	14,36	13,10	20,47	18,44	15,52	D
LS	60-132-21	65,88	65,55	62,48	-	-	-	16,75	18,33	11,72	14,40	11,96	10,21	-	12,18	11,53	T

A partir de estos valores se llevaron a cabo dos análisis que se desarrollan dentro de la osteometría tradicional con el fin de poner a prueba la fidelidad de las relaciones entre las variables observado en los métodos utilizados con frecuencia. Uno de los análisis que se realizó fue el análisis de componentes principales y por otro lado análisis de conglomerados (Izeta 2007; Costa 2015; Costa e Izeta 2016). A los fines de obtener resultados más ajustados estos dos análisis se llevaron a cabo separando los elementos según a la pertenencia a los apéndices delanteros o traseros siguiendo la metodología descrita por Kent (1982) y adaptada por Izeta (2007).

#### 4.4.1.1. Análisis de componentes principales

Con respecto a los resultados del análisis de componentes principales (APC) sobre falanges proximales delanteras de camélidos se observa una clara diferencia entre los guanacos de las Salinas Grandes de Córdoba que se agrupan del lado derecho de la figura con respecto a las llamas de Catamarca y los ejemplares recuperados de la colección de Montes del sitio ADR (Figura 28). Esta diferencia puede observarse a partir del Componente 1 que expresa una varianza del 90%. Con una varianza menor (3%) los ejemplares de la colección Montes se diferencian de los elementos correspondientes a las llamas de Catamarca que se encuentran en el cuadrante inferior de la figura del lado izquierdo y solo dos de los ejemplares se ubican del lado derecho.

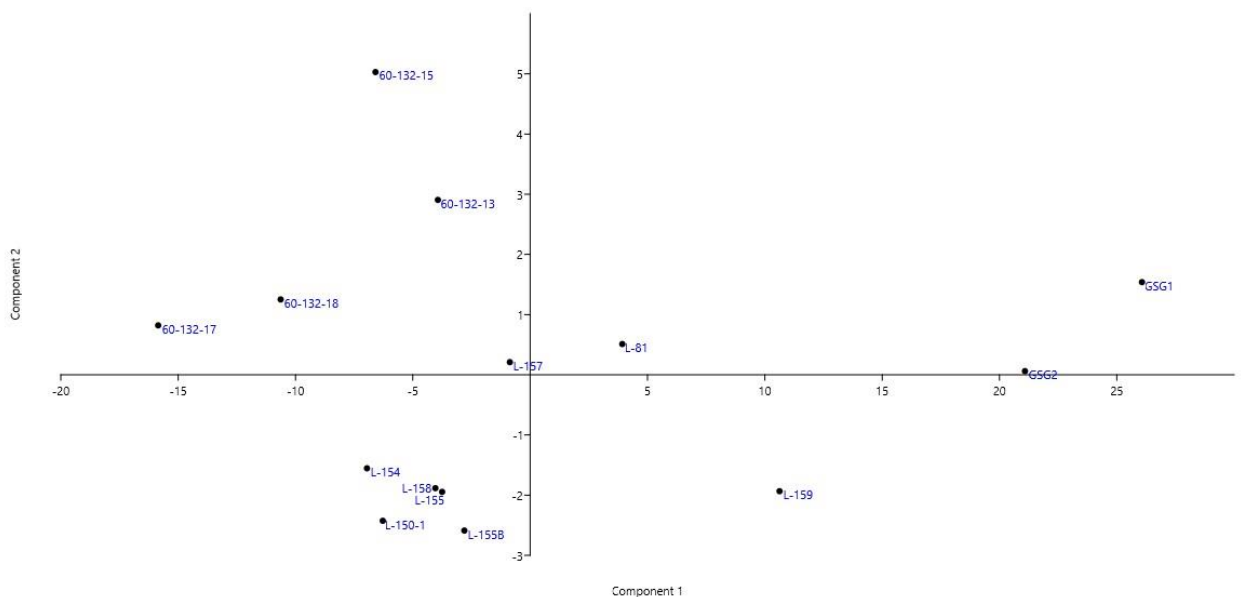


Figura 28. Análisis de componentes principales (apéndices delanteros).

<b>PC</b>	<b>Autovalor</b>	<b>% Varianza</b>
<b>1</b>	138.6700000	90.8990000
<b>2</b>	4.9803300	3.2647000
<b>3</b>	3.2758700	2.1474000
<b>4</b>	1.6938900	1.1104000
<b>5</b>	1.3300000	0.8718300
<b>6</b>	0.7364420	0.4827500
<b>7</b>	0.7314340	0.4794600
<b>8</b>	0.5516540	0.3616200
<b>9</b>	0.3144360	0.2061200
<b>10</b>	0.1550820	0.1016600
<b>11</b>	0.0685578	0.0449400
<b>12</b>	0.0337922	0.0221510
<b>13</b>	0.0118254	0.0077517

En el caso de las falanges proximales correspondiente a los apéndices traseros podemos observar que los dos elementos de guanaco se encuentran hacia la derecha del gráfico en tanto que las llamas de Catamarca, la llama de Ongamira y los elementos de la colección Montes (a excepción del 60-132-12). De la llama de la colección de referencia de la provincia de Catamarca podemos observar que se encuentra superpuesta con la llama de Ongamira en la parte inferior del gráfico del lado izquierdo. Las falanges de la colección Montes se encuentran dispersas del lado izquierdo del gráfico dos en la parte superior y dos en la parte inferior. Como ya dijimos, de esta colección solo un elemento se encuentra ubicado en el lado derecho inferior del gráfico (Figura 29). Esta diferencia dada por el Componente 1 explica el 83% de la varianza observada.



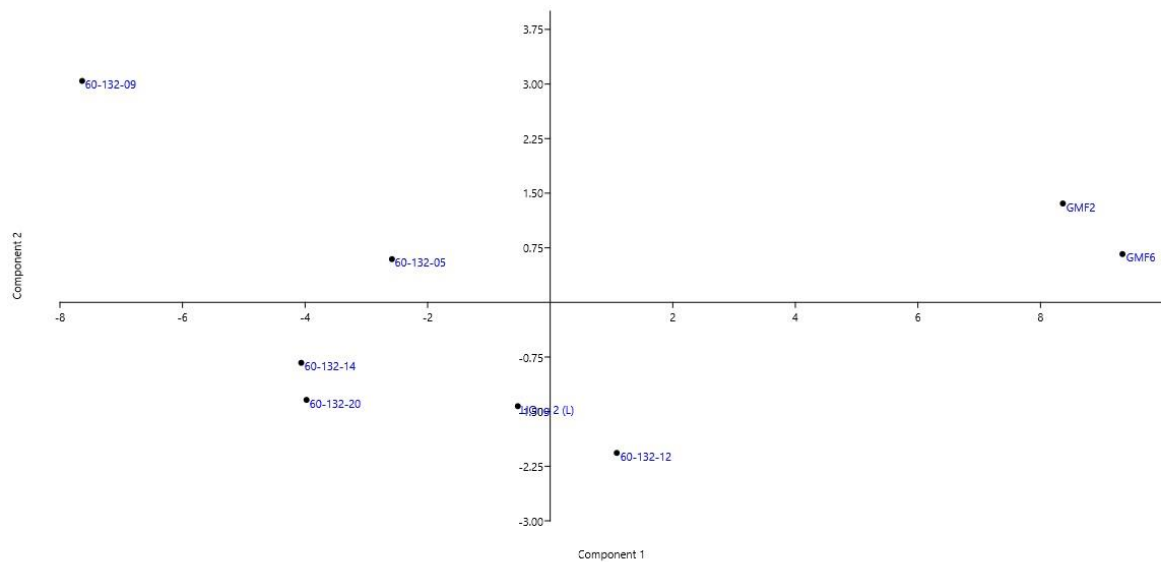


Figura 29. Análisis de componentes principales (apéndices traseros).

PC	Autovalor	% Varianza
1	36.5656000	83.55700
2	2.954650	6.75180
3	2.212570	5.05600
4	1.252980	2.86320
5	0.388361	0.88746
6	0.237503	0.54273
7	0.149404	0.34141

Lo que podemos observar mediante la aplicación del APC es que los guanacos procedentes del sitio Molino Ferrarini presentan una diferencia notable con las llamas correspondientes a Catamarca, la llama de Ongamira y las falanges correspondientes a la Colección Montes.

#### 4.4.1.2. Análisis de conglomerado

El análisis de conglomerado de los apéndices delanteros nos permite percibir fácilmente la división entre dos grupos (Figura 30). Podemos observar en la Figura 24 la división en primera instancia de dos grupos en los cuales en el lado izquierdo se encuentran dos falanges correspondientes a Las Salinas y una de Catamarca. Por otro lado, encontramos un grupo numerosos que se encuentra subdividido, observando a las

falanges correspondientes a la Colección Montes y en otro grupo las falanges procedentes de Catamarca.

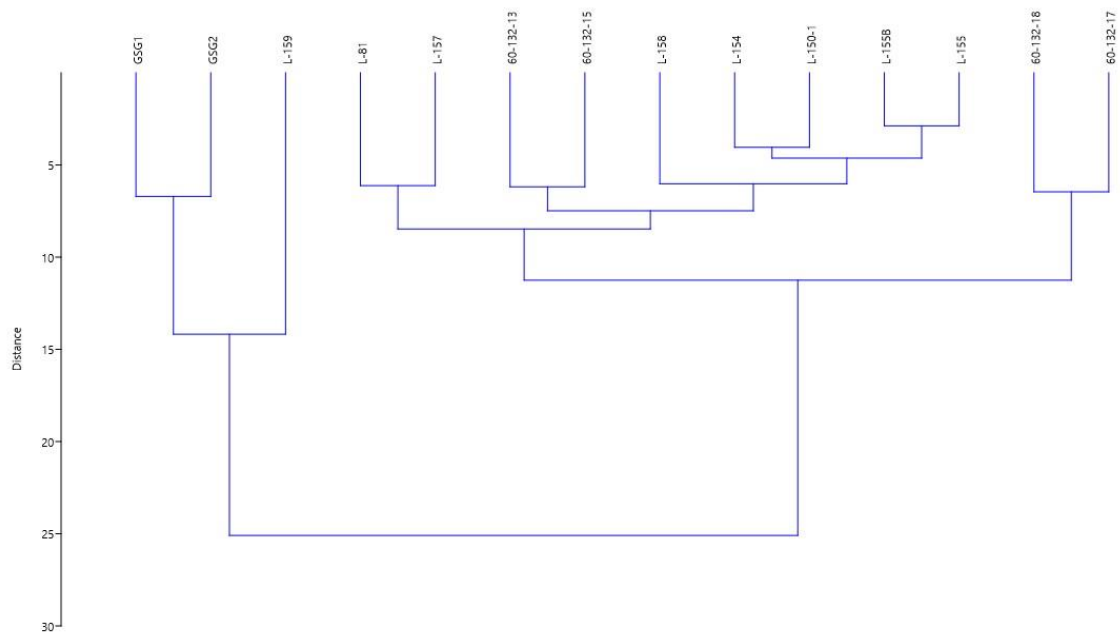


Figura 30. Análisis de conglomerado de los apéndices delanteros.

En lo que respecta a los apéndices traseros, observamos una clara división entre los guanacos correspondientes a Las Salinas del lado derecho de la Figura 31 y las muestras de la Colección Montes que se encuentran agrupadas del lado izquierdo de la figura.

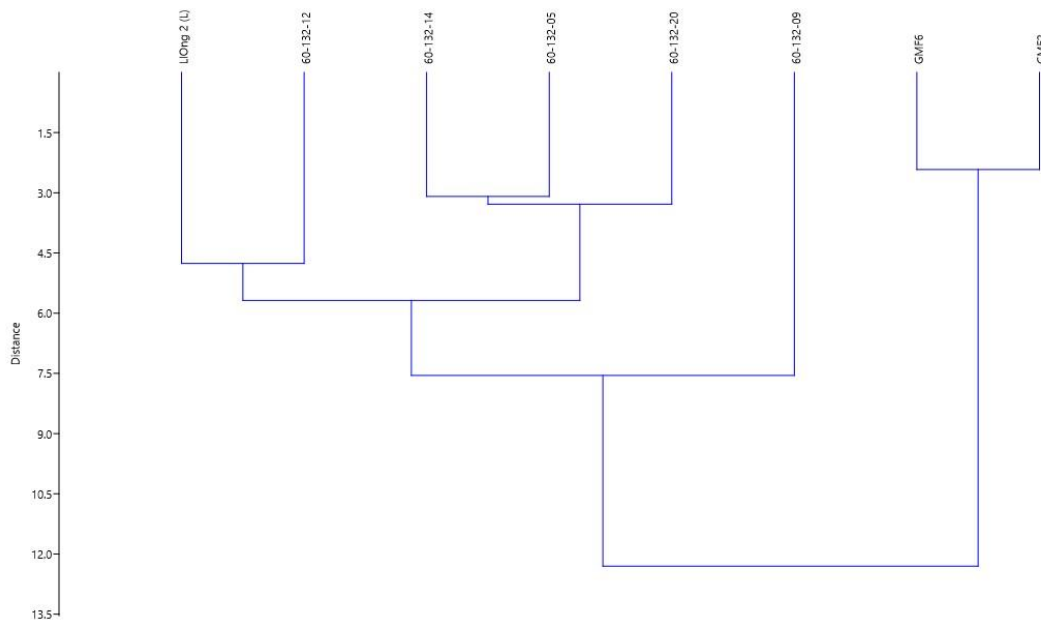


Figura 31. Análisis de Conglomerado de los apéndices traseros.

Por lo cual el análisis de conglomerado nos permite observar una clara diferenciación entre los guanacos correspondiente al sitio Molino Ferrarini de Las Salinas Grandes de Córdoba a diferencia de las colecciones arqueológicas procedentes del Valle de Ongamira.

#### 4.4.2 Morfometría geométrica 3D

La morfometría geométrica la entendemos como una técnica que busca la descripción cuantitativa de un espacio físico bidimensional o tridimensional. A diferencia de la morfometría tridimensional, estudia los cambios por medio del desplazamiento de los puntos en el plano o área de los puntos de referencias determinados por el usuario, representando de modo gráficos los cambios de un hueso a otro (L'Heureux y Hernández 2016).

Mediante este análisis se busca tener una idea más clara entre los resultados de análisis tradicional y los aplicados desde tecnologías 3D con el fin de poder llegar a tener ideas más claras, sobre el material arqueológico con el cual estamos trabajando (Pérez 2003). A partir de esto es que mediante el programa Landmark Editor (Figura 32), se

ubican sobre la imagen 2D o 3D los puntos morfométricos, hitos o landmarks, los cuales buscan representar la forma del objeto (Fabra y Demarchi 2013). Una vez establecidos los landmarks en el objeto digital, se ubican los semilandmarks, que son puntos localizados en las zonas deseadas de la estructura delimitado por los landmarks (Fabra y Demarchi 2013).

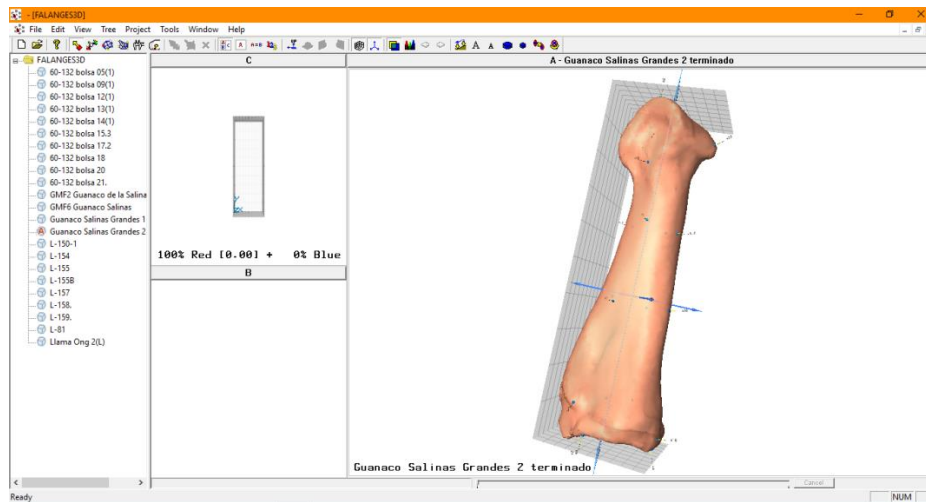


Figura 32. Landmark Editor, programa para la determinación de landmarks y semilandmarks 3D.

Ubicamos en las falanges un total de 16 landmarks y 10 semilandmarks, que nos permiten representar la totalidad de la forma y volumen de las falanges proximales (Figura 33). Luego estos puntos son guardados en formato DTA conformando un archivo que porta la información de todos los landmarks y semilandmarks. A partir de estos archivos se utilizó el software MorphoJ (Klingenberg, 2011), separando las falanges proximales en delanteras y traseras, buscando obtener resultados a través de las estadísticas exploratorias y comparar con los resultados de morfometría tradicional y en definitiva de este modo determinar la funcionalidad para la determinación taxonómica y de tamaño.

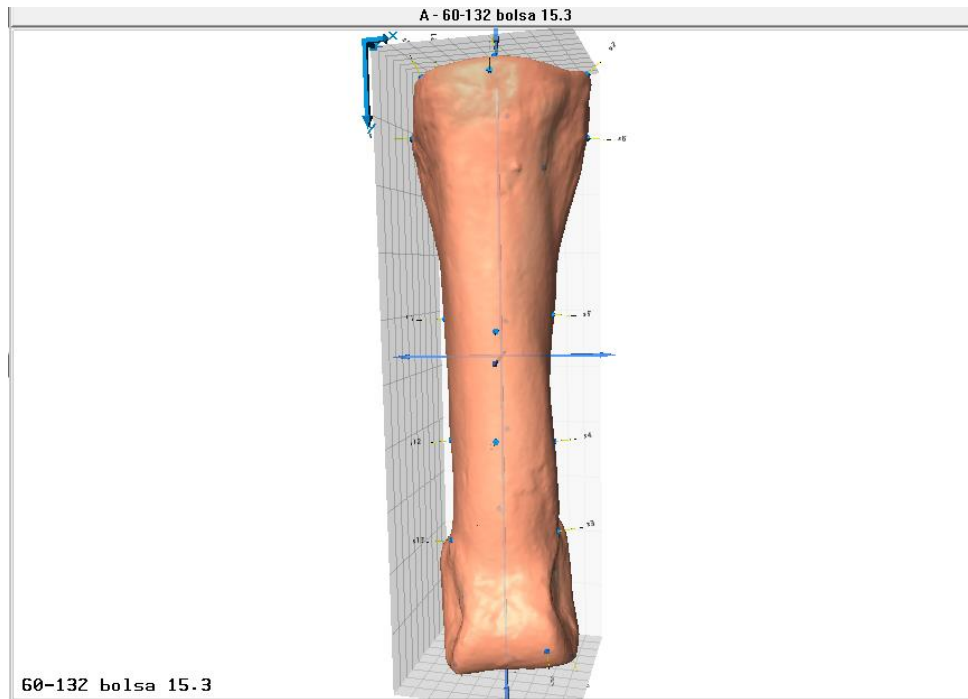


Figura 33. Landmarks y semilandmarks representando la totalidad de la pieza.

Para definir las ubicaciones de los landmarks seguimos el trabajo de L'Heureux y Hernández (2016), utilizando los 10 landmarks y 4 semilandmarks que ellas definieron. A partir de estos buscamos completar con los parámetros que se utilizaron para estudios osteométrico (e.g. Izeta et al. 2012), como variables de cambio en los huesos. En la Tabla 5 se detallan los 26 landmarks utilizados para el análisis.

Tabla 5. Definición de los landmarks (L) y semilandmarks (SL) para falanges proximales. Del número 1 al 14 tomado de L'Heureux y Hernández (2016).

Número	Definición de landmark y semilandmark
1 (L)	Extremo latero-distal (dirección craneal) del a superficie articular distal. Asimilable a punto osteométrico
2 (L)	Punto más profundo del surco de la epífisis distal
3 (L)	Extremo disto-medial de la superficie articular distal
4 (L)	Unión medial de la epífisis distal y la diáfisis
5 (SL)	Zona mínima de la diáfisis (dirección dorsal)
6 (SL)	Zona media de la diáfisis (dirección dorsal)
7 (L)	Ancho máximo de la epífisis proximal (medial)
8 (L)	Extremo medial de la superficie articular proximal. Asimilable a punto osteométrico
9 (L)	Punto más proximal (dirección caudal) del a superficie dorsal de la epífisis proximal
10 (L)	Extremo lateral de la superficie articular proximal. Asimilable a punto osteométrico
11 (L)	Ancho máximo de la epífisis proximal (lateral)
12 (SL)	Zona media de la diáfisis (dirección dorsal)

13 (SL)	Zona mínima de la diáfisis (dirección dorsal)
14 (L)	Unión lateral de la epífisis distal y la diáfisis
15 (SL)	Punto anterior de la zona mínima de la diáfisis (dirección media)
16 (SL)	Punto posterior de la zona mínima de la diáfisis (dirección media)
17 (SL)	Punto anterior de la diáfisis (dirección media)
18 (SL)	Punto posterior de la diáfisis (dirección media)
19 (L)	Unión media de la epífisis proximal y la diáfisis (dirección dorsal)
20 (L)	Unión media e la epífisis proximal y la diáfisis (dirección plantar)
21 (L)	Punto máximo de la cara articular proximal izquierdo. Asimilable a punto osteométrico
22 (L)	Punto máximo de la cara articular proximal derecho. Asimilable a punto osteométrico
23 (L)	Unión de la epífisis distal y la diáfisis de la planta volar
24 (L)	Punto profundo del surco de la epífisis proximal de la planta volar
25 (SL)	Superficie articular distal de la epífisis distal, desde la cara medial de la falange
26 (SL)	Superficie articular volar de la epífisis distal, desde la cara medial de la falange

#### *4.4.2.1. Análisis de componentes principales tridimensional*

Utilizando la información provista mediante la utilización de landmarks y semilandmarks en los modelos tridimensionales observamos que en el caso de las falanges proximales delanteras del lado derecho se ubican los elementos correspondientes a los Guanacos de Las Salinas Grandes de Córdoba, agrupado con cuatro llamas de Laguna Blanca (Catamarca), estas cuatro son L-150-1, L-155, L-155B y L-154 (Figura 34). Las falanges de la colección arqueológica de Aníbal Montes se encuentran juntas en lado derecho pero inferior del gráfico, junto con tres falanges de Laguna Blanca, L-158, L-81 y L-159. Y en el margen izquierdo de la figura encontramos a la falange L-157 correspondiente a Laguna Blanca, de las colecciones de referencia.

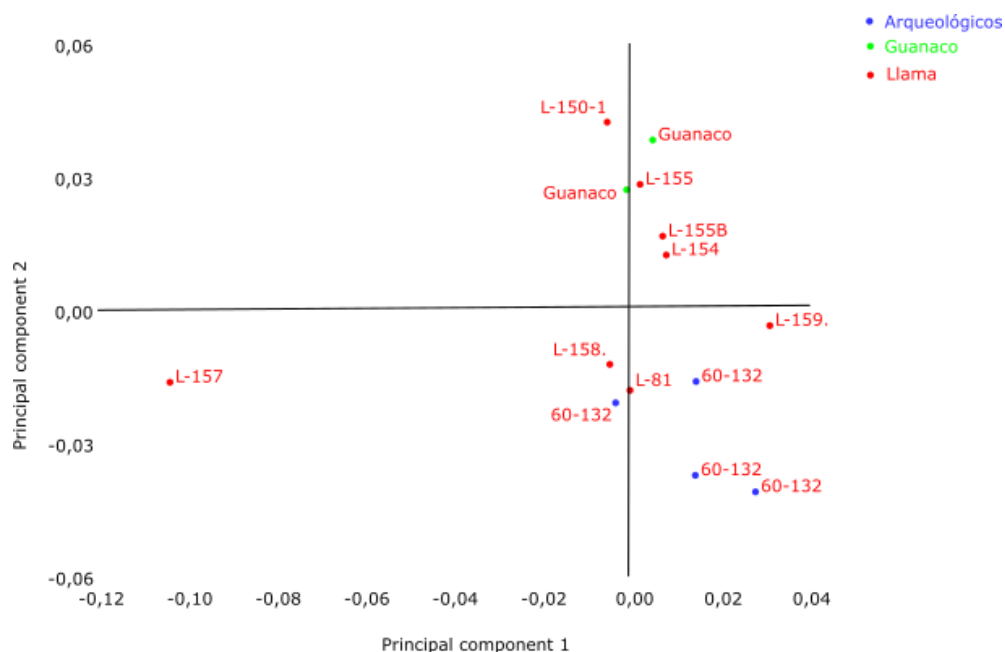


Figura 34. Análisis de componentes principales tridimensionalmente (apéndices delanteros).

En este caso podemos observar que las diferencias expresadas en el porcentaje de varianza entre el componente 1 y el 2 no es tan pronunciada como las observadas en otros resultados obtenidos con morfometría tradicional.

PC	Autovalor	% Varianza
1	0,00102067	26,559
2	0,00074941	19,500
3	0,00047914	12,468
4	0,00044325	11,534
5	0,00030943	8,052
6	0,00017828	4,639
7	0,00016283	4,237
8	0,00013303	3,462
9	0,00010404	2,707
10	0,00009264	2,410
11	0,00007246	1,886
12	0,00005770	1,501
13	0,00004022	1,046

En el caso de las falanges proximales traseras la Figura 35 permite observar las dos falanges correspondientes a Salinas Grandes dentro del cuadrante inferior izquierdo,

dentro del cuadrante inferior derecho se encuentran agrupadas las falanges correspondientes a la colección arqueológica junto con la llama procedente de Ongamira. En el cuadrante superior derecho se encuentra la falange 60-132 bolsa 05

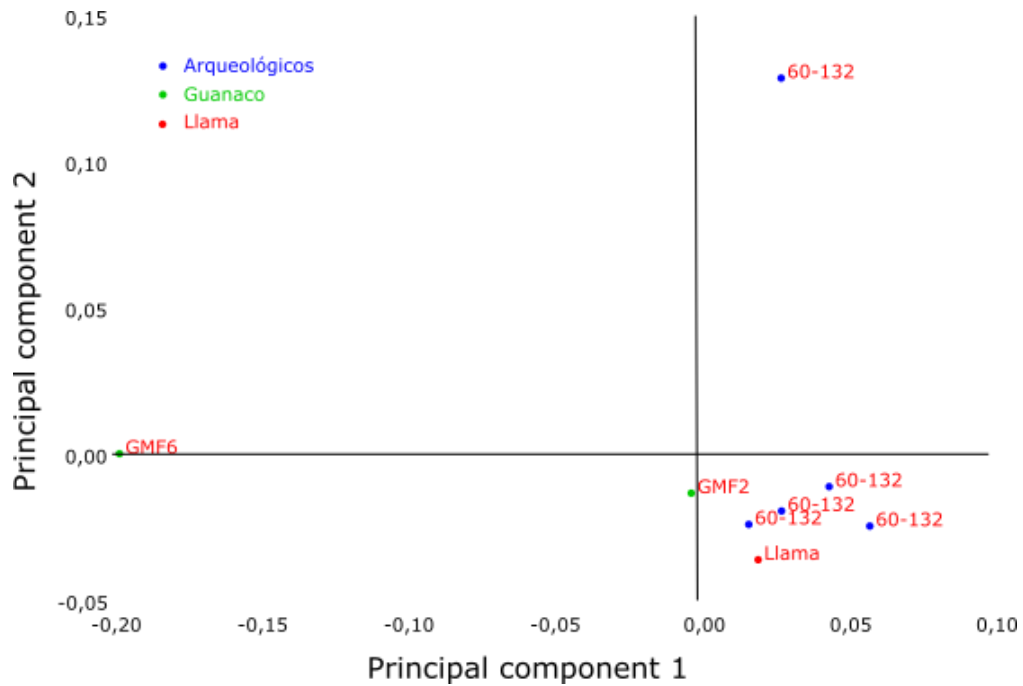


Figura 35. Análisis de componentes principales tridimensionalmente (apéndices traseros).

En el caso de las falanges traseras las diferencias expresadas en porcentaje de la varianza entre los componentes 1 y 2 no es tan pronunciada como en los resultados que nos brindó la osteometría tradicional. Sin embargo, el componente 1 marca la diferencia en un 54% de la falange GMF6 con el resto de la colección y el componente 2 muestra una variación del 23% de la falange 60-132 bolsa 05 con el resto de la colección.

PC	Autovalores	% Varianza
1	0,00669934	54,446
2	0,00281394	22,869
3	0,00142115	11,550
4	0,00047699	3,877
5	0,00036629	2,977
6	0,00028197	2,292
7	0,00024496	1,991



MorphJ al procesar los datos produce un gráfico donde ubica en el espacio los landmarks y semilandmarks, a partir de esto genera una imagen que nos permite observar la silueta de las falanges proximales (Figura 36 y 37), teniendo en cuenta que dentro de la imagen se observan todos los puntos marcados, por lo cual tenemos los 26 puntos determinados en una imagen tridimensional.

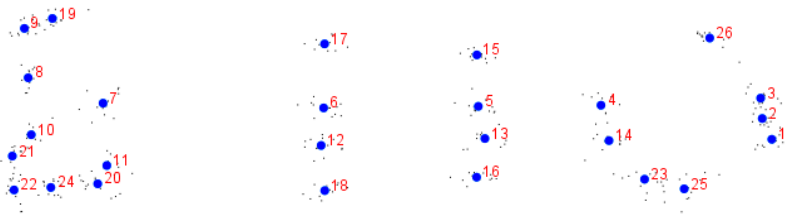


Figura 36. Imagen de landmarks y semilandmarks determinados para apéndices delanteros.

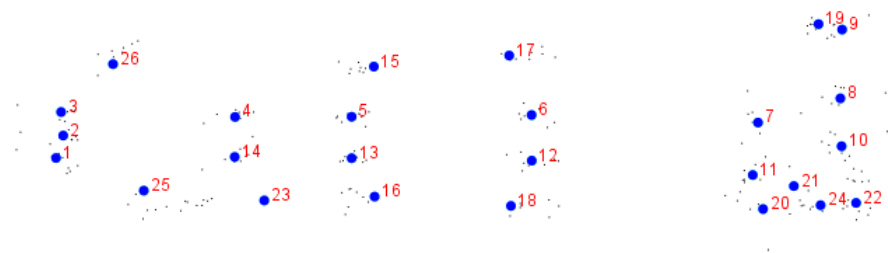


Figura 37. Imagen de landmarks y semilandmarks determinados para apéndices traseros.

## Capítulo 5

## Capítulo 5

### Discusión y conclusiones

#### 5.1 Osteometría virtual, clásica y morfometría geométrica 3D

Es a partir de esta tesis que se buscó probar dos metodologías utilizadas dentro de la zooarqueología, que permiten a los investigadores poder llegar a dilucidar con qué tipo de animales se encuentran dentro de los sitios arqueológicos y de este modo buscar entender la relación animal-hombre.

En este caso solo colocamos en evidencia las temáticas para en un futuro poder trabajar con las diferentes colecciones arqueológicas de nuestra región. Teniendo en cuenta que la muestra con la que se ha trabajado es representativa de las colecciones, de referencia y de la arqueológica recolectada del Valle de Ongamira, que se encuentran en el IDACOR y la Reserva Patrimonial del Museo de Antropología. Y planteado hacía un futuro seguir ampliando la colección debido a que son pocos los elementos que se han sometido a esta prueba entre programas, con el fin de llegar a plantear con mayor rigurosidad la utilización de los mismos.

En el caso de la utilización de la osteometría tridimensional (OT) nos permitió observar una clara diferencia entre grupos de camélidos. En principio los guanacos de la Salinas Grandes estarían comportándose como un grupo diferente al de las llamas y al de la colección arqueológica. Se considera que es una herramienta que puede ser replicada para otros casos.

En el caso de la morfometría geométrica tridimensional (MGT) observamos diferentes características, la agrupación o diferenciación (según corresponda) es distinta a la que realizan los programas como el PAST, en este caso, encontramos similitudes entre los resultados extraídos del MorphJ y el PAST, a pesar de la ubicación diferenciada.

En el caso de los apéndices correspondientes a delanteros, observamos una clara variación con las falanges de los guanacos de Salinas Grandes, en el caso de la OT los ubica hacia el lado derecho superior de la figura separados de los especímenes

correspondientes a las llamas y la colección arqueológica (Figura 28) y en el caso de la MGT se encuentran del lado derecho en la zona superior de la figura (Figura 34), junto con algunas de las llamas, de igual modo podemos observar la diferencia con algunos de los especímenes de las llamas y con la colección de los arqueológicos. En los gráficos de ACP (Figura 28 y 34) que nos brindaron las dos técnicas (OT y MGT), obtuvimos dos resultados diferentes, pero a su vez una clara diferencia entre los especímenes correspondientes a guanacos y los que corresponden a llamas y a la colección arqueológica.

En el caso de las falanges proximales traseras, volvemos a observar que los guanacos de Salinas Grandes se encuentran diferenciados de la llama y los especímenes arqueológicos. En el caso de la OT se observa con mayor evidencia, ya que se encuentran totalmente separados del resto de los huesos, en cambio en la MGT podemos visualizar una que se encuentran dentro de la misma zona que los otros especímenes (zona derecha de la Figura 35), pero lo que lo diferencia es que los guanacos se encuentran orientados hacia la parte inferior de la figura, mostrando así la diferencia. Los otros especímenes se encuentran agrupados de la misma manera en ambos casos (Figura 29 y 35) lo que los diferencia es que en el caso de la OT están del lado izquierdo de la figura y en el caso de la MGT se encuentran del lado derecho, con una dispersión similar.

Es a partir de estos estudios que se pudo diferenciar a los guanacos dentro del registro con una alta variación (teniendo en cuenta los resultados de apéndices traseros y delanteros) con las muestras correspondientes a las llamas y a la Colección de Montes, esto nos sugiere una variabilidad en el tamaño corporal de los guanacos, que ya se observa con el trabajo de Costa e Izeta 2016.

#### 5.1.1 Osteometría virtual y clásica

En los trabajos morfométricos, la osteometría cumple una gran relevancia para la estimación de taxones. Este trabajo se enfocó en ver los resultados de la aplicación de esta técnica de modo virtual, buscando generar un aporte a las metodologías de trabajo en el campo zooarqueológico.

Dentro de la metodología de la zooarqueología se considera un elemento de gran importancia al acceso de colecciones de referencia ya que de este modo se puede disponer y acceder a los especímenes y generar estándares de referencia (Gasco *et al.* 2012).

La parametrización de las piezas se realizó en base a las medidas tomadas con calibre manual sobre las falanges por el Dr. Izeta y el Dr. Costa, es por esto que se utilizaros esas bases de datos a modo comparativo para determinar la funcionalidad de la osteometría virtual. De este modo las medidas obtenidas de modo virtual permiten trabajar de modo correcto la técnica de osteometría, se pueda continuar aplicando y comenzar a ampliar las muestras virtuales para mayor certeza al momento de llevar a cabo las comparaciones con otras colecciones.

A la colección de falanges proximales tridimensional fueron medidas, en la actualidad, por las 15 variables establecidas por Izeta y colaboradores (2012), pero estas veintitrés falanges pueden ser medidas por los investigadores que se encuentren interesados, y en un futuro cuando las variables aumenten o cambien, podrán realizarse nuevamente las medidas sin la necesidad de viajar o tener las falanges como piezas físicas.

#### 5.1.2 Morfometría geométrica tridimensional

La morfometría geométrica es una herramienta que se basa en el análisis sobre la conformación de las diversas estructuras biológicas de un individuo, determinando de este modo la variación que existe entre diferentes estructuras (García *et al.* 2013). Por lo tanto, dentro de la arqueología, el rol que cumplen estas herramientas es de utilidad para el análisis, en el caso de la zooarqueología, taxonómico de las diferentes especies animales, con el fin de llegar a determinar de modo eficiente estos taxones.

En el caso de la morfometría geométrica, encontramos dos formas de trabajar, una es con imágenes planas que denominaríamos morfometría geométrica 2D y la otra trabaja con imágenes en tres dimensiones y se denomina morfometría geométrica 3D. El modo planteado para trabajar fue desde las imágenes tridimensionales, con el fin de poder comparar con otros trabajos que ya existentes, con la misma temática en plano 2D (e.g. L'Heureux y Hernández 2013).

A partir de esto vemos que los resultados obtenidos desde el trabajo con apéndices delanteros y traseros dentro de los camélidos nos permiten observar la variedad morfológica. Teniendo en cuenta la baja representatividad de especímenes analizados es que puede continuar variando los gráficos observado a medida que se incremente la colección virtual. Además, debemos tener en cuenta que la reducida diferencia significativa entre algunos taxones, se deba a las variaciones incorporadas por el observador a la hora de colocar los landmarks (Fabra y Demarchi 2009, L'Heureux y Hernández 2013).

Entendemos que la morfometría geométrica 3D, presenta ventajas y desventajas a la hora de trabajar, ya que los resultados que brindan los dos tipos de morfometría son similares, pero entre la morfometría 2D y la 3D, en la 2D observamos todos los aspectos morfológicos, ya que las fotos tomadas para los análisis 2D presentan una cara elegida, en el caso de las figuras 3D se trabaja con todos los planos y nos permite observar en su totalidad los rasgos característicos de cada elemento óseo (Cobos et al. 2012).

## 5.2 Tecnologías 3D aplicadas dentro de la antropología

En los últimos años la antropología, como otras disciplinas de las ciencias humanas, ha buscado la democratización del conocimiento, encontrando a las nuevas tecnologías como un canal conductor de información. Estas tecnologías brindan a los antropólogos la posibilidad de crear, acceder y compartir una variedad de información a un público amplio de conocimientos (Richardson 2013).

La digitalización facilita la difusión cultural, ya que los modelos virtuales pueden ser entendidos como mecanismos de interpretación de los restos arqueológicos o producciones antropológicas (Gómez Roble y Quirosa García 2009). Por lo tanto, el uso de estas estrategias es interesante para el desarrollo de las áreas patrimoniales, ya que estos recursos, son un medio para registrar permitiendo difundir de un modo divulgativo sin perder la calidad de los elementos y en el caso de las tecnologías tridimensionales la posibilidad de no perder características geométricas, de colorimetría y textura.

La aplicación de modelos tridimensionales busca replicar figuras fidedignas de los modelos, de modo tal que el objeto digital contenga todos los datos necesarios. De

este modo el material permite una mayor accesibilidad y por lo tanto mayor interactividad con otros agentes de conocimiento.

En Córdoba y particularmente desde el Programa de Arqueología Digital (PAD) se viene trabajando en esta temática con el fin de compartir con un público diverso el material, y que la persona que necesite acceder al material pueda realizarlo sin necesariamente viajar hasta el espacio de la reserva, o luego de su visita al lugar, poder continuar observando el material con una réplica tridimensional del objeto original (<https://suquia.ffyh.unc.edu.ar/handle/suquia/2893>).

La incorporación de las nuevas tecnologías en la antropología continúa aumentando y nos permite obtener herramientas de registro para la cuantificación y análisis de los datos que el objeto posee. Se entiende a estas tecnologías como herramientas versátiles en la revalorización y difusión de los resultados, ya que aportan una mayor agilidad y facilidad en la divulgación del patrimonio, dentro y fuera del ámbito académico (Carosio *et al.* 2013; Vázquez y Díaz Pais 2014).

### 5.3 Conclusiones

Means that in the immediate future we may begin to see this technology appearing in common handheld device, and with that, paleontologists heading into the museum or the field, recording a specimen in 3D and the emailing in to colleagues anywhere in the world, all within a matter of minutes. (Falkingham 2012 p. 11)

La arqueología no se encuentra excluida del mundo digital y siguiendo a Izeta y Cattáneo (2018), sabemos que hace tiempo las tecnologías digitales se utilizan en el marco de las ciencias antropológicas. Estos elementos permiten diferentes modos de interacción entre colegas, como nos plantea Falkingham (2012) ya que podemos compartir la información con otros investigadores en cuestión de minutos, como así también con al público en general como plantea Izeta y Cattáneo (2018) desde las páginas web.

Las tecnologías avanzan y nos permiten acceder de mejor manera a los recursos, se abren nuevas puertas que nos brindan distintas interpretaciones e interacciones. De este modo no solo mejora las interpretaciones en la investigación. Si no que, además, con el no arqueólogo y de este modo poder observar su uso en investigaciones científicas y su relación con lo real (Boellstorff 2014).

Lo digital es esencial para lo metodológico, ya que es donde se llevan a cabo los escritos, donde se plantean las dudas, donde se ponen a prueba los resultados mediante los diferentes programas (Zubrow 2006). En este caso la idea de trabajar con falanges proximales es enfocar dos miradas. Por un lado, se busca promover el uso de tecnologías tridimensionales con el fin de utilizarlas como un medio de divulgación científica para investigadores o público en general; por otro lado, colocar a prueba herramientas de la zooarqueología con el fin de ver su funcionalidad en la determinación taxonómica.

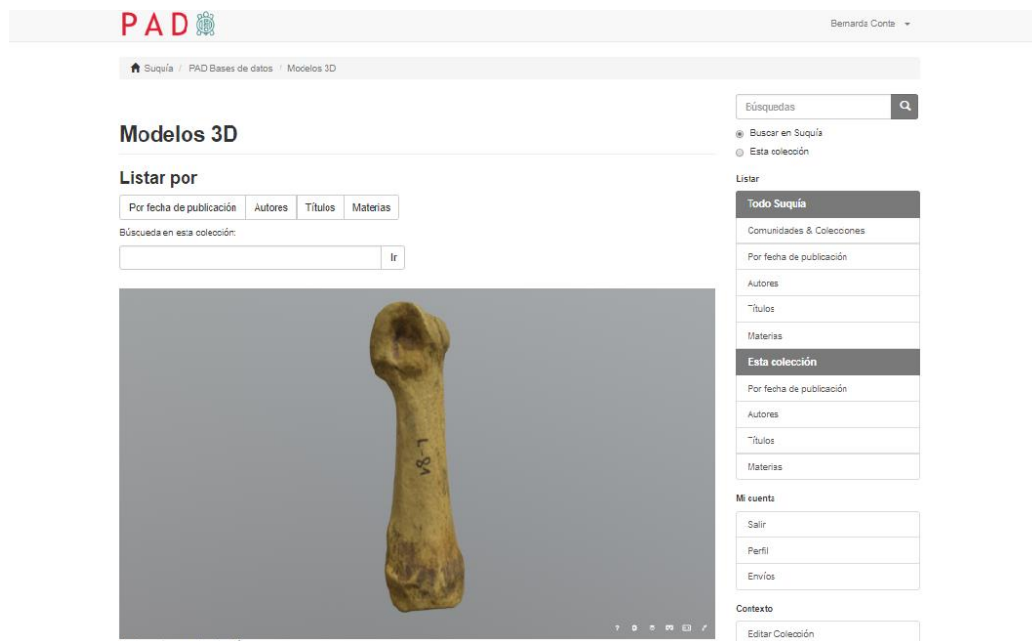


Figura 38. Imagen general del Suquia, espacio virtual donde se encuentran las falanges utilizadas para el desarrollo de esta tesis de licenciatura.

La muestra de falanges proximales busca acercar el material de referencia con sus respectivas medidas y estudios para que los zooarqueólogos u otros usuarios interesados en el material puedan adquirirlo a pesar de las distancias y en el caso de ser necesario



imprimirlos en una impresora 3D (Figura 38) (Niven *et al.* 2009). La intención es seguir incrementando la muestra de falanges primeras de camélidos y especímenes faunísticos de nuestra región (Sierras Centrales de la provincia de Córdoba), ya que se considera de vital importancia las muestras comparativas para llevar a cabo estudios sobre el registro faunístico de los sitios arqueológicos y también poder visualizar los cambios tafonómicos que los mismos han sufrido (Otárola-Catillo *et al.* 2018).

El trabajo con falanges proximales de camélidos (*Lama glama* y *Lama guanicoe*) nos permitió observar la importancia de ampliar los estudios basados en morfometría geométrica tridimensional, ya que es una herramienta de utilidad para comparar morfológicamente. Estas herramientas se encuentran en desarrollo y a medida que podremos comparar resultados y continuar desafiando a los programas y a nuestros resultados se continuaran mejorando la calidad de interpretación dentro de los sitios arqueológicos.

Es por esto que todo el trabajo realizado para esta tesis, da pie y genera nuevas preguntas a la hora de trabajar con estas colecciones, debido a la idea de continuar ampliando la muestra es que los resultados pueden comenzar a variar y de este modo poder comparar con otros elementos óseos para observar los resultados buscados.

## Bibliografía

- Almagro, A. (2003)** De la fotogrametría a la infografía. Un proceso informatizado de documentación. Investigador de la Escuela de Estudios Árabes, CSIC. Profesor de la Escuela TS de Arquitectura de Granada
- Aschero, C., Izeta, A. & Hocsman, S. (2012)** New Data on South American Bone Size Changes during Middle-late Holocene Transition. Osteometry at Peñas Chicas 1.5 (Antofagasta de la Sierra, Argentinean Puna). *International Journal of Osteoarchaeology*.
- Ávido, D., & Vitores, M. (2015)** Archivo fotográfico para la reconstrucción tridimensional. *Arqueometría Argentina. Metodologías científicas aplicadas a bienes culturales. Datación, caracterización, prospección y conservación*. Compiladores Pifferetti Andrián y Dosztal Irene. Editorial Aspha pp.: 223-232.
- Barceló J.A. (2001)** Virtual reality for archaeological explanation. Beyond “picturesque” reconstruction. *Archeologia e calcolaroti* 12: 221-244.
- Bartos, K., Pukanská, K. & Sabová, J. (2014)** Overview of available open-source photogrammetric software, its use and analysis. *Int. J. Innov.Educ. Res.* 2, 62–70.
- Benavente, A., Adaro, L., & Gecele, P. (1993)** Contribución a la determinación de animales en arqueología: familia Camelidae y taruca del norte. Universidad de Chile, Vicerectoría Académica y Estudiantil, Departamento Técnico de Investigación, Santiago.
- Bevan, A., Li, X., Martín-Torres, M., Green, S., Xia, Y., Zhao, K., Zhao, Z., Ma, S., Cao W. & Rehren, T. (2014)** Computer vision, archaeological classification and China's terracotta warriors. *Journal of Archaeological Science* 49 (2014) 249 a 254 <http://dx.doi.org/10.1016/j.jas.2014.05.014>
- Boellstorff, T., (2012)** *Rethinking Digital Anthropology en: Digital Anthropology*, Editado por Heather A. Horst y Daniel Miller. Oxford: Berg Publishers.
- Brizuela, C.F. (2018)** Entre gubias, escoplos y cinceles: Una caracterización funcional de base microscópica, para instrumentos líticos experimentales. Tesis de Licenciatura inédita. Facultad de Filosofía y Humanidades, Universidad Nacional de Córdoba.
- Carosio, S., Aguilar, J.P. & Bárcena, J.R. (2013)** Reconstrucción 3D y cálculo volumétrico de recipientes cerámicos. Alcances y limitaciones para el estudio y conservación cerámica de la Tambería de Guandacol (Provincia de La Rioja). La

Zaranda de Ideas. Revista de Jóvenes Investigadores en Arqueología 9(2): 57-76.  
Buenos Aires.

**Carta de Londres, (2009)** La Carta de Londres para la visualización computarizada del patrimonio cultural. Documento electrónico [http://www.londoncharter.org/fileadmin/templates/main/docs/london\\_charter\\_2\\_1\\_es.pdf](http://www.londoncharter.org/fileadmin/templates/main/docs/london_charter_2_1_es.pdf).

**Caminoa, J. (2016)** Un estudio de tecnología lítica desde la antropología de las técnicas: el caso del Alero Deodoro Roca ca. 3000 AP, Ongamira, Ischilín, Córdoba. South American Archaeology Series 26. Archaeopress.

**Carril, J., Ronderos J. R., Tambussi C. P. & Chiale M. C. (2015)** Jaw myogenesis in the monk parakeet: evidence of developmental reprogramming in the emergence of novel muscles in Psittaciformes (Aves), *Zoology*, 2016, 119, 6, 534.

**Cartajena, I. (2002)** Los Conjuntos Arqueofaunísticos del Arcaico Temprano en la Puna de Atacama, Norte de Chile. Tesis doctoral. Freie Universität Berlin. ABESY Vertriebs GmbH, Germany. MS.

**Cartajena, I. (2007)** Una Propuesta Metodológica para la Estandarización de Medidas en Huesos Cortos de Camélidos y para la Determinación de Sexo. *Revista Werken* 10:49-62.

**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* 2:199-214.

**Cattáneo, G.R., & Izeta, A.D. (2011)** Ongamira: Nuevos Trabajos Arqueológicos en El Alero Deodoro Roca (Ischilín, Córdoba). Presentado en las IX Jornadas de Arqueología y Etnohistoria, UNRC.

**Cattáneo, G.R., Izeta, A.D., & Costa, T. (2012)** Ongamira revisitado. Nuevos aportes al conocimiento de la arqueología del alero Deodoro Roca (Ischilín, Ongamira). En: V Jornadas Arqueológicas Cuyanas, Resúmenes de Ponencias. Mendoza, 22 al 24 de mayo 2012. Pp.23-24. INCIHUSA, CONICET.

**Cattáneo, G. R. & Caminoa, J. (2013)** La tecnología lítica de cazadores recolectores de las Sierras Centrales Australes: el caso de Alero Deodoro Roca, Ongamira, Ischilín, Córdoba. Actas del XVIII Congreso Nacional de Arqueología, La Rioja.

**Cattáneo, R., Di Lello, C., & Gómez, J.C. (2013a)** Cuantificación y Análisis de la Distribución de Rocas Útiles para la Manufactura de Instrumentos a través del uso de Sistemas de Información Geográficos en Santa Cruz, Argentina. El uso de

- Sistemas de Información Geográficos en arqueología sudamericana. M. J. Figuerero Torres y A. D. Izeta (Ed) 43-60.
- Cattáneo, G.R., Izeta, A.D., & Costa, T. (2013b)** El patrimonio arqueológico de los espacios rurales de la provincia de Córdoba. 1a ed. - Córdoba: Universidad Nacional de Córdoba, 2013.
- Cattáneo G.R., Izeta A.D., & Takigami M. (2013c)** Primeros fechados radiocarbónicos para el Sector B del sitio Alero Deodoro Roca (Ongamira, Córdoba, Argentina). *Relaciones de la Sociedad Argentina de Antropología* 38 (2): 559-567.
- Cattáneo, R., & Izeta, A. D. (2016)** El Proyecto de Arqueología en el Valle de Ongamira 2010-2015. En R. Cattáneo & A. D. Izeta (Eds.), *Arqueología en el Valle de Ongamira, 2010-2015* (pp. 21-42). Córdoba: Universidad Nacional de Córdoba.
- Changchang Wu (2011)** "VisualSFM: A Visual Structure from Motion System", <http://ccwu.me/vsfm/>
- Charlin J., (2016)** Morfometría geométrica y representaciones rupestres: explorando las aplicaciones de los métodos basados en landmarks. *Revista ReserchGate* Vol. 22 n°1 pp.: 103-125.
- Charquero Ballester A.M. (2016)** Práctica y uso de la fotogrametría digital en arqueología. *Revista Dama* 1 pp: 139-157.
- Cignoni, P., Callieri M., Corsini M., Dellepiane M., Ganovelli F. & Ranzuglia G. (2008)** MeshLab: an Open-Source Mesh Processing Tool. Sixth Eurographics Italian Chapter Conference, pp 129-136.
- Cobos, V. A., Della Negra, C. y Bernal S. (2012)** Patrones de variación morfométrica craneofacial en poblaciones humanas del Noroeste de Patagonia durante el Holoceno Tardío. *Revista Argentina de Antropología Biológica*, Volumen 14, Número 1, Páginas 5-16. Enero-Diciembre 2012
- Costa, T., Izeta, A.D., & Cattáneo, G.R. (2011)** Hacia una caracterización de los camélidos del sitio Alero Deodoro Roca, Ongamira. Un estudio comparativo. Libro de Resúmenes. II Congreso Nacional de Zooarqueología Argentina. María Clara Álvarez (et al.)- 1a ed. – Olavarría: Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, 2011.
- Costa, T. (2013)** “Los yacimientos arqueológicos de la provincia de Córdoba y la construcción de un Sistema de Información Geográfica para su gestión”. En: Ana María Rocchietti, Mariano Yedro y Ernesto Olmedo (comp.). *Publicación de las*

- IX Jornadas de Investigadores en Arqueología y Etnohistoria del Centro-Oeste del País. Ed. Unirio, Río Cuarto, Argentina 2013.
- Costa, T. (2015)** Los humanos, los animales y el territorio. Su interpretación en las Sierras Pampeanas Australes, Provincia de Córdoba, Argentina. Tesis Doctoral, Facultad de Filosofía y Humanidades, Universidad Nacional de Córdoba.
- Costa, T. (2016)** Una Aproximación a la Zooarqueología de las prácticas de los Cazadores-recolectores en el Alero Deodoro Roca (ca. 2970 AP), Valle de Ongamira, Córdoba. *Revista del Museo de Antropología*, 9, 2: 93-104.
- Costa, T. & Izeta, A.D. (2016)** Morphometric analysis of camelid remains from the Alero Deodoro Roca (ADR) site (Córdoba, Argentina). An attempt to characterize body size variability in Sierras Pampeanas Australes region. *International Journal of Osteoarchaeology*., doi: 10.1002/oa.2570.
- Costa, T., Robledo, A. & Caminoa, J. (2017)** Integrando los datos. Las prácticas de las personas a través de las evidencias lítica, antracológica y zooarqueológica recuperadas en el Sector B del sitio ADR (Córdoba, Argentina). *Revista Chilena de Antropología* 35: 90-112 doi: 10.5354/0719-1472.2017.46152
- Costa, T., & Barri, F. (2018)** Lama guanicoe remains from the Chaco ecoregion (Córdoba, Argentina): An osteological approach to the characterization of a relict wild population. *PloSone*, 13(4), e0194727 <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0194727>
- Costa, T, Manzano García, J. & Weihmüller, M.P. (2018)** Sobre las relaciones entre personas y guanacos (*Lama guanicoe*) durante el Holoceno en la provincia de Córdoba, Argentina. Una aproximación desde los registros arqueofaunístico y etnozoológico. Resumen del 56° Congreso Internacional de Americanistas, Salamanca, España.
- De Blois A. (2017)** La Distancia Hiperfocal Explicada (Como Dios Manda). Blog del Fotógrafo <https://www.blogdelfotografo.com/distancia-hiperfocal/>
- Drake, A.G., Coquerelle, M., Kosintsev, P.A., Bachura, O.P., Sablin, M., Gusev, A.V., Fleming L.S., & Losey R.J. (2017)** Three-dimensional geometric morphometric analysis of fossil canid mandibles and skulls. *Scientific Reports* 7: 9508. DOI:10.1038/s41598-017-10232-1
- Duque Martínez, J. & de Francisco Rodríguez, S. (2015)** Arqueología Tridimensional. Las Técnicas 3d Aplicadas al Registro Paleolítico. *BSAA Arqueología*, LXXXI, 2015, pp. 9-53 ISSN: 1888-976X. Universidad de Valladolid.

- Evin, A., Souther, T., Hulme-Beaman, A., Ameen, C., Allen, R., Viacava, P., Larson, G., Cucchi, T., & Dobney, K. (2016)** The use of close-range photogrammetry in zooarchaeology: Creating accurate 3D models of wolf crania to study dog domestication. *Journal of Archaeological Science: Reports* 9 (2016) 87-93.
- Fabra, M. & Demarhi, D. (2009)** Variabilidad craneofacial en poblaciones del sector austral de las Sierras Pampeanas: aportes desde la morfometría geométrica. *Revista Relaciones de la Sociedad Argentina de Antropología*, ISSN 0325-2221 Buenos Aires, Argentina. 34:1-24.
- Fabra, M. y Demarhi, D. A. (2013)** Análisis morfogeométrico aplicado al estudio de los patrones espaciales y temporales de variación morfológica craneofacial en poblaciones del centro de Argentina. *Cuadernos del Instituto Nacional de Antropología y Pensamiento Latinoamericano - Series Especiales N°1 (1)*. AÑO 2013 ISSN 2362-1958
- Fau, M., Cornette, R. & Houssaye, A. (2016)** Photogrammetry for 3D digitizing bones of mounted skeletons: Potential and limits. *General Palaeontology, Systematics and Evolution (Vertebrate Palaeontology) ScienceDirect Comptes Rendus Palevol* 15 (2016) 968–977 <http://dx.doi.org/10.1016/j.crpv.2016.08.003>
- Feilden, B.M. (1987)** Entre Dos Terremotos: Los Bienes Culturales en Zonas Sísmicas. Publicación de ICCROM y el Getty Conservation Institute. Versión en español en colaboración con el Proyecto Regional de Patrimonio Cultural y Desarrollo PNUD/UNESCO.
- Figuerero Torres, M.J. & Izeta A.D. (2013)** El uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG) en Arqueología Sudamericana: una introducción. En: *El uso de Sistemas de Información Geográficos en arqueología sudamericana*. Figuerero Torres, M.J. y A. D. Izeta (Ed.) 5-8.
- Forte, M. (1996)** *Virtual Archaeology: Great Discoveries Brought to Life through Virtual Reality*. Tames and Hudson.
- Forte, M. (2009)** Cyber Archaeology: Notes on the simulation of the Past. *Virtual Archaeology Review* 4 (2): 7-18.
- Frischer, B. (2005)** Art and Science in the age of digital reproduction: From mimesis to interactive virtual reality. *I Congreso Internacional de Arqueología e Informática Gráfica, Patrimonio e Invoación*: 35-48, Sevilla.
- García, F. J. y Sánchez-González E. (2013)** Morfometría geométrica craneal en tres especies de roedores arborícolas neotropicales (Rodentia: Cricetidae:

- Rhipidomys) en Venezuela. *THERYA*, abril, 2013 Vol.4(1):157-178 DOI: 10.12933/therya-13-101
- Gasco, A., Mash, E., & Kent, J. (2014)** Clasificando variables osteométricas para la primera falange de camélidos Sudamericanos. *Intersecciones en Antropología* 15 pp.: 131-138.
- Geisa, M., Dottori, N., Cosa, M.T. (2018)** Dieta de guanaco (*Lama guanicoe*) en el Chaco Árido de Córdoba, Argentina. *Mastozoología* k, 25(1):59-80.
- Gil, D. R., Matínez Rubio, J., Baena Preysler, J. Fernández Martín, J. J., & Finta Codes, J. (2010)** Nuevos métodos para viejas tecnologías: análisis y documentación de los materiales arqueológicos mediante la aplicación de sistemas láser – escanner 3D. *Vitual Archeology Review Volumen 1 Número 1* ISSN: 1989-9947 pp: 169-173.
- Girardeau-Montaut, D. (2006)** Détection de changement sur des données géométriques tridimensionnelles. Doctorat Traitement du Signal et des Images, TSI/TII, ENST
- Gómez Roble, L. & Quirosa García, M.V. (2009)** Las nuevas tecnologías para definir el Patrimonio Cultural: Las reconstrucciones virtuales en España. *Erph 4. Revista Digital*,  
[http://www.revistadepatrimonio.es/descarga.php?nombre\\_documento=revistas/numero4/estudiosgenerales/estudios/\\_pdf/estudiosgenerales-estudios.pdf](http://www.revistadepatrimonio.es/descarga.php?nombre_documento=revistas/numero4/estudiosgenerales/estudios/_pdf/estudiosgenerales-estudios.pdf),  
accesado mayo 06, 2014.
- González, A.R. (1960)** La estratigrafía de la gruta de Intihuasi (Prov. De San Luis, R. A.) y sus relaciones con otros sitios precerámicos de Sudamérica. *Revista del Instituto de Antropología*, t. 1, Córdoba.
- Greco, C. (2016)** Reconstrucción 3D de la excavación de Loma Redonda, Tilcara. <https://sketchfab.com/models/0363d5cafe5a4d2e9ebe7f3570cf94d8>
- Greco, C. & Palamarczuk, V. (2016)** Reconstrucción 3D de la excavación del sitio El Colorado. <https://sketchfab.com/models/cdf9e95d2e3040038de049c567ec2d19>
- Hanot, P., Guintard, C., Lepetz, S. & Cornette, R. (2017)** Identifying domestic horses, donkeys and hybrids from archaeological deposits: A 3D morphological investigation on skeletons. *Journal of Archaeological Science* 78 (2017) 88e98  
<http://dx.doi.org/10.1016/j.jas.2016.12.002>
- Herzlinger, G., Goren-Inbar, N., & Grosman, L. (2017).** A new method for 3D geometric morphometric shape analysis: The case study of handaxe knapping skill. *Journal of Archaeological Science: Reports*, 14, 163-173.

- Hopkins, M.J. & Pearson, J.K. (2016)** Non-linear ontogenetic shape change in *Cryptolithus tessellatus* (Trilobita) using threedimensional geometric morphometrics. *Palaeontologia Electronica* 19.3.42A: 1-54. <https://doi.org/10.26879/665palaeo-electronica.org/content/2016/1621-3d-morphometrics-in-trilobites>
- Irujo-Ruiz D.J. & Prieto Martínez, M.P. (2005)** Aplicaciones del 3D en cerámica prehistórica en contextos arqueológicos gallegos: Un estudio sobre percepción visual. *Archeoweb* 7 (2). Documento electrónico <http://pendientedemigracion.ucm.es/info/arqueoweb/pdf/7-2/irujoruiz.pdf>.
- Izaguirre, J.I. (2016)** Nuevas Viejas Tecnologías. Modelos Tridimensionales aplicados a el Noroeste Argentinos. Tesis de Licenciatura publicado en la web <http://antropologia.filo.uba.ar/sites/antropologia.filo.uba.ar/files/documentos/TE%20SIS%20IZAGUIRRE%20final-.pdf>.
- Izeta, A.D. (2006)** Osteometría de camélidos Sudamericanos. Ejemplos de su implementación en contextos Formativos del sur de los valles Calchaquíes. Resúmenes y Trabajos del IV Congreso Mundial sobre Camélidos. Pp. 338-344. D. Olivera, M. Miragaya y S. Puig (Eds.) Santa María, Catamarca, Argentina.
- Izeta, A.D. (2007)** Zooarqueología en el sur de los Valles Calchaquíes. Estudio de conjuntos faunísticos del Período Formativo. *British Archaeological Reports International Series*. John and Erica Hedges, Oxford, UK.
- Izeta, A. D., Otaola, C., & Gasco, A. (2009)** Estándares métricos y variabilidad en falanges proximales de camélidos sudamericanos. Su importancia como conjunto comparativo para interpretaciones en arqueología/Metric standards and variability in South American camelids proximal phalanges. *Revista del Museo de Antropología*, 2(1) pp: 169-180.
- Izeta, A.D. (2010)** Variabilidad osteométrica de camélidos de sitios arqueológicos del NOA. Zooarqueología a principios del siglo XXI: aportes teóricos, metodológicos y casos de estudio, editado por M. A. Gutiérrez, M. De Nigris, P. M. Fernández, M. Giardina, A. F. Gil, A. Izeta, G. Neme y H. D. Yacobaccio. pp.: 29-38.
- Izeta, A.D., Srur M.G. & Labarca Encina R. (2012)** Guía Osteométrica de Camélidos Sudamericanos. Museo de Antropología IDACOR, 2012.
- Izeta, A.D., Costa T., Gordillo S., Cattáneo R., Boretto G., & Robledo A. (2014)** Los gasterópodos del sitio Alero Deodoro Roca, Valle de Ongamira (Córdoba,



- Argentina). Un análisis preliminar. *Revista Chilena de Antropología*, número 29, 1er semestre.
- Izeta, A.D. & Cattáneo, R. (2018)** ¿Es posible una arqueología digital en Argentina? Un acercamiento desde la práctica. *Humanidades Digitales: Construcciones locales en contextos globales*. Asociación Argentina de Humanidades Digitales, Buenos Aires.
- Izeta, A.D., Cattáneo, G.R., Robledo, A.I. & Mignino, J. (2017)** Aproximación multiproxy a los estudios paleoambientales de la provincia de Córdoba: el Valle de Ongamira como caso. *Revista del Museo de Antropología, Suplemento Especial 1*: 33-42, 2017 / ISSN 1852-060X (impreso) / ISSN 1852-4826 (electrónico). VI Jornadas Arqueológicas Cuyanas <http://revistas.unc.edu.ar/index.php/antropologia/index>
- Kaufmann, C. (2009)** Metodologías para la construcción de perfiles de mortalidad y determinación de la estacionalidad en restos óseos de Guanaco (*Lama guanicoe*): su aplicación a sitios arqueológicos de la región pampeana. Tesis de Doctorado. FCNyM, UNLP. MS
- Kent, J. (1982)** The Domestication and exploitation of the South American camelids: methods of analysis and their application to circum-lacustrine archaeological sites in Bolivia and Peru. Unpublished Ph. D. dissertation. Washington University, St. Louis, Missouri.
- Klingenberg, C. P. (2011)** MorphoJ: an integrated software package for geometric morphometrics. *Molecular Ecology Resources* 11: 353-357. doi: 10.1111/j.1755-0998.2010.02924.x
- Kulemeyer, C., Asbahr, K., Gunz, P., Frahnert, S. & Bairlein, F. (2009)** Functional morphology and integration of corvid skulls – a 3D geometric morphometric approach. *Frontiers in Zoology* 2009, 6:2 doi: 10.1186/1742-9994-6-2 / <http://www.frontiersinzoology.com/content/6/1/2>
- Lawing, A.M. & P.D. Polly (2009)** Geometric morphometrics: recent applications to the study of evolution and development. *Journal of Zoology*: 1-7 doi:10.1111/j.1469-7998.2009.00620.x
- L'Heureux, G.L. (2005)** Variaciones morfológicas en restos óseos de guanacos de sitios arqueológicos de sitios de la Patagonia Austral Continental y de las Islas Grandes de Tierra del Fuego. *Revista Magallania* Vol. 33 n°1 pp.: 81-94.

- L'Heureux, G. L. (2008)** El estudio arqueológico del proceso coevolutivo entre las poblaciones humanas y las poblaciones de guanaco en Patagonia meridional y norte de Tierra del Fuego. British Archaeological Reports Limited.
- L'Heureux, G.L. (2010)** Morfometría de camélidos sudamericanos modernos. La variabilidad morfológica y la diversidad taxonómica. Zooarqueología a principios del siglo XXI. Aportes teóricos, metodológicos y casos de estudio, MA Guitiérrez, M De Nigris, PM Fernández, M Giardina, A Gil, A Izeta, G Neme, HD Yacobaccio (eds). Espinillo: Buenos Aires; 39–49.
- L'Heureux, G.L. & Hernández, A. (2016)** Estudios morfométricos de las primeras falanges delanteras de los grandes camélidos sudamericanos. Revista Cs Morfo Volumen 18 n°2 pp.: 17-26.
- Langford, M., Fox A. & Sawdon Smith, R. (2007)** Fotografía básica. Ediciones Omega, S.A. reeditada en 2007
- López-Menchero Bendicho, V. M. & Grande A. (2011)** Hacia una Carta Internacional de Arqueología Virtual. Virtual Archaeology Review Vol. 2 N° 4: 71-75 ISSN-e 1989-9947
- López, P., Cartajena, I, Martínez, I., y Latorre, O. (2014)** Aplicación de tecnologías digitales para la reconstrucción de huesos en zooarqueología: Una propuesta desde América del Sur. *Etnobiología* 12(2): 81-83.
- Lyman, R. (2008)** Quantitative Paleozoology (Cambridge Manuals in Archaeology). Cambridge: Cambridge University Press. doi:10.1017/CBO9780511813863
- Pérez, M. (2016)** Tus primeros pasos en fotografía réflex. Editorial Blog del Fotógrafo S.R.L.
- MacLeod, N. (2008)** Understanding morphology in systematic contexts: 3D specimen ordination and 3D specimen recognition. Pp. 143–210 in Wheeler, Q. (ed), *The New Taxonomy*. CRC Press, Taylor & Francis Group, London.
- Manzano García J. & Costa T. (2017).** El guanaco (*Lama guanicoe*) desde la perspectiva de los pobladores locales de las Salinas Grandes de Córdoba: Saberes, usos y prácticas. En Yacobaccio, H. (coordinador), La relación camélidos-humanos desde diversas perpectias (económicas, simbólicas, sociales). Taller de Zooarqueología de Camélidos. Grupo de Zooarqueología de Camélidos-ICAZ. Tilcara, Jujuy.
- Martínez, G., & Gutierrez, A.M. (2004)** Tendencias en la Explotación Humana de la Fauna durante el Pleistoceno Final-Holoceno en la Región Pampeana (Argentina).

- En *Zooarchaeology of South America*, editado por G. Mengoni Goñalons, pp. 81-98. BAR International Series 1298. Oxford, UK.
- Medina, M.E., & Rivero, D. (2007)** Zooarqueología, Lama guanicoe y dinámica evolutiva del Chaco Serrano. *Mundo de Antes* 5: 211-234.
- Medina, M., Pastor, S., & Rivero, D. (2007)** Alcances y limitaciones de la osteometría de camélidos en contextos arqueológicos de las Sierras Centrales de Argentina. Resúmenes ampliados del XVI Congreso Nacional de Arqueología Argentina I: 467-470. *Revista Pacarina*, número especial. Universidad Nacional de Jujuy. Jujuy.
- McPeck, M.P., Shen, L., Torrey, J.Z. & Farid, H. (2008)** The tempo and mode of 3-dimensional morphological evolution in male reproductive structures. *Am. Nat.* **171**, E158–E178.
- Menegaz, A., Salemme, M., & Ortiz Jaureguizar, E. (1988)** Una propuesta de sistematización de los caracteres morfométricos de los metapodios y las falanges de Camelidae. En: De procesos, contextos y otros huesos. N. Ratto y A. Haber (Eds). UBA, ICA. Buenos Aires, Argentina.
- Menghin, O.F.A., & González, A.R. (1954)** Excavaciones arqueológicas en el yacimiento de Ongamira, Córdoba (Rep. Arg.) (Nota preliminar). *Notas del Museo de La Plata XVII, Antropología* N° 67: pp. 213-274.
- Mengoni Goñalons, G. L. & Yacobaccio, H. D. (2006)** The domestication of South American camelids. A view from the South-Central Andes. En: Zeder, M., D. Bradley, E. Emshwiller y B. Smith (Eds), *Documenting domestication. New genetic and archaeological paradigms*. UCP.
- Mignino, J., Martínez, J., & Izeta, A.D. (2014)** Late Holocene (-3.9kybp-present) environmental conditions through the analysis of microfauna. Upper Ongamira Valley, Northern Córdoba Province, Central Argentina. Poster en ICAZ 2014, Mendoza.
- Mignino, J. (2015)** Análisis de pequeños mamíferos del Holoceno Tardío y sus implicancias paleoambientales para la provincia de Córdoba (2900-3800 AP). El caso del Alero Deodoro Roca y Central Nuclear 2. *ArqueoGasta III – Arqueología y Redes*. Libro de Resúmenes del XIV Congreso Nacional de Estudiantes de Arqueología, Córdoba.
- Mignino, J. (2017)** Zooarqueología de pequeños mamíferos en ocupaciones del Holoceno Tardío del Sitio Alero Deodoro Roca (Valle de Ongamira, Córdoba).

Tesis de licenciatura inédita. Facultad de Filosofía y Humanidades, Universias Nacional de Córdoba.

- Mignino, J., Izeta, A. & Cattáneo, R. (2018)** Modern and archaeological owl pellets as paleoenvironmental and taphonomic markers in human occupation contexts in the Ongamira Valley, Córdoba, Argentina. *Journal of Archaeological Science: Reports* 18 pp.: 65–77 <https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2017.12.054>
- Montes, A. (1943)** Yacimiento Arqueológico de Ongamira. Congreso de Historia del Norte y Centro. Tomo I, pp. 239-252. Córdoba, 1941.
- Motta Ávila, C.A. (2014)** Reconstrucción tridimensional de fachadas de edificios empleando imágenes monoculares obtenidas por un vehículo aéreo no tripulado autónomo. Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional. Laboratorio de Tecnologías de Información, CINVESTAV-Tamaulipas. Tesis de grado.
- Müller, P., Vereenoghe, T., Wonka, P., Paap, I. & Van Gool, L. (2006a)** Procedural 3D Reconstruction of Puuc Buildings in Xkipché. *Virtual Achaeology. Proceedings of the VAST 2006*: 139-146.
- Müller, P., Wonka, P., Haegler S., Ulmer A., & Van Gool, L. (2006b)** Procedural Modeling of Buildings. *CM Transactions on Graphics (TOG)* 25:614.
- Murat Maga, A., Tustison, N.J. & Avants, B.B. (2017)** A population level atlas of Mus musculus craniofacial skeleton and automated image-based shape analysis. *Anatomical Society editora: J. Anat.* (2017) doi: 10.1111/joa.12645
- Niven, L., Steele, T.E., Finke, H., Gernat, T., Hublin, J.J. (2009)** Virtual skeletons: using a structured light scanner to create a 3D faunal comparative collection. *Journal of Archaeological Science* 39 (2009) 2018-2023.
- Otárola-Castillo, E., Torquato, M.G., Hawkins, H.C., James, E., Harris, J.A., Marean, C.W., McPherron, S.P. & Thompson J.C. (2018)** Differentiating between cutting actions on bone using 3D geometric morphometrics and Bayesian analyses with implications to human evolution. *Journal of Archaeological Science* 89 pp.: 56-67 <https://doi.org/10.1016/j.jas.2017.10.004>
- Owen, J., Dobney, K., Evin, A., Cucchi, T., Larson, G. & Vidarsdottir, U.S. (2014)** The zooarchaeological application of quantifying cranial shape differences in wild boar and domestic pigs (*Sus scrofa*) using 3D geometric morphometrics. *Journal of Archaeological Science* 43 (2014) 159 a 167. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jas.2013.12.010>

- Pascual, R. (1954)** Restos de Vertebrados Hallados en el Abrigo de Ongamira (Córdoba).  
Notas del Museo de La Plata, Antropología XVII (67): 269-274.
- Principio de Sevilla (2001)** Documento electrónico <http://smartheritage.com/wp-content/uploads/2016/06/PRINCIPIOS-DE-SEVILLA.pdf>.
- Perez, S. I. (2003)** Morfometría de poblaciones humanas prehistóricas: Una comparación de técnicas tradicionales y geométricas. *Revista Intersecciones en Antropología* N°4 pp.: 121-129
- Pérez Porto J. (2008)** Definición de Software. Página web definición.de <https://definicion.de/software/>
- Politis, G., Messineo, P., & Kaufmann, C. (2004)** El poblamiento temprano de las llanuras pampeanas de Argentina y Uruguay. *Complutum* 15 207-224.
- Porter, S.T., Huber, N., Hoyer, C. & Floss, H. (2016)** Portable and low-cost solutions to the imaging of Paleolithic art objects: A comparison of photogrammetry and reflectance transformation imaging. *Journal of Archaeological Science: Reports* 10 (2016) 859–863 <http://dx.doi.org/10.1016/j.jasrep.2016.07.013>
- Puig, S. (1988)** Craneología y craneometría de camélidos: Diferenciación interespecífica y determinación de la edad. *Xama* (Publicación de la unidad de Antropología) 1:43-56. CRICYT, Mendoza.
- Richardson, L. (2013)** A Digital Public Archaeology? *Papers from the Institute of Archaeology*, 23(1): 10, pp. 1-12, DOI: <http://dx.doi.org/10.5334/pia.431>
- Reitz, E., & Wing, E. (2008)** *Zooarchaeology* (Cambridge Manuals in Archaeology). Cambridge: Cambridge University Press.
- Robledo, A. (2016)** “Estudios antracológicos en los espacios de combustión del Alero Deodoro Roca – Ongamira (Córdoba)”. *South American Archaeology Series* 25. Archaeopress.
- Robledo, A., Cattáneo, R. & Conte, B. (2017)** Tecnología lítica y el uso del espacio en el alero Parque Natural Ongamira 1 (depto. Ischilín, Córdoba, Argentina). *Anales de Arqueología y Etnología* 72, N°2, 219-244, Mendoza. ISSN 0325–0288
- Roosevelt, C. H., Cobb, P., Moss, E., Olson, B. R., & Ünlüsoy, S. (2015)**. Excavation is Destruction Digitization: Advances in Archaeological Practice. *Journal of Field Archaeology*, 40(3), 325–346.
- Rosendaal, T., Babahin, A., Kuznetsov, A., Nussbaumer, A., Riakiotakis, A., Skorupa, B. & Montagne, B. (1998)** Blender [computer program]. Version 2.67. Amsterdam: Blender Foundation.

- Selden, Jr.R.Z., Perttula, T.K. & O'Brien, M.J. (2014)** Toward a Morphometric Phylogeny of Caddo Ceramics: A Test of 3D Geometric Morphometrics (Poster). Texas Academy of Science Annual Meeting, Galveston, Texas.
- Suquía.** Base digital de la Facultad de Filosofía y Humanidades, página web <https://suquia.ffyh.unc.edu.ar/>.
- Styner, M., Oguz, I., Xu, S., Brechbuehler, C., Pantazis, D., Levitt, J.J., Shenton, M.E. & Gerig, G. (2006)** Framework for the statistical shape analysis of brain structures using SPHARM-PDM. *Insight J.* <http://hdl.handle.net/1926/215>
- Tejado, S. (2005)** Escaneado en 3D y prototipado de las piezas arqueológicas: las nuevas tecnologías en el registro, conservación y difusión del patrimonio arqueológico. *Iberia* 8: 135-158.
- Tonni, E. P. & Politis G. G. (1980)** La distribución del guanaco (Mammalia, Camelidae) en la provincia de Buenos Aires durante el Pleistoceno tardío y Holoceno. Los factores climáticos como causas de su retracción. *Ameghiniana* XVII 1: 53-66.
- UNESCO (2003)** Carta sobre la Preservación del Patrimonio Digital. Documento Electrónico <http://unesdoc.unesco.org/images/0013/001325/132540s.pdf>.
- Van der Niet, T., Zollikofer, C.P.E., Ponce de León, M.S., Johnson, S.D. & Linder, H.P. (2010)** Three-dimensional geometric morphometrics for studying floral shape variation. *Trends in Plant Science*, 15(8):423-426. Postprint available at: <http://www.zora.uzh.ch>
- Vazquez F. & Díaz Pais E. (2014)** Arqueología virtual en una estancia colonial argentina *Virtual Archaeology Review* Volumen 5 Número 10. ISSN: 1989-9947
- Yacobaccio, H.D. (2008)** Intensificación económica y complejidad social en cazadores-recolectores surandinos. *Boletín de Arqueología PUCP*; 2008 vol. 10 p. 305 – 320
- Yravedra, J., García-Vargas, E., Maté-González, M.Á., Aramendi, J., Palomeque-González, J.F., Vallés-Iriso, J., & Domínguez-Rodrigo, M. (2017)** The use of Micro-Photogrammetry and Geometric Morphometrics for identifying carnivore agency in bone assemblages. *Journal of Archaeological Science: Reports*, 14, 106-115.
- Weihmüller M.P, Costa, T. & Cattáneo R. (2018)** Lesiones y anomalías óseas en una colección de guanacos chaqueños actuales de las Salinas Grandes de Córdoba, Argentina. Poster presentado en las Jornadas Cuyanas, Mendoza 2018.
- Wheeler, J. (1982)** Ageing Llamas and Alpacas by their teeth. *Llama World* 1: 12-17

- Wiley, D., Amenta, N., Alcantara, D., Ghosh, D., Kil, Y.J., Delson, E., Harcourt-Smith, W., St. John, K., Rohlf, F.J. & Hamann, B. (2005)** Evolutionary morphing. *Proc. IEEE Vis. Conf.* **2005**, 431–438.
- Zubrow, E. (2006)** Digital archaeology: The historical context. In T. L. Evans & P. Daly (Eds.), *Digital Archaeology: Bridging Method and Theory* (pp. 10–31). London: Routledge.