

Observaciones tafonómicas longitudinales de osamentas de guanaco en el Parque Provincial Ernesto Tornquist (provincia de Buenos Aires, Argentina): primeros resultados



Natalia S. Morales

 <https://orcid.org/0000-0002-6649-7043>

División Antropología, Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata (UNLP). Paseo del Bosque s/n (CP B1900FWA) La Plata, Buenos Aires, Argentina. E-mail: moralesnatalia@fcnym.unlp.edu.ar

Luciana Catella

 <https://orcid.org/0000-0002-0768-7066>

División Antropología, Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata (UNLP). Paseo del Bosque s/n (CP B1900FWA) La Plata, Buenos Aires, Argentina. E-mail: catellaluciana@gmail.com

Gustavo Barrientos

 <https://orcid.org/0000-0002-1875-6792>

División Antropología, Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata (UNLP) / Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). Paseo del Bosque s/n (CP B1900FWA) La Plata, Buenos Aires, Argentina. E-mail: gustavbarrie@yahoo.com.ar

Recibido: 15 de marzo de 2023

Aceptado: 31 de julio de 2023

Resumen

En este trabajo se presentan los primeros resultados de un estudio longitudinal iniciado en el año 2016, orientado a analizar las trayectorias tafonómicas que siguen las osamentas de guanaco en el Parque Provincial Ernesto Tornquist (PPET), ubicado en el sector central del Sistema Serrano de Ventania, en el sudoeste de la provincia de Buenos Aires. La muestra está compuesta por siete individuos depositados en distintos ambientes del PPET y en diferente estado de desarticulación, dispersión y enterramiento de sus huesos. Se presenta una descripción detallada de cada caso, describiéndose la metodología de observación y de análisis de datos. Las observaciones efectuadas proporcionan información relevante acerca del impacto de los distintos agentes tanáticos y tafonómicos actualmente operantes en el área de estudio. En particular, los datos obtenidos permiten establecer diferencias en las tasas de descomposición, desarticulación y dispersión de los restos óseos en relación con casos registrados en otras áreas geográficas del país.

PALABRAS CLAVE: Tafonomía; Camélidos; Región Pampeana; Análisis espacial; SIG

Longitudinal taphonomic observations of guanaco carcasses in the Parque Provincial Ernesto Tornquist (Buenos Aires province, Argentina): First results

Abstract

This paper presents the initial findings of a longitudinal study that began in 2016, aimed to analyze the taphonomic trajectories of guanaco bones in the Ernesto Tornquist Provincial Park (PPET), located in the central sector of the Ventania Ranges in the southwest of Buenos Aires province (Argentina). The sample consists of seven individuals deposited in different environments within the PPET, with varying degrees of disarticulation, dispersion, and burial. The text presents a detailed description of each case, including the methodology used for observation and data analysis. The observations provide relevant information about the impact of the different thanatic and taphonomic agents currently active in the study area. Specifically, the data obtained allow us to assess differences in decomposition rates, bone disarticulation, and dispersion of the remains compared to cases recorded in other geographical areas of the country.

KEYWORDS: Taphonomy; Camelids; Pampean Region; Spatial analysis; GIS

Introducción

Las observaciones de tipo actualístico en entornos naturales constituyen, junto con la experimentación, las vías metodológicas apropiadas para el estudio de las relaciones que vinculan la actividad de uno o más agentes con sus consecuencias materiales. Tales relaciones de causa-efecto son de interés central en los estudios arqueológicos en general y tafonómicos en particular, por cuanto su adecuada comprensión permite mejorar las herramientas inferenciales con las que contamos para acceder al conocimiento del pasado a partir de los restos materiales (y de sus relaciones recíprocas y con su entorno) que observamos en el presente (Binford, 1977, 1981; Marean, 1995). En especial, las observaciones naturalistas referidas a restos de animales muertos en contextos ambientales actuales y bajo diferentes circunstancias, han constituido un tema recurrente de investigación durante los últimos 40 años, tanto a nivel global como local (v.g. Alunni et al., 2021; Andrews y Cook, 1985; Andrews y Whybrow, 2005; Behrensmeyer, 1991; Belardi y Rindel, 2008; Bernáldez Sánchez et al., 2008; Borella y Borrero, 2010; Borella y Muñoz, 2006; Borrero, 1988a, 2007; Borrero et al., 2018; Cruz, 2007; Cruz y Muñoz, 2010; Haynes, 1988, 1995; Hill, 1979; Kaufmann, 2009; Kaufmann y Messineo, 2002; Kaufmann et al., 2018; Liebig et al., 2003; Mameli y Estévez, 1999-2001; Marchionni et al., 2022; Massigoge et al., 2010; Muñoz, 2008; Muñoz y Cruz, 2014; Nagaoka et al., 2008; Nasti, 1994-1995; Otaola, 2013; Otaola y Tripaldi, 2016; Rindel y Belardi, 2006; Scheifler et al., 2022). Estos estudios se han centrado tanto en la evaluación de los cambios producidos en osamentas¹ pertenecientes a un mismo taxón bajo diferentes condiciones ambientales (v.g. Borrero, 2007; Nasti, 2000), como en el análisis de las diferencias intertaxonómicas ocurridas en un mismo

¹ Preferimos el término "osamenta", en su doble acepción de "esqueleto del ser humano y de los animales" y "conjunto de los huesos sueltos del esqueleto" (Real Academia Española, 2023b) por sobre el de "carcasa", muy utilizado en la literatura especializada en el tema objeto de este trabajo, por cuanto el segundo sólo significa "esqueleto" (Real Academia Española, 2023a), sin reflejar el más complejo y matizado significado del término inglés del que pretende ser su traducción (v.g. Merriam-Webster, 2023).

ambiente (v.g. Bernáldez Sanchez et al., 2008; Cruz y Muñoz, 2010; Otaola y Tripaldi, 2016). La implementación de estudios tafonómicos regionales permitió identificar las diversas variables que pueden influir sobre la conservación de los restos óseos en sus respectivos contextos de depositación, las chances de tales restos de ser incorporados a los depósitos sedimentarios a través de los procesos de enterramiento y, finalmente, las probabilidades de contaminación con huesos de origen reciente de los conjuntos arqueofaunísticos enterrados (Borrero, 1988a, 1988b, 2001a, 2020; Haynes, 2018).

En Argentina, los estudios actualísticos naturalistas más numerosos son aquellos efectuados sobre osamentas de guanaco. A pesar de la distribución actual de las poblaciones de esta especie en el territorio nacional, hasta ahora tales estudios han estado restringidos sólo al ámbito patagónico (*i.e.* Patagonia continental y Tierra del Fuego; Belardi y Rindel, 2008; Borrero, 2007; Borrero et al., 2005; Cruz y Muñoz, 2010; Estévez y Mameli, 2000; Kaufmann, 2009; Kaufmann y Messineo, 2002; Kaufmann et al., 2018; Mameli y Estévez, 1999-2001; Mameli et al., 2002; Marchionni et al., 2022; Rindel y Belardi, 2006), aunque existen estudios de otro camélido (vicuña) en ambientes de Puna (Nasti 1994-1995). Considerando esta situación, en el año 2016 se inició una investigación de mediano y largo plazo acerca de los procesos tafonómicos actuantes sobre osamentas de guanaco depositadas en el Parque Provincial Ernesto Tornquist (PPET). Éste se ubica en el sistema serrano de Ventania (partido de Tornquist), en el sudoeste de la provincia de Buenos Aires. En este trabajo se presentan los primeros resultados obtenidos de dichas observaciones, las cuales tienen como finalidad: a) contribuir a ampliar la casuística referida a estudios tafonómicos longitudinales sobre osamentas de guanacos (en este caso, en un ambiente más cálido y húmedo que los hasta ahora evaluados en Argentina); b) perfeccionar las técnicas de registro, análisis y representación de datos; c) reunir información relevante que sirva para aumentar el conocimiento, en el área de Ventania y zonas adyacentes, acerca de las tasas de degradación de los tejidos blandos y de la desarticulación, meteorización y enterramiento de los huesos.

Materiales y métodos

Las observaciones aquí presentadas se llevaron a cabo sobre osamentas de guanaco depositadas en diferentes ambientes del PPET (Figura 1). El PPET se creó en el año 1937 y fue ampliándose en diferentes etapas hasta alcanzar los 67 km² de superficie

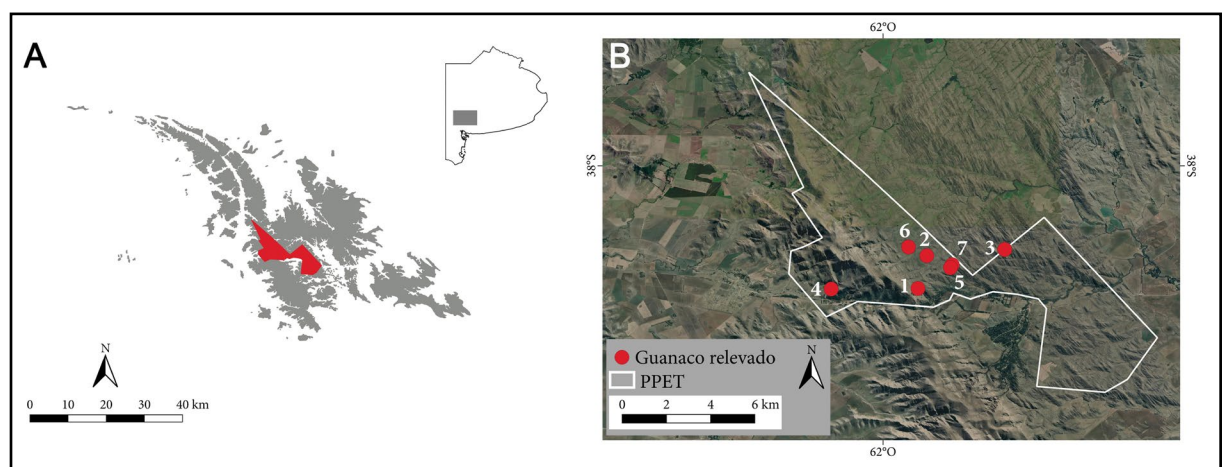


Figura 1. A) Localización del Parque Provincial Ernesto Tornquist (PPET) en el sistema serrano de Ventania (pcia. de Buenos Aires). B) Mapa con la ubicación, dentro de los límites del PPET, de las osamentas de guanaco analizadas.

que posee en la actualidad. Forma parte del Sistema Federal de Áreas Protegidas y se encuentra administrado por el Ministerio de Ambiente del Gobierno de la Provincia de Buenos Aires. Es un área protegida localizada en el sector central del sistema serrano de Ventania, que alberga el último reducto del pastizal pampeano serrano, así como a numerosas especies endémicas, tanto vegetales (v.g. *Plantago bismarckii* o llantén) como animales (v.g. *Pristidactylus cashuatiensis* o iguana de cobre), así como especies propias de la ecorregión Pampa [v.g. puma (*Puma concolor*), zorro gris pampeano (*Lycalopex gymnocercus*), zorrino (*Conepatus chinga*), vizcacha (*Lagostomus maximus*)]. Dentro del mismo se encuentra, también, una importante cantidad de especies animales introducidas luego de la conquista europea tales como caballo (*Equus caballus*), vaca (*Bos taurus*) y jabalí (*Sus scrofa*) y varias especies vegetales de árboles y arbustos (v.g. *Pinus* sp., *Spartium junceum*, *Genista monspessulana*).

El PPET se localiza en un área de clima Mesotermal húmedo (templado húmedo), con temperaturas medias anuales superiores a 15-14 °C (enero alrededor de 19 °C y julio alrededor de 8 °C) y precipitaciones que no superan los 900 mm anuales. La velocidad promedio de los vientos del área no supera los 50 km/h, en tanto que las ráfagas pueden alcanzar una velocidad máxima de hasta 120 km/h y, en el caso de las cumbres, incluso superar los 150 km/h (Kristensen, 1992; Kristensen y Frangi, 1995).

La población de guanacos del PPET constituye uno de los últimos relictos poblacionales de esta especie en el territorio bonaerense² (Carmanchahi et al., 2019). Se encuentra aislada y en estado crítico de conservación, debido a su pequeño tamaño y a la competencia con las grandes tropillas de caballo cimarrón que habitan el PPET. En el año 2007, la población preexistente fue suplementada con el objetivo de aumentar su viabilidad y restaurar la herbivoría del Parque con un mamífero nativo (Zapperi, 2009; Zapperi y Scorolli, 2008). De esta manera, se introdujeron 22 ejemplares (20 hembras y dos machos caravaneados) procedentes del establecimiento rural Estancia San Pedro, ubicado en las sierras de Las Tunas, en el sector occidental del Sistema Serrano de Ventania (Zapperi, 2009; Zapperi y Piován, 2008). Según las últimas estimaciones realizadas, que fueron efectuadas con posterioridad al refuerzo poblacional, el grupo no superaba los 50 individuos (Zapperi, 2009; Zapperi y Piován, 2008; Zapperi y Scorolli, 2008).

Se relevaron siete osamentas de guanaco, cuatro de ellas fueron halladas por personal del parque y tres por los autores en recorridas realizadas durante los relevamientos (Figura 1). Se ubican en sectores del PPET con características microambientales diferentes, en sitios donde el acceso del público visitante se encuentra restringido. Al momento de su hallazgo, presentaron un variado estado de descomposición, desarticulación y dispersión. Cada una de las osamentas fue georreferenciada y visitada periódicamente. No todas las osamentas poseen la misma cantidad de observaciones, esto se debe a que las mismas fueron localizadas en el terreno en distintos momentos del desarrollo de este estudio. Por otra parte, debido a las limitaciones impuestas por las situaciones de ASPO y DISPO producidas por la pandemia de COVID-19, el seguimiento de las osamentas no se llevó a cabo en el año 2020 y sólo se realizó parcialmente durante 2021.

En cada caso, se registraron las condiciones microambientales (i.e. pendiente, tipo de sustrato, humedad del sustrato, cobertura vegetal) y se determinó, cuando fue posible, el sexo, la edad aproximada y la probable causa de muerte. Además, se estimó el

2 Aparte de la considerada en este trabajo, las poblaciones de guanacos existentes en el territorio bonaerense son las de la Reserva Natural Bahía Blanca, Bahía Falsa y Bahía Verde y sectores continentales muy puntuales del partido de Villarino (Cajal, 1983; De Lucca y Chimento, 2020; González et al., 2006; Petracci et al., 2021; Sierpe, 2015; Vilá, 2012; Zapperi, 2009).

porcentaje de completitud de cada osamenta al momento de la primera observación. El sexo de los animales fue determinado mediante un examen de los dientes caninos y de la pelvis (Kaufmann, 2009), en tanto la edad se definió a partir del estado de fusión de los huesos largos y de las cinturas, considerando tres grandes grupos etarios (*i.e.* crías, juveniles y adultos) (Kaufmann, 2009). En cada nueva observación, se tomaron fotografías del conjunto y de cada elemento en particular; se describieron asimismo el grado de descomposición de los tejidos blandos y el grado de desarticulación de la osamenta. Se identificó y mapeó cada uno de los elementos óseos y se evaluó su meteorización, grado de enterramiento y presencia de marcas y/o fracturas, siguiendo en cada caso las propuestas metodológicas de Behrensmeyer (1978), Binford (1981), Fisher (1995), Johnson (1985) y Lyman (1994). Por otra parte, se registraron en el campo las modificaciones locales y estacionales en la vegetación (que influye sobre la visibilidad de los elementos), en la humedad del sustrato, así como las evidencias de perturbación por agentes bióticos y abióticos.

Toda la información espacial fue sistematizada mediante la utilización del sistema de información geográfica libre QGIS (vers. 3.16 Hannover). Finalmente, y a los fines de evaluar la existencia de patrones significativos en la distribución espacial de los elementos óseos, así como sus variaciones temporales, se realizaron mediante el uso del paquete informático Past 4.10 (Hammer et al., 2001), los análisis estadísticos de densidad kernel y vecino más próximo (un antecedente de densidad kernel aplicado a un estudio de similares características puede encontrarse en Mameli et al., 2002). El análisis de densidad kernel es una técnica no paramétrica, debido a que parte de los datos mismos, sin considerar presunciones en los patrones distribucionales. Permite visualizar y describir patrones de concentración de densidad de eventos (Baxter y Beardah, 1996; Beardah y Baxter, 1996; Keeler, 2007; Wheatley y Gillings, 2002), en este caso, restos óseos de guanaco. La idea de base fue identificar, mediante este procedimiento, el probable foco inicial de dispersión de huesos, principalmente en los casos en los que la primera observación se realizó sobre una osamenta ya esquelizada y desarticulada. Para la realización de este análisis se utilizó, en todos los casos, la función gaussiana y un radio de búsqueda de 1,5 m. Los valores máximos en la escala de representación fueron diferentes entre osamentas, pero se mantuvieron constantes para cada una de ellas, a los fines de permitir la identificación de sus variaciones temporales. Los resultados se graficaron mediante un mapa de calor. El análisis de vecino más próximo, por su parte, permite evaluar si los datos puntuales (*i.e.* elementos óseos) se encuentran agrupados o dispersos y calcula el área de dispersión de los mismos a partir de un polígono convexo. Dicho análisis entrega el valor de un parámetro (R) y el de su probabilidad asociada (p). Valores de R menores a 1 indican agrupamiento, en tanto que valores mayores a 1 indican una tendencia a la dispersión, los que deben ser interpretados teniendo en cuenta el valor de p. En todos los casos, el valor de α fue fijado en 0,05.

Resultados

A continuación, se describirán las observaciones longitudinales efectuadas en cada una de las osamentas detectadas, cuyas características principales están resumidas en la Tabla 1.

Guanaco tafonómico n° 1

En abril del año 2008, integrantes del equipo de trabajo identificaron un guanaco adulto de sexo indeterminado, recientemente muerto, enredado en un alambrado interno (muerte "por enganche" *sensu* Rey, 2010). La osamenta se localizaba en un cañadón con pendiente pronunciada, sustrato rocoso con escaso sedimento y vegetación de pastos

Guanaco Tafonómico	#1	#2	#3	#4	#5	#6	#7
Cant. observaciones	2	11	3	5	5	6	2
Primera observación	2008	2016	2017	2017	2017	2018	2019
Ambiente	rocoso, con vegetación	vega, con suelo estacionalmente saturado de agua	rocoso, con suelo poco potente	pastizal con bloques de rocas dispersas	pastizal bajo, escasas rocas	pastizal bajo con bloques de rocas	pastizal bajo con afloramientos pequeños
Altitud (m s.n.m.)	554	490	522	500	498	506	460
Pendiente (°)	15,9	7	9	13,5	12	5	6,5
Categoría de edad	adulto	adulto	juvenil	adulto	juvenil	adulto	juvenil
Sexo	indet.	hembra	hembra	macho	hembra	macho	indet.
Fecha de muerte	otoño 2008	invierno 2016	indet.	indet.	indet.	otoño/invierno 2018	indet.
Causa de muerte	por enganche	natural	por enganche	indet.	indet.	por enganche	indet.
% de completitud primera observación	100	100	19,5	48,5	17,1	100	20,7

Tabla 1. Resumen de la información de cada una de las osamentas observadas.

de mediana altura, a 532 m s.n.m. La osamenta se encontraba sujeta al alambrado por su porción posterior y presentaba aun abundante cantidad de cuero y tejidos blandos adheridos a los huesos. Las dos extremidades anteriores se habían separado del esqueleto y se encontraban dispersas en las inmediaciones, con abundante cantidad de tejidos blandos y con sus elementos constituyentes articulados. Ocho años y medio después, en septiembre de 2016 –cuando comenzó este programa de investigación–, se intentó localizar la osamenta a los fines de evaluar su estado de descomposición, desarticulación y supervivencia de partes. Para ese momento, se constató que sólo se mantenían en superficie, en cercanías del alambrado donde inicialmente se encontraba la osamenta, una escápula y un húmero, ambos de lateralidad derecha y con sus centros de osificación fusionados. Con posterioridad, no se realizaron más observaciones de esta osamenta.

Guanaco tafonómico n° 2

Se trata de una hembra adulta, ubicada en un ambiente de vega, con suelos estacionalmente saturados de agua y pastizales bajos. Con el hallazgo de esta osamenta por personal del PPET en septiembre de 2016, se dio inicio a un estudio longitudinal de la misma. Se estima que su deceso ocurrió durante el invierno de dicho año ya que, al momento de su hallazgo, la osamenta aún se encontraba completa, articulada, con vellón y una importante cantidad de tejidos blandos. En este momento, se observó la presencia, sobre la osamenta, de individuos adultos de mosca metalizada (*Diptera: Calliphoridae*), de hábito necrófago con preferencia por el estado fresco de descomposición. No se detectaron modificaciones que permitieran identificar la causa de muerte. Hasta el presente, se ha realizado su seguimiento por un período de 6 años y 3 meses, durante el cual se realizaron un total de 11 observaciones, de las cuales 7 se concentraron en los primeros 20 meses del estudio. A éstas se agrega la observación 0, realizada al momento del hallazgo, cuando el personal del PPET tomó fotografías de la osamenta y del ambiente.

La Figura 2 muestra el proceso de desarticulación ocurrido durante los primeros meses del estudio. A los dos meses de la primera observación (noviembre 2016), se registró un desplazamiento de la osamenta completa de, aproximadamente, 4 metros desde su posición original. Las primeras unidades anatómicas en desarticularse fueron los miembros delanteros y algunas costillas (noviembre 2016), seguidos por el cráneo, la mandíbula y el atlas (febrero 2017). El tejido blando disminuyó rápidamente su cantidad entre septiembre y noviembre 2016, momento en el cual sólo se observó la presencia de tejido conectivo y escasos sectores con adherencias de músculo y/o cuero seco. Entre febrero y agosto de 2017, se produjo la segmentación de la osamenta en dos conjuntos de huesos articulados, así como la desarticulación y dispersión de los elementos de las extremidades delanteras y la porción distal de las traseras. Para mayo de 2018, en el

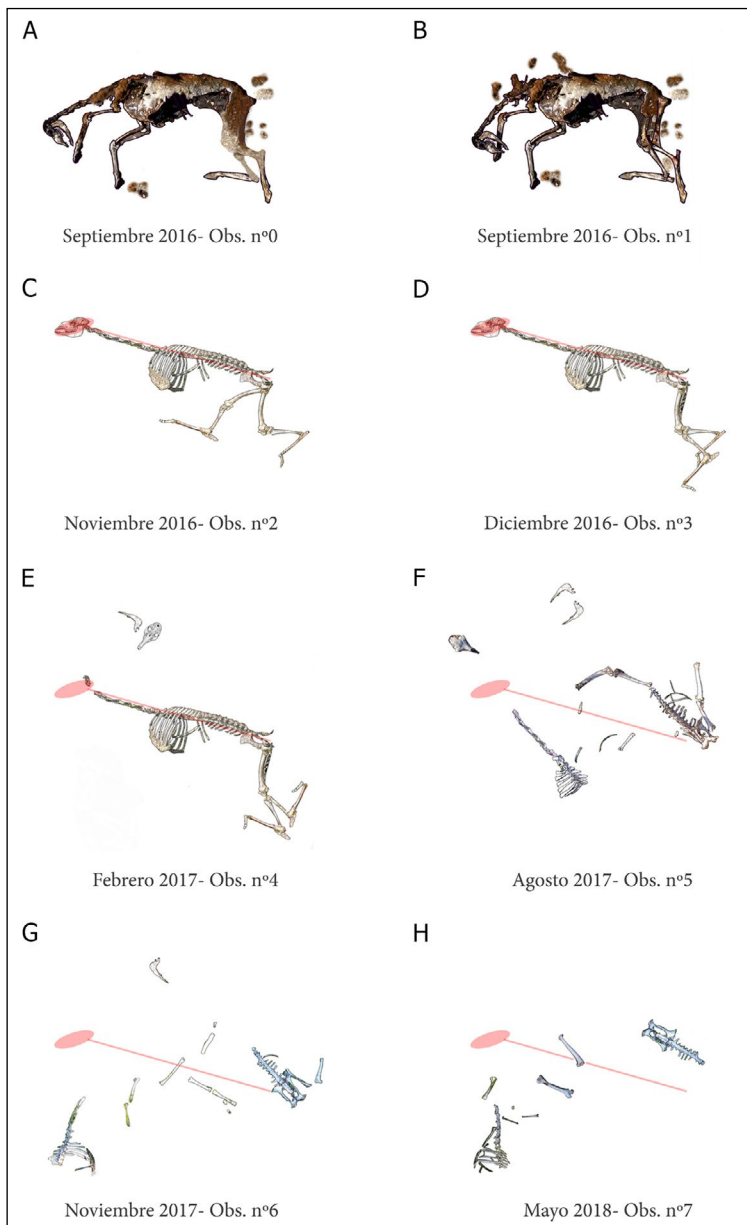


Figura 2. Secuencia del proceso de desarticulación del guanaco tafonómico n° 2, ocurrida durante los primeros 20 meses de seguimiento. A modo de referencia para visualizar los cambios en la posición relativa de los elementos en relación con el tiempo, en C-H se indica en color rosa la posición del cráneo y de la columna vertebral alcanzada en noviembre de 2016.

foco inicial de dispersión de la osamenta, había disminuido notablemente la cantidad de elementos presentes.

En diciembre de 2016 se observó que algunas de las costillas que se habían desarticulado y dispersado previamente presentaban evidencias de mascado, atribuibles a carnívoros o carroñeros pequeños. En cuanto a la meteorización, las primeras evidencias se registraron en febrero 2017, poco tiempo después de haber desaparecido los tejidos blandos. Los primeros elementos en meteorizarse fueron fémures, húmeros, radiocúbitos y escápulas y, hacia mayo de 2019, la mayor parte de los elementos se encontraba en el estadio 1. El cráneo, la tibia izquierda, el axis, tres vértebras torácicas y tres costillas aún no mostraban signos de meteorización para ese momento. Se registró también durante esta observación que un fémur se encontraba fragmentado producto del pisoteo de animales de gran porte (*i.e.* vaca, caballo y/o jabalí). Para diciembre 2022, la totalidad de los elementos se encontraba en el estadio 1 de meteorización, con excepción del cráneo, que se encontraba en el estadio 2.

El área de dispersión de los elementos aumentó de 38 m², en noviembre de 2016, a 203 m², en mayo de 2019. Aquellos que más se habían desplazado con respecto a su posición original eran algunas vértebras y fragmentos de costilla. A partir de esta última fecha, ya no se observó la presencia de tejido blando, con la excepción de pequeñas porciones sobre el sacro y la pelvis. En las siguientes observaciones, el número de elementos disminuyó, al igual que el área de dispersión, que en diciembre de 2022 se limitaba a 97 m² (para este momento el cráneo, ya en proceso de fragmentación, era el elemento más distante al foco inicial de dispersión). Esta disminución en el área de dispersión de elementos probablemente se deba a un aumento en la fragmentación (principalmente en costillas) y al enterramiento de los elementos. Esto pudo ser consecuencia de la casi completa desarticulación de la osamenta y de la acción de pisoteo ejercida por animales de gran porte (*i.e.* vaca, caballo y/o jabalí). Los primeros elementos observados en proceso de enterramiento fueron, en febrero de 2017, los huesos pequeños (*i.e.* carpianos, tarsianos, falanges, rótula) y, posteriormente, en mayo de 2018, calcáneo derecho, fragmento de costilla, metacarpo derecho, metatarso izquierdo, 1° falange. Este proceso de dispersión y desaparición de elementos de la superficie del terreno puede observarse en la Figura 3, donde se muestran los mapas de densidad kernel realizados para: a) mayo de 2018, momento en que la osamenta se encuentra casi completamente desarticulada, b) mayo de 2019, cuando el área de dispersión fue mayor y c) diciembre de 2022, última observación realizada. Los resultados del análisis del vecino más próximo muestran un agrupamiento de los datos, inclusive en las últimas observaciones. Sin embargo, en diciembre de 2022 el valor de R se acerca a 1 y el valor de probabilidad es cercano a 0,05, evidenciando un menor agrupamiento de los elementos óseos (Figura 3B). Estos resultados son compatibles con los esperados durante una fase temprana del proceso de desarticulación y dispersión de las partes esqueléticas a partir de un foco inicial bien establecido. Éste aún puede ser identificado más de tres años después del evento de muerte del animal.

Guanaco tafonómico nº 3

Corresponde a una hembra juvenil que fue descubierta por personal del PPET en agosto del año 2017, en inmediaciones de un alambrado perimetral. La osamenta fue hallada en un sector alejado de los lugares de tránsito habituales, en un ambiente rocoso, de difícil acceso, con pendiente pronunciada y escasa potencia de sedimento (Tabla 1). En ninguna de las visitas se observaron rastros de actividad animal tales como heces u "hozadas"³.

³ Se denomina "hozada" u "hozadura" a uno de los rastros más evidentes dejados por los jabalíes, producto de la búsqueda de alimentos bajo la tierra con su hocico. Las hozadas muchas veces pueden confundirse con marcas sobre el terreno producidas por vacas, caballos u otros mamíferos, pero las de jabalí se ca-

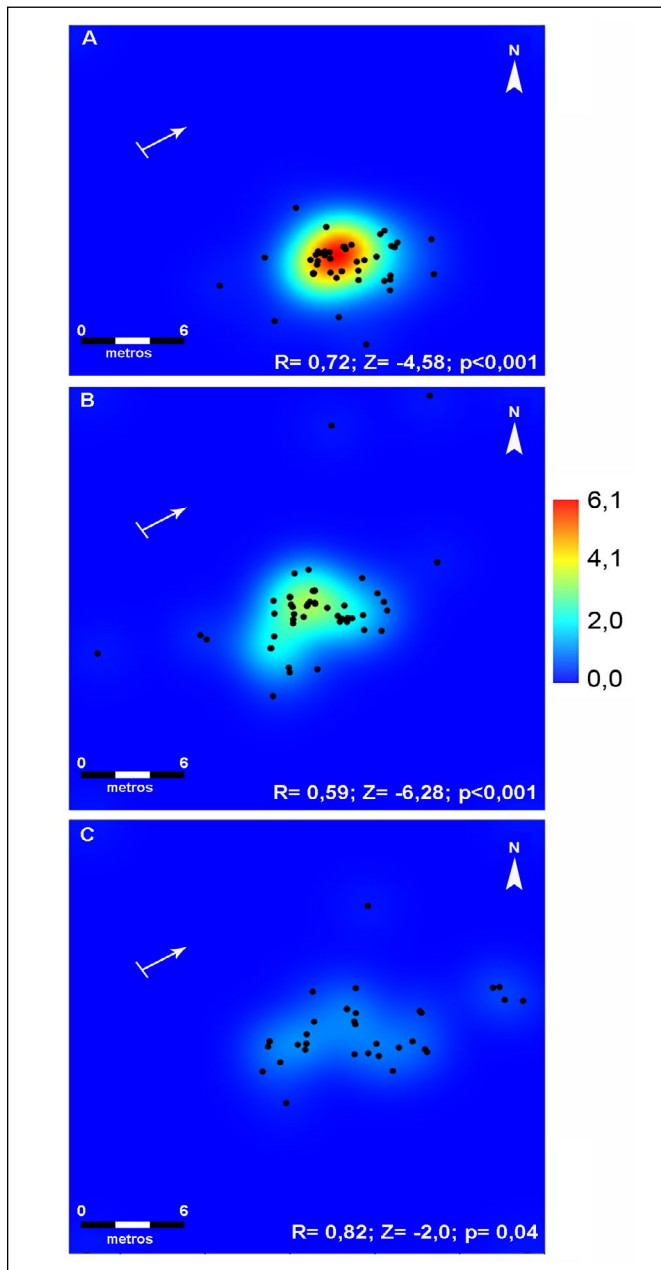


Figura 3. Mapa de densidad kernel para los restos óseos del guanaco tafonómico n° 2. A) Mayo de 2018; B) Mayo de 2019; C) Diciembre de 2022. Las flechas indican el sentido predominante de la pendiente del terreno.

Durante las visitas al lugar, tampoco se avistaron animales en las inmediaciones. La distribución de los elementos a ambos lados del alambrado permite considerar que el deceso del animal pudo haber sido consecuencia de quedar enganchado al intentar cruzarlo desde un lado hacia el otro, tal como se observó en otros casos (guanacos n° 1 y n° 6). Al momento del hallazgo, la osamenta se encontraba completamente esqueletizada y desarticulada. Si bien ésta se encontraba representada por una alta cantidad de elementos, no se registró la presencia de vértebras torácicas, esternón, sacro, tibias, ni metapodios.

racterizan por presentar, además de terrones de tierra, rocas, raíces y troncos removidos (Puigdefábregas Tomas, 1980).

Se realizaron tres observaciones de esta osamenta, la primera de ellas en noviembre de 2017, la segunda en mayo de 2018 y la última en mayo de 2019. Durante ese lapso, se observó el desplazamiento de algunos elementos óseos y un aumento de su área de dispersión, que fue de 50 m² en noviembre 2017 a 65 m² en mayo de 2019, donde algunos fragmentos de costilla y una vértebra eran los elementos más alejados del foco inicial de dispersión. Este aumento aparente en el área de dispersión se vincula, principalmente, con un aumento en la visibilidad producto de una reducción de la cobertura vegetal provocada por la combinación de un período de sequía y el receso vegetativo característico de los meses de otoño e invierno. Estos factores permitieron relevar nuevos elementos. Durante la primera observación se identificaron marcas de carnívoros en las dos escápulas y una costilla y se observó que todos los huesos presentaban estadio 1 de meteorización, con excepción de los fémures y húmeros que evidenciaban estadio 2. Posteriormente, se registró un aumento en el grado de meteorización de húmeros y fémures, que pasaron del estadio 2 en noviembre de 2017 al estadio 3 en mayo de 2018. Por último, para mayo de 2019, la cantidad de elementos en el estadio 3 se mantuvo, pero aumentó a más del doble el número de elementos en el estadio 2.

La Figura 4 muestra los mapas de densidad kernel para la primera y última observación. Ambos permiten identificar una zona de mayor densidad junto al alambrado, compuesto exclusivamente por elementos del esqueleto axial. A su vez, se puede identificar el desplazamiento de algunos elementos y la aparición de otros. El resultado del análisis del vecino más próximo para ambas observaciones permite rechazar la hipótesis nula de que estemos en presencia de un agrupamiento aleatorio de huesos (Figura 4A y B).

Guanaco tafonómico n° 4

La osamenta de este individuo fue relevada, por primera vez, en noviembre de 2017 a partir de la información brindada por personal del PPET. Se trata de un macho adulto, del que se desconocen la fecha y la causa de muerte. Sus restos se distribuyen en un ambiente de pastizales altos (lo que limita la visibilidad), con abundantes bloques de rocas y pendiente pronunciada (Tabla 1). En inmediaciones de la osamenta se registraron heces de caballo, habiéndose avistado en el área tanto caballos como vacas. En diciembre 2022 se observó, además, la presencia de rocas volteadas y/o desplazadas, probablemente como consecuencia de la acción de jabalíes al buscar alimento. Al momento de la primera observación, la osamenta se encontraba esqueletizada (algunos elementos presentaban pequeñas porciones de tejidos blandos adheridas a la superficie ósea) y con un alto grado de desarticulación (sólo la columna vertebral se encontraba articulada, aunque segmentada en dos secciones). La osamenta se halla representada por una alta proporción de elementos, encontrándose ausentes escasos huesos (*i.e.* atlas, vértebras caudales, tibias, calcáneos, tarsianos menores, terceras falanges).

Entre noviembre 2017 y diciembre 2022 se realizaron cinco observaciones de esta osamenta, lapso durante el cual se observó un aumento en el área de dispersión de los elementos, hasta alcanzar un área de 1395 m², aproximadamente, en diciembre de 2022. La columna vertebral, única porción parcialmente articulada al inicio de las observaciones, aumentó su grado de desarticulación entre noviembre de 2017 y mayo de 2018, para luego permanecer sin cambios hasta diciembre de 2022, momento en que se la observó completamente desarticulada. En noviembre de 2017, cuando se realizó la primera observación, se registró la presencia de marcas de carnívoros en algunos elementos (*i.e.* costillas, escápulas). En este momento, la mayoría de los restos óseos presentaban meteorización en estadio 1, con excepción de algunas unidades anatómicas que se encontraban en estadio 0 (*i.e.* cráneo, porción de la

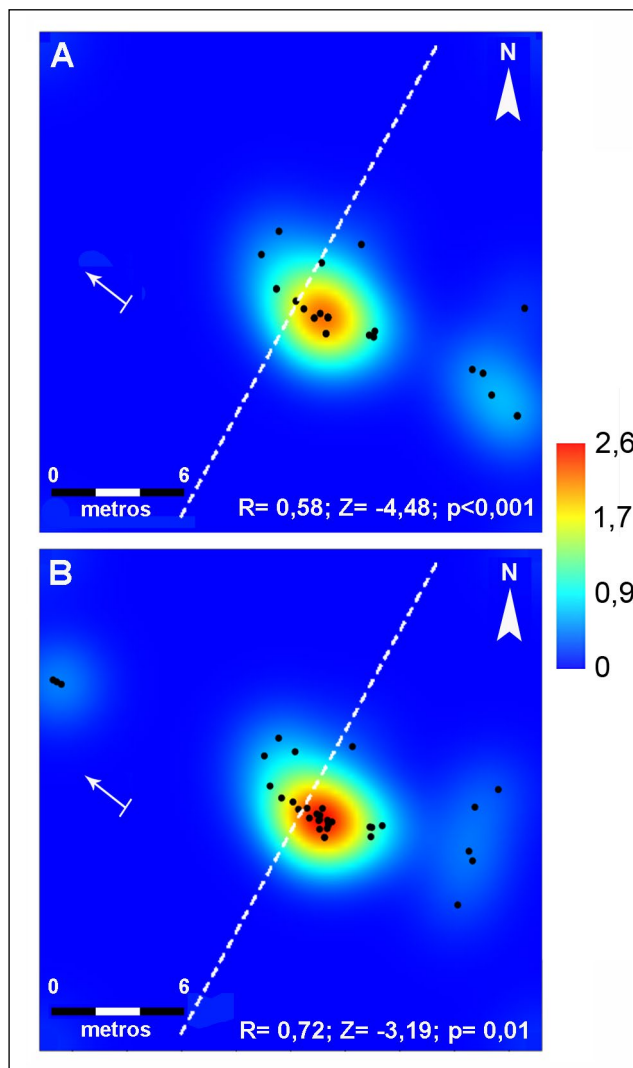


Figura 4. Mapa de densidad kernel para los restos óseos del guanaco tafonómico n° 3. A) Noviembre 2017; B) Mayo de 2019. La línea blanca discontinua representa el alambrado. Las flechas indican el sentido predominante de la pendiente del terreno.

columna vertebral articulada, costillas, huesos del autopodio). A partir de diciembre de 2018, todos los elementos presentaban meteorización y, para diciembre de 2022, más del 30% de los elementos habían alcanzado el estadio 3 y los restantes se encontraban en el estadio 2. A partir de diciembre 2018, comenzó a observarse el enterramiento de algunos elementos, principalmente vértebras torácicas, falanges y carpianos.

Los mapas de densidad kernel (Figura 5) muestran, para este caso, la ausencia de un foco claro de dispersión. Sólo se pudo observar un pequeño agrupamiento de restos —compuesto principalmente por elementos del esqueleto axial— en el momento inicial del estudio. Para este momento, los resultados del análisis del vecino más próximo (Figura 5A), permiten rechazar la hipótesis nula de que estemos frente a una distribución aleatoria de restos óseos. En diciembre de 2022, cinco años después de iniciado el seguimiento, la distribución de huesos no muestra agrupamiento, lo que puede demostrarse estadísticamente (Figura 5B).

Guanaco tafonómico n° 5

Los restos óseos de este guanaco se localizan en un ambiente de poca pendiente, con escasas rocas y pastos bajos (Tabla 1). Se trata de una hembra juvenil subadulta, de la cual se desconocen la causa y fecha de muerte. Fue hallada en noviembre de 2017 durante las recorridas de relevamiento de los restantes guanacos. Se realizó su seguimiento por un período de 49 meses, durante el cual se efectuaron cinco observaciones. Al momento del hallazgo, no se observaron elementos articulados ni huesos con tejidos blandos adheridos. La mayoría de los restos óseos identificados correspondían al esqueleto axial (vértebras), con estadios iniciales de meteorización (estadios 1 y 2) y diseminados en un radio de dispersión que apenas superaba los 80 m². En mayo de 2019 se observaron los primeros elementos con meteorización 3, particularmente en huesos largos y, para diciembre de 2022, dejaron de observarse elementos con meteorización 1 y se registraron los primeros con estadio 4. El área de dispersión y la cantidad de elementos visibles aumentó de manera constante durante el periodo de observación, hasta cubrir un área de 580 m² en diciembre de 2022. Probablemente haya incidido en esta situación, la presencia de vacas, caballos y jabalíes. En particular, se detectaron evidencias de hozadas en el sector de concentración de huesos, por lo que uno o más jabalíes pudieron haber actuado desenterrando elementos y dispersándolos. Cambios en la vegetación también contribuyeron a permitir una mejor visualización de los restos en los momentos más recientes del seguimiento.

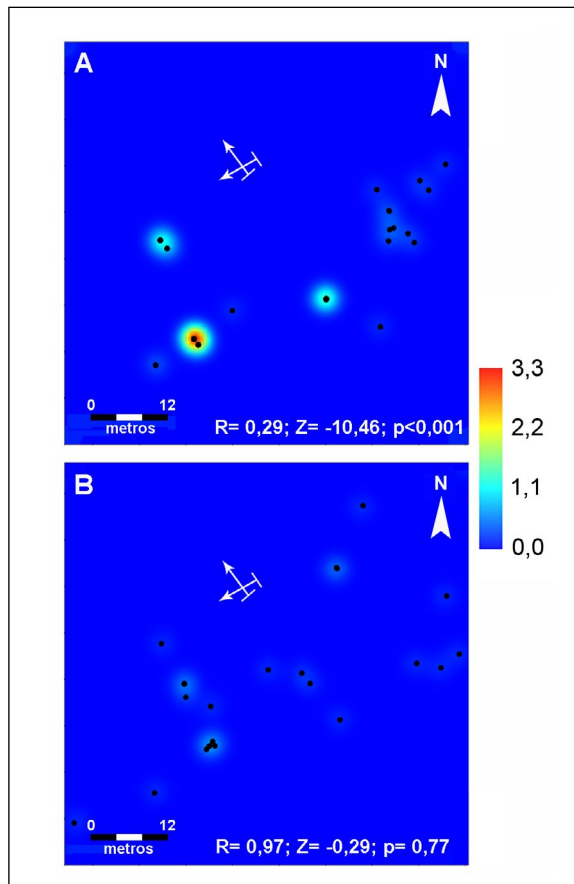


Figura 5. Mapa de densidad kernel para los restos del guanaco tafonómico n° 4. A) Noviembre de 2017; B) Diciembre de 2022. Las flechas indican el sentido predominante de la pendiente del terreno.

En la Figura 6 se puede observar que el foco de mayor concentración de elementos óseos identificado durante la primera observación se mantiene a través del tiempo e, inclusive, se acentúa el patrón con el registro de un mayor número de huesos en las últimas observaciones. Los elementos más alejados de este foco inicial consisten en varios fragmentos de costilla, el cráneo, el radiocúbito y una epífisis de húmero, en ambos casos de lateralidad derecha. El análisis del vecino más próximo no permite rechazar la hipótesis nula de una distribución de materiales aleatoria para el primer momento de observación (Figura 6A), pero sí muestra un agrupamiento altamente significativo para la observación realizada en diciembre de 2022 (Figura 6B).

Guanaco tafonómico n° 6

Este guanaco fue identificado en agosto de 2018 por personal del PPET. La osamenta se encontraba enganchada en un alambrado interno, en un ambiente con escasos bloques de rocas, pastizales bajos y poca pendiente (Tabla 1). Sus restos corresponden a un macho adulto, cuyo deceso se estima que ocurrió durante los meses de otoño/invierno del mencionado año. Se realizaron seis observaciones entre agosto 2018 y diciembre 2022. La primera observación permitió corroborar que la osamenta se encontraba completa y aún con abundante tejido blando. Durante este primer relevamiento se detectó, sobre la osamenta, la presencia de individuos adultos de derméstidos (*Dermestes maculatus* De Geer 1774) y moscas (*Diptera: Sarcophagidae*), de hábito necrófago y/o necrófilo (se alimentan de tejido cadavérico

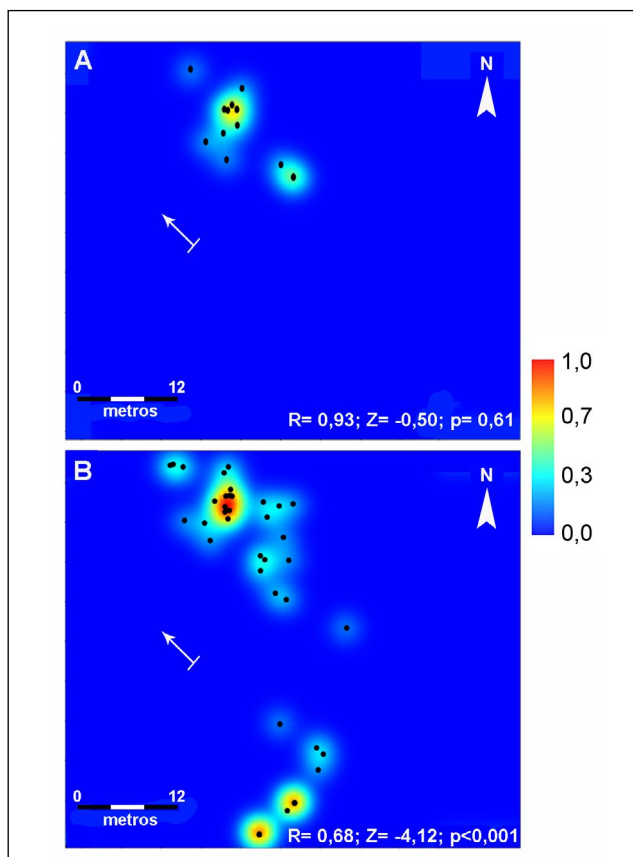


Figura 6. Mapa de densidad kernel para los restos del guanaco tafonómico n° 5. A) Noviembre de 2017; B) Diciembre de 2022. Las flechas indican el sentido predominante de la pendiente del terreno.

y utilizan el mismo sustrato para oviponer). La zona del abdomen, la pelvis y el cráneo se encontraban expuestos por la destrucción del cuero, pero no evidenciaban signos de meteorización. El cráneo presentaba perforaciones (*punctures*), la tuberosidad coxal izquierda exhibía bordes crenulados y la hoja de la escápula izquierda se encontraba fragmentada producto de la actividad de animales carnívoros. Durante las primeras observaciones no se registraron cambios de importancia, sólo la ausencia o desarticulación de elementos puntuales. Hasta febrero de 2019, la osamenta conservaba abundante vellón y tejido blando, aunque este último con un importante grado de deshidratación. Para este momento, el cráneo, la mandíbula y la escápula derecha se habían desarticulado del resto de los huesos y se encontraban distribuidos en un radio no mayor a los 7 m de distancia del foco original. Asimismo, la escápula derecha se encontraba fragmentada y presentaba evidencias de actividad de carnívoros. Las primeras evidencias de meteorización (estadio 1) se detectaron, en mayo de 2019, sobre las zonas del esqueleto desprovistas de tejidos blandos (*i.e.* cráneo, mandíbula, escápula derecha, escápula izquierda, pelvis, costillas). La pérdida de tejido blando y desarticulación del esqueleto ya había comenzado para abril de 2021, si bien la mayor parte del esqueleto continuaba articulado y colgado del alambrado. En diciembre 2022, en cambio, la mayor parte del esqueleto ya había caído al suelo y comenzaba a dispersarse (los elementos que más se desplazaron fueron costillas y el húmero izquierdo). Este proceso puede observarse con claridad en la Figura 7, donde los mapas de densidad kernel muestran un tenue foco de concentración de huesos en abril de 2021 (Figura 7A), que representa los huesos que cayeron al suelo en el lugar donde se encuentra el guanaco colgado del alambrado, y un foco mucho más denso para diciembre de 2022, cuando la casi totalidad del esqueleto había caído (Figura 7B). El análisis del vecino más próximo muestra un agrupamiento altamente significativo para diciembre de 2022 (Figura 7B).

Guanaco tafonómico n° 7

Este guanaco fue observado por primera vez en mayo de 2019 durante los trabajos de campo de seguimiento de otras osamentas. Se localiza en una zona de pastos de altura media, con pendiente baja (Tabla 1). Los restos óseos corresponden a un individuo juvenil subadulto de sexo desconocido, cuyos elementos se encontraban esqueléticos y dispersos en dos sectores del terreno, divididos por un pequeño afloramiento rocoso. Durante esta primera observación, se registró la presencia de elementos del esqueleto axial y apendicular, fundamentalmente vértebras y huesos largos, la mayoría en estadios 1 y 2 de meteorización, con excepción de un metatarso que había avanzado al estadio 3.

La segunda y última observación se realizó en diciembre de 2022, momento en el cual se detectó una mayor dispersión de los huesos, así como un aumento en la meteorización (todos los restos óseos presentaban estadios 2 o 3). Los mapas de densidad kernel permiten identificar un foco de mayor densidad de materiales, tanto en la observación realizada en mayo 2019 (Figura 8A), como en diciembre 2022, aunque la densidad es menor en esta última (Figura 8B). Los elementos más alejados de esta concentración consisten en un fragmento de costilla y un fémur, una tibia, un metatarso y un calcáneo, todos izquierdos. El análisis de vecino más próximo muestra un agrupamiento altamente significativo para diciembre de 2022 (Figura 8B).

Discusión

Las observaciones realizadas sobre las distintas osamentas de guanaco han permitido obtener información parcial sobre la dinámica tanática y tafonómica en el área de estudio. A continuación, discutiremos los datos obtenidos en relación con cinco grandes aspectos

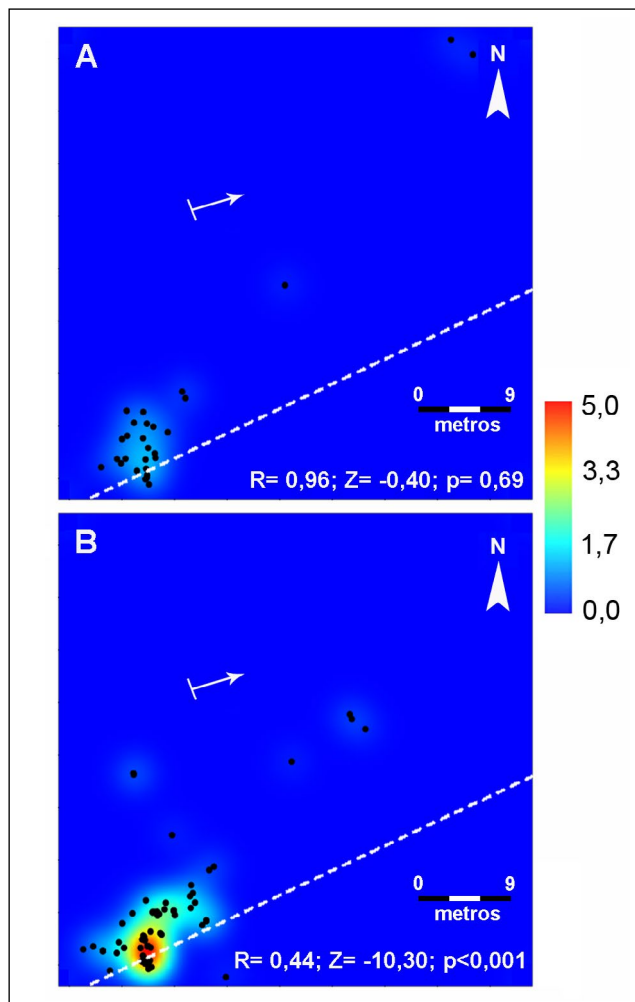


Figura 7. Mapa de densidad kernel para los restos del guanaco tafonómico n° 6. A) Abril de 2021; B) Diciembre de 2022. Las flechas indican el sentido predominante de la pendiente del terreno.

de dicha dinámica, a saber: causas de muerte, descomposición de los tejidos blandos, desarticulación y dispersión de elementos, enterramiento y meteorización ósea.

Causas de muerte

Si bien la causa de muerte es difícil de identificar, particularmente en el caso de los animales ya esquelizados, en tres de los siete casos analizados aquí (43%), la muerte se produjo como consecuencia de que el animal quedó enganchado en un alambrado (Figura 9). La muerte “por enganche” es un fenómeno que ya ha sido observado en otras áreas geográficas donde habitan poblaciones silvestres de guanacos (Bank et al., 2002; Borrero 2001b; Borrero et al., 2005; Kaufmann, 2009; Raedeke, 1979; Rey et al., 2012; Sarno y Franklin, 1999).

En el ámbito del PPET, el predador natural del guanaco es el puma. Sin embargo, no se registró ningún caso cuya muerte pueda ser atribuida a este animal (sí se observó, en cambio, el caso de un potrillo recién muerto con señales claras —evisceración— de haber sido atacado, muy pocas horas antes, por un puma). No obstante, en el guanaco tafonómico n° 6 se observaron marcas de un carnívoro grande en el cráneo, pelvis y

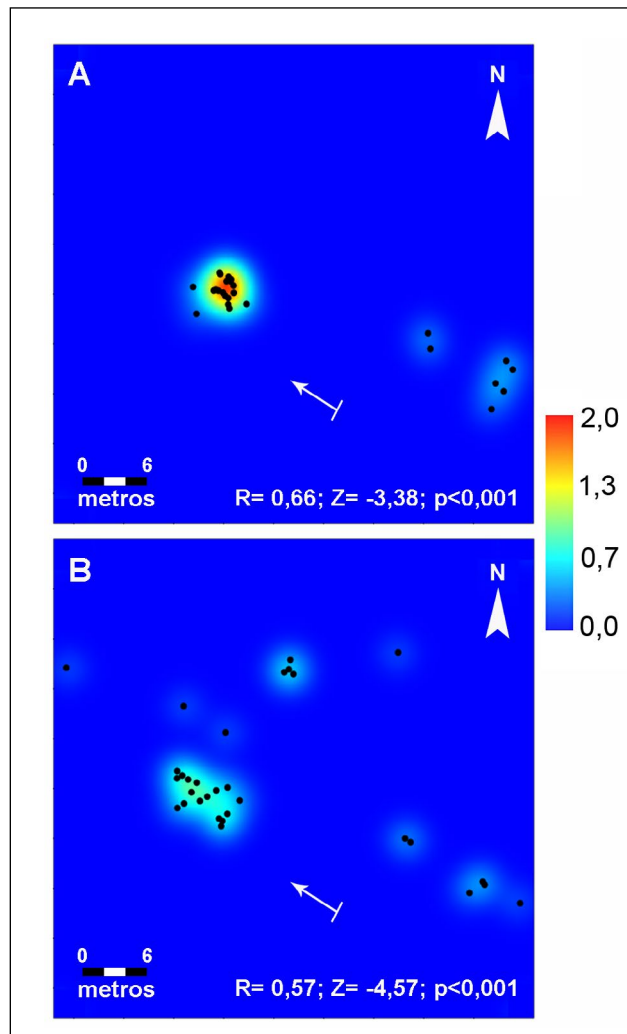


Figura 8. Mapa de densidad kernel para los restos del guanaco tafonómico n° 7. A) Mayo de 2019; B) Diciembre de 2022. Las flechas indican el sentido predominante de la pendiente del terreno.

escápulas, por lo que no se descarta que un puma pueda haber tenido acceso al animal mientras éste se encontraba enganchado en el alambre, probablemente acelerando su muerte.

En el caso del guanaco tafonómico n° 2, se efectuó una primera observación pocas semanas después del deceso del animal, pero no pudo determinarse la causa de muerte, a pesar de tratarse de un cadáver casi completo. Sin embargo, pudo establecerse que su muerte se produjo durante el invierno, momento del año donde las temperaturas mínimas, en casos excepcionales, pueden alcanzar los -10°C y las máximas pueden superar los 20°C (Servicio Meteorológico Nacional, 2023). Si bien no hay evidencias de que los guanacos atraviesen, en el PPET, por un período de estrés invernal con consecuencias mortales como ocurre, por ejemplo, en Patagonia austral (v.g. Belardi y Rindel, 2008; Massigoge et al., 2022; Raedeke, 1979), no deja de ser sugestivo este hecho, de modo que deberá ser corroborado con mayor cantidad de observaciones en el futuro. De todas maneras, resulta importante notar que los casos registrados hasta ahora en el PPET son el producto de eventos de muerte aislados y diacrónicos, sin ocurrencia de superposiciones espaciales entre las osamentas. Tampoco se observa

que éstas coincidan con puntos en el paisaje donde aparezcan distribuciones, al menos superficiales, de materiales arqueológicos.

Descomposición de los tejidos blandos

Las sucesivas observaciones efectuadas evidenciaron que, una vez depositado el animal, la esqueletización se desarrolla relativamente rápido (en aproximadamente tres meses) cuando la osamenta se encuentra en contacto con el suelo. El proceso de esqueletización es mucho más lento (tres años aproximadamente) en el caso de individuos que quedan enganchados en el alambrado. Entre los primeros, la acción combinada de las bacterias endógenas (tracto gastrointestinal) y exógenas (suelo), en conjunto con animales invertebrados (v.g. derméstidos, dípteros) y otros organismos saprófitos (hongos) puede dar cuenta de la acelerada tasa de descomposición observada (Jans et al., 2004; Kendall et al., 2018). Entre los segundos, el proceso depende de la acción de invertebrados necrófagos y/o necrófilos y, principalmente, de las bacterias endógenas, por lo que éste tiende a afectar primeramente a las áreas abdominal y torácica (Jans et al., 2004; Kars y Kars, 2002) (Figura 9A). En estos casos, la acción del viento contribuye a la desecación de los tejidos, generándose una suerte de momificación natural de la osamenta (Figura 9B).

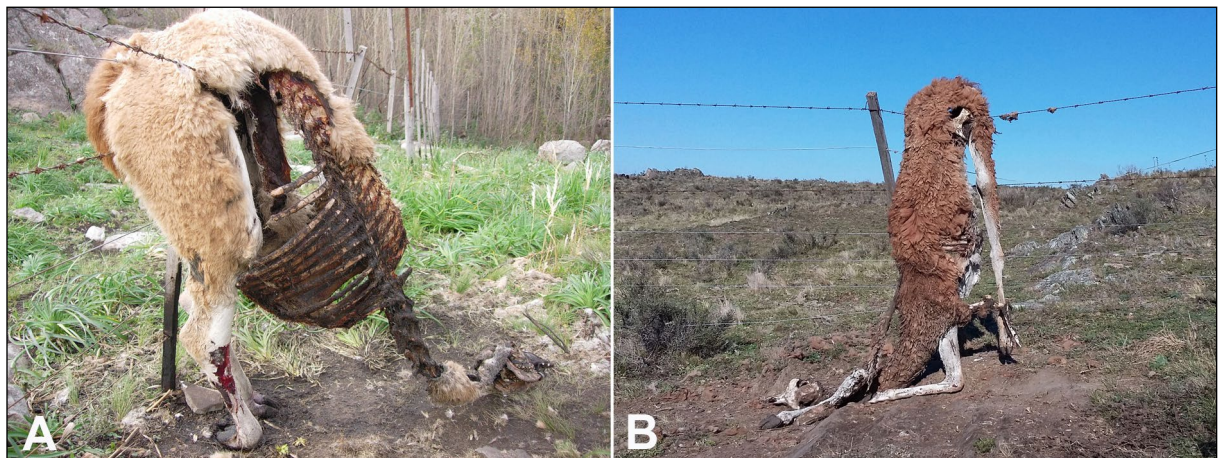


Figura 9. Guanacos cuya muerte fue causada por enganche en un alambrado. A) Guanaco n° 1; B) Guanaco n° 6.

La tasa de descomposición de un animal muerto está vinculada con las condiciones climáticas imperantes en un área dada. La temperatura es el principal factor que regula la actividad microbiana (Biederbeck y Campbell, 1973; Guthrie, 1990; Tibbett y Carter, 2008), por lo que un aumento en la misma implica una mayor velocidad de descomposición (Surabian, 2012; Vass et al., 1992). La aceleración en el proceso de descomposición observada en el guanaco n° 2 entre los meses de septiembre y noviembre de 2016, por ejemplo, coincide con el aumento de la temperatura y humedad producto del inicio y desarrollo de la primavera. En zonas áridas y frías, como muchas en Patagonia meridional o la Puna catamarqueña, donde la actividad bacteriana es baja (Morales et al., 2021; Nasti, 1994-1995), la persistencia del cuero y de otros tejidos blandos puede darse durante años, influyendo sobre los procesos de desarticulación y dispersión de los restos óseos de camélidos, que tienden a ser más lentos que en otros ambientes (v.g. Belardi y Rindel, 2008; Mameli y Estévez, 1999-2001; Nasti, 1994-1995; Rindel y Belardi, 2006).

Desarticulación y dispersión de elementos

Una vez producida la pérdida del cuero y de los demás tejidos blandos, se desencadena la secuencia de desarticulación del esqueleto (Borrero, 1988a; Muñoz y Cruz, 2014), en donde el cráneo, la mandíbula, el atlas y las extremidades anteriores son las primeras partes esqueléticas que se separan. A continuación, se desarticulan las costillas y las extremidades posteriores mientras que, de manera simultánea, se produce la desarticulación de los elementos que componen las extremidades. El proceso avanza con la separación de la columna vertebral en varios segmentos, constituyendo éstos los últimos elementos del esqueleto en desarticularse. Esta secuencia, con ligeras variaciones, es muy similar a la observada en guanacos de otras regiones y en otros ungulados (v.g. Belardi y Rindel, 2008; Binford, 1981; Borrero, 1988a; Cruz y Muñoz, 2010; Hill, 1979, 1980; Nasti, 1994-1995). Lo que varía de taxón a taxón y de un lugar a otro, es la tasa de desarticulación.

En paralelo a la desarticulación del animal, se produce la dispersión de los restos óseos, implicando desplazamientos a corta, mediana y larga distancia. Las observaciones realizadas muestran áreas de dispersión que, en algunos casos, superan los 1.000 m². Entre los elementos hallados a mayor distancia del foco inicial se destacan las costillas y, en una menor cantidad de casos, las vértebras, el cráneo y elementos de las extremidades. Diferentes agentes pueden intervenir en este proceso, entre los cuales puede mencionarse la pendiente del terreno, la escorrentía superficial, el viento y la acción de la fauna, ya sea por pateo o carroñeo. El deslizamiento de los huesos debido a la pendiente del terreno puede verse incrementado por la acción hídrica o eólica. Diversos estudios experimentales han demostrado la capacidad que posee el agua para desplazar materiales óseos —por arrastre o por flotación—, cuyo potencial se encuentra vinculado con diferentes factores tales como el tamaño, la forma y la densidad de los elementos, así como el estado en el que se encuentran (v.g. secos, húmedos, articulados, desarticulados) (Behrensmeyer, 1988, 1991; Coard, 1999; Fernández-Jalvo y Andrew, 2003; Gutiérrez y Kaufmann, 2007; Kaufmann y Gutiérrez, 2004; Shipman, 1981; Voorhies, 1969). Los mapas de densidad kernel muestran que, en los casos analizados, la pendiente explica sólo una fracción de los desplazamientos observados. En cuanto al efecto del viento, datos procedentes de un estudio experimental actualístico realizado sobre restos óseos de oveja y guanaco en la estepa fueguina, indican que las ráfagas que alcanzan una velocidad de 69 km/h poseen un elevado potencial de desplazamiento (Oría y Vázquez, 2019). Si bien la velocidad promedio de los vientos en el sistema serrano de Ventania no supera los 50 km/h, las ráfagas pueden alcanzar una velocidad máxima de hasta 120 km/h y, en el caso de las cumbres, incluso superar los 150 km/h (Kristensen, 1992; Kristensen y Frangi, 1995). En consecuencia, no debe descartarse la incidencia de este agente, principalmente en el caso de aquellos elementos o porciones de elementos que son menos densos y presentan mayor transportabilidad (v.g. costillas, vértebras, esternebras, epífisis).

Por otra parte, la fauna es un muy importante agente transformador de la distribución espacial de los materiales óseos. El pateo por fauna introducida de gran porte, como vacas, caballos o jabalíes —presentes en el PPET aunque con diferentes densidades de población— puede generar desplazamientos. A su vez, el traslado de partes esqueléticas fuera de la zona de depositación original puede ser provocado por animales carnívoros o carroñeros. Diferentes estudios tafonómicos han señalado el elevado potencial de desarticulación y dispersión ósea que caracteriza a animales carnívoros de pequeño, mediano y gran porte, tales como zorrinos, zorros o pumas (Borrero, 1990, 2001a, 2007; Borrero y Martín, 1996; Borrero et al., 2005; Gómez, 2000; Jackson y Jackson, 1999; Kaufmann y Messineo, 2002; Martín, 1998, 2006; Martín y Borrero, 1997; Mondini, 1995, 2012; Muñoz y Cruz, 2014; Stallibrass, 1990). Todos estos carnívoros están presentes en el PPET y evidencias de la acción de uno o más de ellos —aunque sin identificar a nivel específico— fueron observadas en algunas de las osamentas estudiadas (i.e.

guanaco tafonómico n° 2, n° 3, n° 4 y n° 6). Es importante señalar que los jabalíes también pueden ser responsables de desarticulación, desplazamiento, destrucción y/o transporte de huesos debido a que, en virtud de sus hábitos generalistas, pueden desarrollar comportamientos carroñeros (Espadas et al., 2010; Stilmann, 2007). Sin embargo, no están claros los criterios que permitirían identificar, de manera poco ambigua, la acción carroñera de estos agentes sobre las osamentas de guanaco, a partir de la observación de los huesos o de los perfiles de partes esqueléticas remanentes.

Enterramiento

Respecto del enterramiento, los resultados alcanzados indican que, tal como era esperado, los elementos óseos más pequeños (*i.e.* carpianos, tarsianos, falanges, rótulas) son los primeros en enterrarse, lo que coincide con las observaciones realizadas por distintos autores para ésta y otras especies (Behrensmeyer, 1991, pp. 299-300; Borella y Borrero, 2010, p. 4; Borrero, 1990, pp. 368-369). Estos elementos, por lo tanto, serán los que tengan mayores chances de convertirse en parte del registro fósil (Borrero, 1988b). En el área donde se localizan los especímenes aquí presentados, el entierro de los huesos se encuentra condicionado por la presencia de un sustrato rocoso y por el poco desarrollo de los suelos. En aquellos microambientes del PPET donde existe un mayor potencial de entierro, el pisoteo de los animales de gran porte, la dinámica del suelo y la acción de la vegetación, pueden ser los principales factores responsables de este proceso. Sin embargo, estos factores son también causantes de la reexposición de elementos. Cabe destacar la perturbación superficial y subsuperficial que produce el jabalí mediante la generación de hozadas en busca de alimento, pudiendo generar tanto el enterramiento como la reexposición de los huesos.

Meteorización

En relación con la meteorización, las observaciones aquí presentadas muestran que las primeras manifestaciones de este proceso (estadio 1) se observaron únicamente en algunos huesos largos, a aproximadamente seis meses de la muerte del guanaco n° 2 y casi un año después de la muerte del guanaco n° 6. Por otra parte, la totalidad de los elementos alcanzan el estadio 1 transcurridos, aproximadamente, cinco años de la muerte del animal.

Los resultados de este estudio muestran una velocidad de meteorización mucho menor que la obtenida en estudios experimentales realizados en otro sector de la Región Pampeana (ciudad de Olavarría) y sobre huesos desarticulados y hervidos (Gutiérrez et al., 2016; Massigoge et al., 2010) y reafirman que la velocidad con que actúan los agentes que la producen es altamente variable. En este caso en particular, las variaciones pueden responder, por una parte, a las condiciones ambientales de depositación y, por otra, al estado inicial de los huesos. En tal sentido, el estudio experimental referido se desarrolló sobre un sustrato arenoso, carente de cobertura vegetal y con control del crecimiento de la misma, una situación muy diferente a la densa cobertura vegetal de muchos sectores de las sierras de Ventania. Por otra parte, los huesos empleados en el estudio experimental fueron desarticulados y hervidos para quitar todo resto de tejidos blandos, situación muy diferente a la del estudio aquí presentado, donde tales tejidos se conservaron por varios meses, o inclusive años luego de la muerte del animal (*v.g.* en el caso del guanaco tafonómico n° 6, colgado del alambrado).

Conclusiones

Los resultados presentados en este trabajo, si bien iniciales, proporcionan información valiosa para comprender cómo los restos óseos de guanaco pueden dispersarse,

meteorizarse, enterrarse o destruirse en un ambiente marcadamente diferente a los considerados, hasta ahora, en este tipo de estudios. En términos comparativos, la conclusión más sólida que puede establecerse en esta etapa temprana del estudio longitudinal desarrollado se refiere a las tasas de descomposición de los tejidos blandos y de desarticulación de los elementos óseos, que claramente resultan mucho más aceleradas que las registradas en ambientes más áridos y/o más fríos que los del área de estudio (v.g. Tierra del Fuego, Patagonia meridional, Puna). En relación con la meteorización, puede decirse que este proceso avanza a ritmos diferentes según el elemento óseo y las condiciones microambientales de depositación. Sin embargo, resulta necesario contar con un lapso de estudio más largo y con mayor cantidad de observaciones antes de poder realizar estimaciones más precisas que permitan establecer comparaciones confiables con otras áreas geográficas y con estudios experimentales.

Queremos destacar la importancia del análisis espacial en este tipo de estudios. A pesar de sus abundantes aplicaciones arqueológicas durante los últimos 40 años, esta herramienta ha sido muy escasamente utilizada en investigaciones tafonómicas actualísticas de tipo naturalista. El uso de mapas de densidad kernel permitió realizar inferencias provisionales acerca de la probable posición del foco inicial de dispersión de los elementos óseos. Esto es particularmente importante en aquellos casos en los que la primera observación se realizó sobre un conjunto óseo que presentaba ya un bajo o nulo grado de articulación y una amplia dispersión espacial de los elementos. Sin embargo, no puede descartarse que algunas de las concentraciones observadas sean de carácter secundario, debidas a la acción de la escorrentía superficial vinculada con la pendiente o a otros factores capaces de producir el desplazamiento y agrupamiento de los elementos. Estas cuestiones deberán ser investigadas con mayor grado de detalle en el futuro.

Finalmente, deseamos señalar el potencial de transferencia de los resultados de este estudio, ya que pueden contribuir a mejorar aspectos cruciales de la infraestructura del PPET. En la medida en que un muy elevado porcentaje de las osamentas analizadas corresponde a guanacos adultos o juveniles muertos por enganche en alambrados internos del parque —que actualmente no son funcionales—, una recomendación que puede hacerse a las autoridades del PPET es la de retirarlos total o parcialmente. Esto, sin dudas, mejoraría las chances de supervivencia y reproducción de los miembros de una población que, de por sí, está en riesgo de extinción local debido a su muy bajo tamaño poblacional.

Agradecimientos

Al personal del Parque Provincial Ernesto Tornquist, por el apoyo brindado y la asistencia logística durante las tareas de campo. La Dra. Fernanda Rossi Batiz realizó la determinación de la fauna invertebrada a partir de las fotografías tomadas en el campo. Este trabajo se realizó con recursos económicos de los subsidios para Jóvenes Investigadores de la Universidad Nacional de La Plata (2017 y 2018) otorgados a N. Morales y contó con financiamiento del proyecto UNLP N884 "Paisajes arqueológicos en las Sierras Australes de la provincia de Buenos Aires: un estudio de los ambientes serranos, periserranos y de llanura. Segunda Parte."

Referencias bibliográficas

- » Alunni, D. V., Zangrando, A. F., Tívoli, A. M., Pérez, S. A., Kochi, S., Martinoli, M. P., Vázquez, M. V., Pinto Vargas, G. y Gutiérrez, M. A. (2021). Distribución natural de restos óseos en la franja intermareal del sur de Tierra del Fuego: observaciones tafonómicas e implicancias arqueológicas. *Relaciones de la Sociedad Argentina de Antropología*, 46(2), 657-680. <https://doi.org/10.24215/18521479e023>
- » Andrews, P. y Cook, J. (1985). Natural modifications to bones in a temperate setting. *Man*, 20(4), 675-691. <https://doi.org/10.2307/2802756>
- » Andrews, P. y Whybrow, P. (2005). Taphonomic observations on a camel skeleton in a desert environment in Abu Dhabi. *Palaeontologia Electrónica*, 8(1), 23A. https://palaeo-electronica.org/2005_1/andrews23/issue1_05.htm
- » Bank, M. S., Sarno, R. J., Campbell, N. K. y Franklin, W. L. (2002). Predation of guanacos (*Lama guanicoe*) by southernmost mountain lions (*Puma concolor*) during a historically severe winter in Torres del Paine National Park, Chile. *Journal of Zoology*, 258(2), 215-222. <https://doi.org/10.1017/S0952836902001334>
- » Baxter, M. J. y Beardah, C. C. (1996). Beyond the histogram - Improved approaches to simple data display in archaeology using kernel density estimates. *Archeologia e Calcolatori*, 7, 397-408. <https://irep.ntu.ac.uk/id/eprint/14306>
- » Beardah, C. C. y Baxter, M. J. (1996). The archaeological use of kernel density estimates. *Internet Archaeology*, 1. <https://doi.org/10.11141/ia.1.1>
- » Behrensmeyer, A. K. (1978). Taphonomic and ecological information from bone weathering. *Paleobiology*, 4(2), 150-162. <https://doi.org/10.1017/S0094837300005820>
- » Behrensmeyer, A. K. (1988). Vertebrate Preservation in Fluvial Channels. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 63(1-3), 183-199. [https://doi.org/10.1016/0031-0182\(88\)90096-X](https://doi.org/10.1016/0031-0182(88)90096-X)
- » Behrensmeyer, A. K. (1991). Terrestrial vertebrate accumulations. En P. A. Allison y D. E. G. Briggs (Eds.), *Taphonomy. Releasing the Data Locked in the Fossil Record* (pp. 291-335). Nueva York: Plenum Press.
- » Belardi, J. B. y Rindel, D. (2008). Taphonomic and archaeological aspects of massive mortality processes in guanaco (*Lama guanicoe*) caused by winter stress in Southern Patagonia. *Quaternary International*, 180(1), 38-51. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2007.08.021>
- » Bernáldez Sánchez, E., García Viñas, E., Ocaña García de Veas, A., Vázquez Gil, F. J., Gamero Esteban, M., y Grimaldi, A. V. (2008). La ecología de la muerte: bioestratigrafía en la Sierra Norte de Sevilla. En *Investigación Científica y Conservación en el Parque Natural Sierra Norte de Sevilla* (pp. 184-209). Sevilla: Junta de Andalucía. <https://hdl.handle.net/11532/321487>
- » Biederbeck, V. O. y Campbell, C. A. (1973). Soil microbial activity as influenced by temperature trends and fluctuations. *Canadian Journal of Soil Science*, 53(4), 363-376. <https://doi.org/10.4141/cjss73-053>
- » Binford, L. R. (1977). *For Theory Building in Archaeology*. Nueva York: Academic Press.
- » Binford, L. R. (1981). *Bones. Ancient Men and Modern Myths*. Nueva York: Academic Press.
- » Borella, F. y Borrero, L. A. (2010). Observaciones tafonómicas acerca de la desarticulación de carcasas de pinnípedos en ambientes litorales, el caso de Islote Lobos (Golfo San Matías, Río Negro). En M. A. Gutiérrez, M. De Nigris, P. Fernández, M. Giardina, A. Gil, A. Izeta, G. Neme y H. Yacobaccio (Eds.), *Zoarqueología a Principios del Siglo XXI: Aportes Teóricos, Metodológicos y Casos de Estudio* (pp. 371-379). Buenos Aires: Ediciones del Espinillo.
- » Borella, F. y Muñoz, S. A. (2006). Observaciones tafonómicas sobre restos de pinnípedos en la costa norte fueguina (Argentina). *Intersecciones en Antropología*, 7, 399-403. <https://www.ridaa.unicen.edu.ar/handle/123456789/871>
- » Borrero, L. A. (1988a). Estudios tafonómicos en Tierra del Fuego: su relevancia para entender procesos de formación del registro arqueológico. En H. D. Yacobaccio (Ed.), *Arqueología Contemporánea Argentina. Actualidad y Perspectivas* (pp. 13-32). Buenos Aires: Ediciones Búsqueda AYLLU.

- » Borrero, L. A. (1988b). Tafonomía regional. En N. Ratto y A. Haber (Eds.), *De Procesos, Contextos y Otros Huesos* (pp. 9-15). Buenos Aires: Facultad de Filosofía y Letras, Universidad de Buenos Aires.
- » Borrero, L. A. (1990). Fuego-Patagonian bone assemblages and the problem of communal guanaco hunting. En L. B. Davis y B. O. K. Reeves (Eds.), *Hunters of Recent Past* (pp. 377-399). Londres: Unwin Hyman.
- » Borrero, L. A. (2001a). Regional taphonomy: The scales of application to the archaeological record. En H. Buitenhuis y W. Prummel (Eds.), *Animals and Man in the Past* (pp. 17-20). The Netherlands: ARC - Publicatie 41.
- » Borrero, L. A. (2001b). Regional taphonomy: background noise and the integrity of the archaeological record. En L. A. Kuznar (Ed.), *Ethnoarchaeology of Andean South America. Contributions to Archaeological Method and Theory* (pp. 243-254). Ann Arbor: International Monographs in Prehistory.
- » Borrero, L. A. (2007). Longitudinal taphonomic studies in Tierra del Fuego, Argentina. En M. A. Gutiérrez, L. Miotti, G. Barrientos, G. Mengoni Goñalons y M. Salemme (Eds.), *Taphonomy and Zooarchaeology in Argentina* (Vol. 1601, pp. 219-233). Oxford: Archaeopress.
- » Borrero, L. A. (2020). Taphonomy, Regional. En C. Smith (Ed), *Encyclopedia of Global Archaeology* (pp. 10524-10527). Cham: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-30018-0_832
- » Borrero, L. A. y Martín, F. M. (1996). Tafonomía de carnívoros: un enfoque regional. En J. Gómez Otero (Eds.), *Arqueología. Sólo Patagonia* (pp. 189-198). Puerto Madryn: Centro Nacional Patagónico (CENPAT), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET).
- » Borrero, L. A., Martín, F. M. y Prevosti, F. J. (2018). Taphonomy and the role of pumas (*Puma concolor*) in the formation of the archaeological record. *Quaternary International*, 466(Part B), 157-164. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2016.04.011>
- » Borrero, L. A., Martín, F. M. y Vargas, J. (2005). Tafonomía de la interacción entre pumas y guanacos en el Parque Nacional Torres del Paine, Chile. *Magallania*, 33(1), 95-114. <http://www.magallania.cl/index.php/magallania/article/view/498/> (Acceso: 31 de julio, 2023).
- » Cajal, J. L. (1983). *Situación del Guanaco y Estrategia de la Conservación de los Camélidos en la Argentina*. Buenos Aires: Subsecretaría de Estado de Ciencia y Técnica.
- » Carmanchahi, P. D., Panebianco, A., Leggieri, L., Barri, F., Marozzi, A., Flores, A., Moreno, P., Schroeder, N., Cepeda, C., Oliva, G., Kin, M. S., Gregorio, P., Ovejero, R., Acebes, P., Schneider, C.F, Pedrana, J. y Taraborelli, P. (2019). *Lama guanicoe*. En *Categorización 2019 de los Mamíferos de Argentina Según su Riesgo de Extinción. Lista Roja de los Mamíferos de Argentina*. Buenos Aires: Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable (SAYDS), Sociedad Argentina para el Estudio de los Mamíferos (SAREM). <https://cma.sarem.org.ar/es/especie-nativa/lama-guanicoe> (Acceso: 31 de julio, 2023).
- » Coard, R. (1999). One bone, two bones, wet bones, dry bones: transport potentials under experimental conditions. *Journal of Archaeological Science*, 26(11), 1369-1375. <https://doi.org/10.1006/jasc.1999.0438>
- » Cruz, I. (2007). Avian taphonomy: observations at two Magellanic penguin (*Spheniscus magellanicus*) breeding colonies and their implications for the fossil record. *Journal of Archaeological Science*, 34(11), 1252-1261. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2006.10.016>
- » Cruz, I. y Muñoz, A. S. (2010). Tafonomía comparativa: seguimiento de carcasas de mamíferos en Punta Entrada (Santa Cruz, Argentina). En M. A. Gutiérrez, M. De Nigris, P.M. Fernández, M. Giardina, A. Gil, A. Izeta, G. Neme y H. Yacobaccio (Eds.), *Zooarqueología a Principios del Siglo XXI. Aportes Teóricos, Metodológicos y Casos de Estudio* (pp. 387-396). Buenos Aires: Ediciones del Espinillo.
- » De Lucca, E. R. y Chimento, N. R. (2020). El puma (*Puma concolor*) en las Pampas de la provincia de Buenos Aires: una actualización sobre distribución geográfica y conflicto con el hombre. *Historia Natural*, 10(2), 53-79. <https://fundacionazara.org.ar/revista-historia-natural-volumen-10-numero-2-2020/> (Acceso: 31 de julio, 2023).
- » Espadas, I. J., Sánchez-Zapata, J. A., Botella, F. y Eguía, S. (2010). Los carroñeros facultativos y la caza mayor: estrategia de aprovechamiento de carroña por el jabalí (*Sus scrofa* Linnaeus, 1758). *Galemys*, 22(número especial), 595-609. <https://doi.org/10.7325/Galemys.2010.NE.A36>
- » Estévez, J. y Mameli, L. (2000). Muerte en el canal: experiencias bioestratigráficas sobre la acción sustractora de Cánidos. *Archaeofauna*, 9, 7-16. <https://revistas.uam.es/archaeofauna/article/view/8441> (Acceso: 31 de julio, 2023).

- » Fernández-Jalvo, Y. y Andrews, P. (2003). Experimental effects of water abrasion on bone fragments. *Journal of Taphonomy*, 1(3), 147-163.
- » Fisher, J. (1995). Bone surface modifications in zooarchaeology. *Journal of Archaeological Method and Theory*, 2(1), 7-68. <https://doi.org/10.1007/BF02228434>
- » Gómez, G. N. (2000). *Análisis Tafonómico y Paleoecológico de los Micro y Meso Mamíferos del Sitio Arqueológico de Arroyo Seco 2 (Buenos Aires, Argentina) y su Comparación con la Fauna Actual* (Tesis de Doctorado inédita), Universidad Complutense de Madrid, España. <https://eprints.ucm.es/id/eprint/53591/>
- » González, B. A., Palma, R., Zapata, B. y Marín, J. C. (2006). Taxonomic and biogeographical status of guanaco *Lama guanicoe* (Artiodactyla, Camelidae). *Mammal Review*, 36(2), 157-178. <https://repositorio.uc.cl/handle/11534/18716>
- » Guthrie, R. D. (1990). *Frozen Fauna of the Mammoth Steppe: The Story of Blue Babe*. Chicago: University of Chicago Press.
- » Gutiérrez, M. A. y Kaufmann, C. A. (2007). Methodological criteria for the identification of formation processes in guanaco (*Lama guanicoe*) bone assemblages in fluvial-lacustrine environments. *Journal of Taphonomy*, 5(4), 151-176.
- » Gutiérrez, M. A., González, M. E., Álvarez, M. C., Massigoge, A. y Kaufmann, C. A. (2016). Meteorización ósea en restos de guanaco y ñandú. *Arqueología*, 22(3), 57-84. <http://revistascientificas.filo.uba.ar/index.php/Arqueologia/article/view/3277> (Acceso: 31 de julio, 2023).
- » Hammer, Ø., Harper, D. A. T. y Ryan, P.D. (2001). PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaentologia Electronica*, 4(1), A4. https://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm (Acceso: 31 de julio, 2023).
- » Haynes, G. (1988). Longitudinal studies of African elephant death and bone deposits. *Journal of Archaeological Science*, 15(2), 131-157. [https://doi.org/10.1016/0305-4403\(88\)90003-9](https://doi.org/10.1016/0305-4403(88)90003-9)
- » Haynes, G. (1995). Clovis and pre-Clovis megamammals: a comparison of carcass disturbance, age profiles, and other characteristics in light of recent actualistic studies. En E. Johnson (Ed.), *Ancient Peoples and Landscapes* (pp. 9-27). Lubbock: Museum of Texas Tech University.
- » Haynes, G. (2018). Raining more than cats and dogs: looking back at field studies of noncultural animal-bone occurrences. *Quaternary International*, 466(Part B), 113-130. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2015.10.119>
- » Hill, A. (1979). Disarticulation and scattering of mammal skeleton. *Paleobiology*, 5(3), 261-274. <https://www.jstor.org/stable/2400259>
- » Hill, A. (1980). Early post-mortem damage to the remains of some contemporary east African mammals. En A. K. Behrensmeyer y A. Hill (Eds.), *Fossils in the Making* (pp. 131-152). Chicago: University of Chicago Press.
- » Jackson, D. y Jackson, D. (1999). Tafonomía de zorros: preservación diferencial e implicancias para el registro arqueológico de la provincia de Choapa. *Conserva*, 3, 99-113. <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/122073>
- » Jans, M. M. E., Nielsen-Marsh, C. M., Smith, C. I., Collins, M. y Kars, H. (2004). Characterisation of microbial attack on archaeological bone. *Journal of Archaeological Science*, 31(1), 87-95. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2003.07.007>
- » Johnson, E. (1985). Current developments in bone technology. En M. B. Schiffer (Ed.), *Advances in Archaeological Method and Theory* (Vol. 8, pp. 157-235). Nueva York: Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-003108-5.50010-5>
- » Kars, E. A. K. y Kars, H. (2002). *The degradation of bone as an indicator in the deterioration of the european archaeological property*. Amersfoort: Rijksdienst voor het Oudheidkundig Bodemonderzoek.
- » Kaufmann, C. A. (2009). *Estructura de Edad y Sexo en Guanaco. Estudios Actualísticos en Pampa y Patagonia*. Buenos Aires: Sociedad Argentina de Antropología.
- » Kaufmann, C. A. y Gutiérrez, M. A. (2004). Dispersión potencial de huesos de guanaco en medios fluviales y lacustres. En G. Martínez, M. Gutiérrez, R. Curtoni, M. Berón y P. Madrid (Eds.), *Aproximaciones Contemporáneas a la Arqueología Pampeana. Perspectivas Teóricas, Metodológicas, Analíticas y Casos de Estudio* (pp. 129-146). Olavarría: Facultad de Ciencias Sociales, Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires.

- » Kaufmann, C. A. y Messineo, P. (2002). Los desplazamientos óseos en carcasas de guanaco afectadas por la acción de zorros: un caso actual y sus implicancias arqueológicas. En D. Mazzanti, M. Berón y F. Oliva (Eds.), *Del Mar a los Salitrales* (pp. 419-429). Mar del Plata: Universidad Nacional de Mar del Plata.
- » Kaufmann, C. A., Rafuse, D. J., González, M. E., Álvarez, M. C., Massigoge, A., Scheifler, N. y Gutiérrez, M. A. (2018). Carcass utilization and bone modifications on guanaco killed by puma in northern Patagonia, Argentina. *Quaternary International*, 466(Part B), 165-177. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2016.03.003>
- » Keeler, D. (2007). Intrasite spatial analysis of a late Upper Paleolithic French site using geographic information systems. *The Journal of World Anthropology. Occasional Papers*, 3(1), 1-40.
- » Kendall, C., Høier Eriksen, A. M., Kontopoulos, I., Collins, M. y Turner-Walker, G. (2018). Diagenesis of archaeological bone and tooth. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 491, 21-37. <https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2017.11.041>
- » Kristensen, M. J. (1992). *Características Microclimáticas de las Sierras de Ventana y su Relación con la Vegetación*. (Tesis de Doctorado inédita). Universidad Nacional de La Plata, Argentina.
- » Kristensen, M. J. y Frangi, J. L. (1995). Mesoclimas de pastizales de la Sierra de la Ventana. *Ecología Austral*, 5(1), 55-64. https://ojs.ecologiaaustral.com.ar/index.php/Ecologia_Austral/article/view/1683 (Acceso: 31 de julio, 2023).
- » Liebig, P. M., Ta-Shana, A., Taylor, A. y Flessa, K. W. (2003). Bones on the beach: marine mammal taphonomy of Colorado delta, Mexico. *Palaos*, 18(2), 168-175. <https://www.jstor.org/stable/3515751>
- » Lyman, R. L. (1994). *Vertebrate Taphonomy*. Cambridge: Cambridge University Press.
- » Mameli, L., Barceló, J. A. y Estévez, J. (2002). The statistics of archaeological deformation processes: an archaeozoological experiment. En G. Burenhult y J. Arvidsson (Eds.), *Archaeological Informatics: Pushing the Envelope. CAA2001. Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology* (pp. 221-232). Oxford: Archaeopress.
- » Mameli, L. y Estévez, J. (1999-2001). Seguimiento tafonómico de carcasas de camélidos, ovinos y bovinos en Tierra del Fuego (Argentina) e implicaciones arqueológicas. *Xama*, 12-14, 87-106.
- » Marchionni, L., Magnin, L. A., Hermo, D. O., Mosquera, B. H., Acosta, I. M., Mansi, C. y Griffiths, F. J. (2022). Tafonomía actualística en el Parque Nacional Bosques Petrificados de Jaramillo, Santa Cruz. *Revista del Museo de Antropología*, 15(3), 235-258. <http://doi.org/10.31048/1852.4826.v15.n3.38000>
- » Marean, C. W. (1995). Of taphonomy and zooarchaeology. *Evolutionary Anthropology*, 4(2), 64-72. <https://doi.org/10.1002/evan.1360040209>
- » Martin, F. M. (1998). Madrigueras, dormideros y letrinas: Aproximación a la tafonomía de zorros. En L. A. Borrero (Ed.), *Arqueología de la Patagonia Meridional (Proyecto Magallania)* (pp. 73-96). Entre Ríos: Ediciones Búsqueda de Ayllu.
- » Martin, F. M. (2006). *Carnívoros y huesos humanos de Fuego Patagonia: Aportes desde la Tafonomía Forense*. Buenos Aires: Sociedad Argentina de Antropología.
- » Martin, F. M. y Borrero, L. A. (1997). A puma lair in southern Patagonia: implications for the archaeological record. *Current Anthropology*, 38(3), 453-461. <https://doi.org/10.1086/204634>
- » Massigoge, A., González, M. E., Kaufmann, C. A., Gutiérrez, M. A. (2010). Observaciones actualísticas sobre meteorización ósea en restos esqueléticos de guanaco. En M. Berón, L. Luna, M. Bonomo, C. Montalvo, C. Aranda y M. Carrera Aizpitarte (Eds.), *Mamül Mapu: Pasado y Presente desde la Arqueología Pampeana* (pp. 309-322). Ayacucho: Libros del Espinillo.
- » Massigoge, A., Gutiérrez, M. A., Borrero, L. A., Belardi, J. B. y Leggieri, L. (2022). Mortandad de guanacos (*Lama guanicoe*) por estrés invernal en el sector central del interfluvio de los ríos Coyle-Gallegos (Santa Cruz): líneas de estudios tafonómicos e implicaciones arqueológicas. *Revista del Museo de La Plata*, 7(Suplemento Resúmenes, VI Congreso Argentino de Zooarqueología), 46-47. <https://publicaciones.fcnym.unlp.edu.ar/rmlp/article/view/2497> (Acceso: 31 de julio, 2023).
- » Merriam-Webster (2023). Carcass. En *Merriam-Webster Dictionary*. Merriam-Webster <https://www.merriam-webster.com/dictionary/carcass> (Acceso: 31 de julio, 2023).
- » Mondini, N. M. (1995). Artiodactyl prey transport by foxes in Puna rock shelters. *Current Anthropology*, 36(3), 520-524. <https://www.jstor.org/stable/2744064>

- » Mondini, N. M. (2012). Tafonomía de carnívoros en los Andes Centro-Sur: madrigueras actuales y sus implicaciones para el registro arqueofaunístico. En A. Acosta, D. Loponte y L. Mucciolo (Comp.), *Temas de Arqueología: Estudios Tafonómicos y Zooarqueológicos* (Vol. 2, pp. 67-105). Buenos Aires: Asociación Amigos del Instituto Nacional de Antropología y Pensamiento Latinoamericano.
- » Morales, N. S., Barrientos, G. y L'Heureux, L. (2021). Diagénesis ósea en el bosque caducifolio de Patagonia meridional al este de los Andes: modelo teórico y evidencia empírica. *Magallania*, 49, 6. <http://doi.org/10.22352/MAGALLANIA202149006>
- » Muñoz, A. S. (2008). Propiedades tafonómicas de las asociaciones óseas de pinnípedos en la costa atlántica de la Isla Grande de Tierra del Fuego, Argentina. *Geobios*, 41(1), 113-122. <https://doi.org/10.1016/j.geobios.2007.01.008>
- » Muñoz, A. S. y Cruz, I. (2014). Estado actual de las investigaciones tafonómicas naturalistas en Punta Entrada y Monte León (Patagonia Meridional). *Revista Chilena de Antropología*, 29(1), 102-110. <https://revistadeantropologia.uchile.cl/index.php/RCA/article/view/36214> (Acceso: 31 de julio, 2023).
- » Nagaoka, L., Wolverson, S. y Fullerton, B. (2008). Taphonomic analysis of the Twilight Beach seals. En G. Clark, F. Leach y S. O'Connor (Eds.), *Islands of Inquiry: Colonisation, Seafaring, and the Archaeology of Maritime Landscapes* (pp. 475-498). Canberra: Australian National University Press. <https://doi.org/10.22459/TA29.06.2008.30>
- » Nasti, A. (1994-1995). Desarticulación natural y supervivencia de partes anatómicas: tafonomía de vertebrados modernos en medioambientes puneños. *Palimpsesto. Revista de Arqueología*, 4, 70-89.
- » Nasti, A. (2000). Modification of vicuña carcasses in high-altitude deserts. *Current Anthropology*, 41(2), 279-283. <https://doi.org/10.1086/300133>
- » Oría, J. y Vázquez, M. (2019). Aportes experimentales para calibrar el potencial de movimiento de restos óseos en la estepa fueguina. *Cuadernos del Instituto Nacional de Antropología y Pensamiento Latinoamericano (Series Especiales)*, 7(2), 210-220. https://revistas.inapl.gob.ar/index.php/series_especiales/issue/view/193 (Acceso: 31 de julio, 2023).
- » Otaola, C. (2013). *Zooarqueología en la Cordillera del Sur de Mendoza: Un Enfoque Tafonómico*. (Tesis de Doctorado inédita). Universidad de Buenos Aires, Argentina.
- » Otaola, C. y Tripaldi, A. (2016). Longitudinal taphonomy studies of mammal carcasses from the Rio Salado Valley, Mendoza, Argentina. *Ethnobiology Letters*, 7(1), 1-13. <https://doi.org/10.14237/ebl.7.1.2016.478>
- » Petracci, P., Sotelo, M. y Marbán, L. (2021). Estado de conservación de una población relictual de Guanaco (*Lama guanicoe*) en el estuario de la Bahía Blanca, Buenos Aires, Argentina. *Historia Natural*, 11(2), 69-91. <https://fundacionazara.org.ar/revista-historia-natural-volumen-11-numero-2-2021/> (Acceso: 31 de julio, 2023).
- » Puigdefábregas Tomas, J. (1980). Observaciones sobre la hozadura del jabalí en ambiente forestal. *Publicaciones del Centro Pirenaico de Biología Experimental*, 12, 7-16.
- » Raedeke, K. (1979). *Population Dynamics and Socioecology of the Guanaco (Lama guanicoe) of Magallanes, Chile* (Tesis de Doctorado inédita). University of Washington, Estados Unidos.
- » Real Academia Española (2023a). Carcasa. En *Diccionario de la Lengua Española*. Real Academia Española. <https://dle.rae.es/carcasa?m=form> (Acceso: 31 de julio, 2023).
- » Real Academia Española (2023b). Osamenta. En *Diccionario de la Lengua Española*. Real Academia Española. <https://dle.rae.es/osamenta?m=form> (Acceso: 31 de julio, 2023).
- » Rey, A. (2010). *Efectos del Manejo Sobre la Dinámica de Poblaciones de Guanacos Silvestres (Lama guanicoe) y Mortalidad por Enganches en Alambrados en Campos Ganaderos de Patagonia Norte, Argentina* (Tesis de Doctorado inédita). Universidad de Buenos Aires, Argentina.
- » Rey, A., Novaro, A. J. y Guichón, M. L. (2012). Guanaco (*Lama guanicoe*) mortality by entanglement in wire fences. *Journal for Nature Conservation*, 20(5), 280-283. <https://doi.org/10.1016/j.jnc.2012.05.004>
- » Rindel, D. y Belardi, J. B. (2006). Mortandad catastrófica de guanacos por estrés invernal y sus implicaciones arqueológicas: el sitio Alero Los Guanacos 1. *Magallania*, 34(1), 139-155. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-22442006000100009>
- » Sarno, R. J. y Franklin, W. L. (1999). Population density and annual variation in birth mass of guanaco in Southern Chile. *Journal of Mammalogy*, 80(4), 1158-1162. <https://doi.org/10.2307/1383166>

- » Scheifler, N. A., Massigoge, A., Álvarez, M. C., Rodríguez, J. M., Recofsky, M., Kaufmann, C. A., González, M. E. y Gutiérrez, M. A. (2022). Observaciones tafonómicas naturalistas en el Sistema Lagunar Hinojo-Las Tunas (Campo de Dunas del Centro Pampeano, Argentina). *Revista del Museo de Antropología*, 15(3), 289-308. <http://doi.org/10.31048/1852.4826.v15.n3.38010>
- » Servicio Meteorológico Nacional (2023). *Características: Estadísticas de largo plazo*. Servicio Meteorológico Nacional. Argentina. <https://www.smn.gob.ar/estadisticas> (Acceso: 31 de julio, 2023).
- » Shipman, P. (1981). *Life History of a Fossil. An Introduction to Taphonomy and Paleoecology*. Cambridge: Harvard University Press.
- » Sierpe, G. V. (2015). *Atlas Osteológico del Guanaco (Lama guanicoe)*. Punta Arenas: Ediciones Universidad de Magallanes.
- » Stallibrass, S. (1990). Canid damage to animal bones: two current lines of research. En D. E. Robinson (Ed.), *Experimentation and Reconstruction in Environmental Archaeology* (pp. 151-165). Oxford: Oxbow Books.
- » Stilmann, D. (2007). *Comportamiento del Jabalí*. Repositorio Digital de Acceso Abierto, Sitio Argentino de Producción Animal. https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_jabalies/07-comportamiento.pdf (Acceso: 31 de julio, 2023).
- » Surabian, D. (2012). *Preservation of Buried Human Remains in Soil*. Connecticut: Natural Resources Conservation Service. U.S. Department of Agriculture.
- » Tibbett, M. y Carter, D. O. (2008). *Soil Analysis in Forensic Taphonomy: Chemical and Biological Effects of Buried Human Remains*. Boca Raton: CRC Press.
- » Vass, A. A., Bass, W. M., Wolt, J. D., Foss, J. E. y Ammons, J. T. (1992). Time since death determinations of human cadavers using soil solution. *Journal of Forensic Sciences*, 37(5), 1236-1253. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/1402750/> (Acceso: 31 de julio, 2023).
- » Vilá, B. L. (2012). *Camélidos Sudamericanos*. Buenos Aires: EUdeBA.
- » Voorhies, M. (1969). Taphonomy and population dynamics of an Early Pliocene vertebrate fauna, Knox County, Nebraska. *Contributions to Geology. Special Paper*, 2, 1-69.
- » Wheatley, D. W. y Gillings, M. (2002). *Spatial Technology and Archaeology: the Archaeological Applications of GIS*. Londres: Taylor & Francis. <https://doi.org/10.1201/b12806>
- » Zapperi, G. (2009). *Demografía de una Población Suplementada de Guanacos (Lama guanicoe) en el Parque Provincial Ernesto Tornquist* (Tesis de Licenciatura inédita). Universidad Nacional del Sur, Argentina.
- » Zapperi, G. y Piován, M. J. (2008). Refuerzo poblacional de guanacos en el Parque Provincial Ernesto Tornquist. *Eslabón*, 20, 2. <https://issuu.com/tellus.org/docs/eslabon20> (Acceso: 31 de julio, 2023).
- » Zapperi, G. y Scorrolli, A. L. (2008). Supervivencia de una población de guanacos suplementada en el Parque Provincial Ernesto Tornquist, provincia de Buenos Aires. Trabajo presentado en las XXII Jornadas Argentinas de Mastozoología, Villa Giardino, Córdoba, Argentina.