

Muertes actuales de guanacos (*Lama guanicoe*) en alambrados del sector norte del campo volcánico Pali Aike (Patagonia austral): Implicaciones tafonómicas y arqueológicas

Modern Guanaco (*Lama guanicoe*) Deaths in Wire Fences from the Northern Sector of the Pali Aike Volcanic Field (Southern Patagonia): Taphonomic and Archaeological Implications

 **María Clara Álvarez**

Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas,
Instituto de Matemática Aplicada,
Grupo de Estudios Ambientales,
Universidad Nacional de San Luis,
Argentina.
maca_alvarez@yahoo.com

 **Juan B. Belardi**

Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas,
Universidad Nacional de la Patagonia Austral,
Instituto de Ciencias del Ambiente, Sustentabilidad y Recursos Naturales,
Laboratorio de Arqueología Dr. Luis A. Borrero, Argentina.
juanbautistabelardi@gmail.com

 **Natalia Alonso**

Agencia Nacional de Promoción de la Investigación, el Desarrollo Tecnológico y la Innovación,
Universidad Nacional de la Patagonia Austral,
Laboratorio de Arqueología Dr. Luis Alberto Borrero,
Unidad Académica, Argentina.
alonsonat00@gmail.com

 **Luis A. Borrero**

Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas,
Instituto Multidisciplinario de Historia y Ciencias Humanas, Argentina.
laborrero2014@gmail.com

 **María A. Gutiérrez**

Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas
Instituto de Investigaciones Arqueológicas y Paleontológicas del Cuaternario Pampeano,
Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, Argentina.
mgutierr@soc.unicen.edu.ar

 **Cristian A. Kaufmann**

Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas,
Instituto de Investigaciones Arqueológicas y Paleontológicas del Cuaternario Pampeano,
Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, Argentina.
ckaufman@soc.unicen.edu.ar

 **Agustina Massigoge**

Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas,
Instituto de Investigaciones Arqueológicas y Paleontológicas del Cuaternario Pampeano,
Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, Argentina.
amassigo@soc.unicen.edu.ar

Resumen

Los estudios de tafonomía regional en la Patagonia han demostrado que las muertes de guanacos (*Lama guanicoe*) por enredo en alambrado son un fenómeno recurrente que da lugar a la depositación de huesos que pueden mezclarse con materiales arqueológicos. Se presentan los resultados de un estudio realizado en el cañadón Mack Aike (sector norte del campo volcánico Pali Aike, provincia de Santa Cruz, Argentina), cuyo principal objetivo fue conocer los patrones de mortalidad de guanacos como resultado de enganches en alambrados y discutir la potencial incorporación de sus huesos al registro arqueológico regional. Se realizó una transecta a lo largo de un alambrado por un total de 7,5 km que permitió la detección de 97 carcasas de guanaco. Las principales modalidades de enredo registradas fueron en los hilos superiores, ya sea colgados del abdomen o enganchados de las extremidades. El perfil etario corresponde a una población viva; todos los grupos de edad dental están representados, aunque las crías son más frecuentes. Este estudio mostró la superposición entre carcasas de guanaco modernas y materiales arqueológicos en un amplio sector del cañadón. Se destaca la importancia del alambrado para dirigir la contaminación arqueológica, tanto por el enredo de animales como por su efecto como barrera. Estos datos son de gran importancia para la arqueología regional y sirven como insumo para los estudios de conservación de la especie.

Palabras clave: Tafonomía actualista, Perfiles de mortalidad, Procesos de mezcla, Barrera ecológica, Santa Cruz.

Abstract

Regional taphonomic studies in Patagonia have demonstrated that guanaco (*Lama guanicoe*) deaths caused by entanglement in wire fencing are a recurring phenomenon, generating bone accumulations that may become incorporated into the archaeological record. This paper presents the results of a study conducted in the Mack Aike Canyon, located in the northern sector of the Pali Aike Volcanic Field (Santa Cruz Province, Argentina). The primary objective was to examine guanaco mortality patterns associated with wire-fence entanglement and to evaluate the potential contribution of these remains to regional archaeological assemblages. A 7.5 km transect along a fence line documented 97 guanaco carcasses. The most frequent entanglement types involved the upper wires, with individuals either suspended by the abdomen or trapped by the limbs. Age profiles reflect a living population, with all dental age groups represented, although young individuals were more common. The study highlights the spatial overlap between modern guanaco carcasses and archaeological materials across a wide sector of the canyon. Fences are shown to be significant not only in generating animal mortality and associated bone accumulations, but also in shaping patterns of archaeological contamination through their role as physical barriers. These findings provide critical insights for both regional archaeology and guanaco conservation strategies.

Keywords: Actualistic taphonomy, mortality profiles, mixing processes, ecological fencing barrier, Santa Cruz.

Introducción

Este trabajo forma parte de un proyecto que tiene como objetivo el estudio del registro arqueológico y tafonómico de un sector intermedio del interfluvio Coyle-Gallegos, sector norte del campo volcánico Pali Aike, provincia de Santa Cruz, Patagonia austral (Figura 1). En el año 2019 se realizaron los primeros trabajos arqueológicos sistemáticos en una superficie aproximada de 400 km², en campos de las estancias Bella Vista y Alquinta (Carballo Marina *et al.*, 2019). Allí se identificó una señal arqueológica ampliamente distribuida en el paisaje y concentrada en los últimos 3300 años. Se reconoció una gran densidad de artefactos asociada a restos de animales, entre los que se destaca el guanaco, principalmente localizada en los fondos de los valles de los cañadones, como es el caso del cañadón Mack Aike (Belardi *et al.*, 2025a; Carballo Marina *et al.*, 2019; Jones *et al.*, 2019).

En octubre de 2020 se detectaron cientos de carcasas de guanacos muertos por estrés invernal durante ese mismo año como resultado de olas de frío (Bonfili, 2024). Desde el año 2021 se realizan estudios tafonómicos sistemáticos para comprender este registro moderno de muertes invernales y evaluar sus implicancias para entender el registro arqueológico regional (Belardi *et al.*, 2025b; Borrero *et al.*, 2025). Al mismo tiempo, se comenzaron a relevar carcasas de guanaco producto de otros tipos de muerte, tales como enredo en alambrado y depredación por puma (*Puma concolor*). Resultan de especial interés las muertes producto del alambrado, dado que en el área de estudio hay una alta superposición entre sus trazados y la distribución de los materiales arqueológicos en el valle del cañadón Mack Aike.

Patagonia ha sido pionera en el desarrollo de estudios tafonómicos en ambientes modernos realizados en el marco de investigaciones arqueológicas regionales (Borrero, 1988, 1989, 2001; Borrero y Martín, 1996; Borrero *et al.*, 1991; Belardi y Carballo Marina, 2003; Borella, 2004; Cruz, 2015). Este enfoque busca comprender la dinámica actual del ambiente en una escala espacial amplia, en particular los procesos responsables de la depositación, acumulación y preservación de los huesos en diferentes sectores del paisaje. De manera específica, esta perspectiva busca evaluar el impacto de la “lluvia natural de huesos” (*sensu* Haynes, 2018, p. 113) en el registro arqueológico regional (Borrero, 1989; 2001; 2014).

La tafonomía regional ha mostrado que las muertes de guanacos por enredo en alambrado son un fenómeno frecuente en Patagonia, que da lugar a la depositación de huesos que pueden mezclarse con materiales arqueológicos (Borrero, 2001; Borrero *et al.*, 2005). El alambrado se introdujo en Argentina en el año 1845 (Sbarra, 2011), constituyendo un hito importante en la modernización del campo, ya que transformó la forma de delimitar propiedades y de manejar el ganado. Específicamente en Patagonia resulta más difícil precisar la fecha exacta de la introducción del alambrado. En Díaz, Contardi y Cía (1920, p. 80) se menciona que, en 1883, Pecket Harbour es la primera estancia de Patagonia que cuenta con alambrado, más precisamente en la zona de Magallanes (Patagonia chilena). Se estima que, a partir de 1890, el alambrado ya estaría presente en el sur de la provincia de Santa Cruz (C. Nuevo Freire, comunicación personal 2025). Los alambrados constituyen una causa moderna de muerte para los guanacos, pero su relevancia la establece el hecho de que desde hace aproximadamente 140 años dirigen esta forma de potencial contaminación arqueológica. En consecuencia, el objetivo de este trabajo es conocer los patrones de mortalidad de guanacos como resultado de enganches en alambrados y evaluar la

incorporación de sus huesos al registro arqueológico regional. También se discute el rol de los alambrados como barrera en el tránsito de estos animales. Para la construcción de los patrones de mortalidad se pone especial énfasis en la determinación detallada de las clases de edad, lo cual constituye una información novedosa con respecto a los estudios previos de esta temática.



Figura 1. Área de estudio y ubicación de la transecta realizada. Referencias: T= transecta. Elaborada para este artículo por María Clara Álvarez. Imagen tomada y modificada de Google Earth Pro 7.3.6.10441(64 bit) (agosto de 2025).

Antecedentes

A pesar de la importancia del fenómeno, es limitado el número de estudios a nivel global que aborda la mortalidad de ungulados silvestres por enredos en alambrados (Jakes *et al.*, 2018). En su gran mayoría, se trata de investigaciones realizadas por biólogos y dirigidas a resolver problemáticas ecológicas y de conservación de la fauna silvestre (*e.g.*, Greenfield *et al.*, 2021; Harrington y Conover, 2006; Mbaiwa y Mbaiwa, 2006; Pietersen, 2022; Rey *et al.*, 2012). En el caso particular del guanaco, el enredo en alambrados es una causa de muerte frecuente en la Patagonia (*e.g.*, Raedeke, 1976; Borrero, 2001; Borrero *et al.*, 2005; Kaufmann, 2008, 2009; Rey *et al.*, 2012). Si bien esto es ampliamente conocido, ha sido escasamente investigado. Las primeras observaciones sistemáticas fueron realizadas por Raedeke (1976, 1979), quien desarrolló un estudio ecológico y biológico sobre las poblaciones de guanaco en el centro-oeste de la Isla Grande de Tierra del Fuego (provincia de Magallanes, Chile). Entre los aspectos abordados se encuentran las causas de mortalidad, por lo cual este investigador recogió información relativa a la edad, sexo, fecha de muerte y condición física de cada carcasa registrada en el campo. Su estudio reveló que, de un total de 473 carcasas, 29 (6%) corresponden a muertes por enredo en alambrado (Raedeke, 1976, Tabla 16, p. 135). También se destaca el estudio realizado por Rey y coautores (Rey, 2010; Rey *et al.*, 2012), que se focalizó específicamente en las muertes de

guanaco ocasionadas por enredos en alambrados en el centro de la provincia de Río Negro (norte de Patagonia, Argentina). Con el objetivo de estimar la tasa de mortalidad anual de guanacos por esta causa, durante dos años se registraron bimestralmente los guanacos enredados en dos tipos de alambrados: para bovinos (65 km, 7 hilos, 113 cm de altura) y para ovinos (13 km, 5 hilos, 93 cm de altura). En total, se identificaron 124 carcasas y se relevó información relativa a la edad, sexo y forma de enredo (Rey *et al.*, 2012). A mediados del año 2024, un equipo dirigido por el biólogo Emiliano Donadío inició un monitoreo de guanacos muertos en alambrados en el Parque Patagonia y en el Parque Nacional Monte León (provincia de Santa Cruz). Este estudio, proyectado para llevarse a cabo a lo largo de un año, contempla el recorrido mensual de dos segmentos de alambrado, uno al que se le ha removido el hilo superior y otro que aún lo conserva. El objetivo es evaluar el impacto de las muertes por enganche y determinar en qué medida la remoción del último alambre podría reducir la mortalidad de los guanacos (Diario Nuevo Día, 2024).

Borrero (2000, 2001; Borrero *et al.*, 2005) fue el primer investigador que llamó la atención sobre la importancia de las muertes en alambrado desde una perspectiva tafonómica a partir de sus observaciones actualistas en distintos ambientes de la Patagonia meridional y Tierra del Fuego, en Argentina y Chile. Este autor menciona que los alambrados concentran huesos de guanaco, principalmente de crías, en ciertos sectores del Parque Nacional Torres del Paine, Chile (Borrero, 2001). Los restos presentaban evidencias de la acción de zorros y aves carroñeras. En un muestreo dirigido se observaron altas densidades de huesos en espacios limitados. Además, al comparar los resultados obtenidos en 1994 y en 1995 se observa un aumento en la desarticulación y la fragmentación de los restos óseos (Borrero, 2001, Tabla 10), lo cual estaría vinculado con procesos de pisoteo. Otro dato relevante fue el registro de abundantes carcasas de individuos crías que murieron durante los primeros días de diciembre de 1999, enredados en alambrados del límite oriental del parque (Borrero *et al.*, 2005, p. 99). En otro trabajo, Borrero (2000) menciona que la presencia de alambrados, combinada con la acción de los inviernos, puede ser la causa de la acumulación de carcasas de guanacos observada en Cerro de los Onas (centro-norte de Tierra del Fuego, Chile). En esta acumulación, que representa aproximadamente unos 20 años de muertes, se observó la mezcla de huesos actuales con material arqueológico de unos 2000 años de antigüedad.

En el extremo noreste de Río Negro, Kaufmann (2008, 2009) llevó adelante un estudio general sobre mortalidad de guanacos con el propósito de generar metodologías que permitan construir perfiles de mortalidad de esta especie en sitios arqueológicos. Durante su estudio, este investigador registró 29 individuos muertos por enredo en alambrado (18% del total de la muestra) y relevó, entre otras variables, la edad, sexo, forma de enredo, integridad anatómica y modificaciones tafonómicas. Además, Kaufmann (2009) discutió la posibilidad de mezcla de los huesos de estos guanacos con materiales arqueológicos, constituyendo otro importante antecedente del trabajo que aquí presentamos.

Por último, también en el marco de un estudio tafonómico actualista, Morales y coautores (2024) informaron muertes de guanacos por enredo en alambrado en el Parque Provincial Ernesto Tornquist (sudoeste de la región pampeana, Argentina), donde existe una población relictual de este camélido. Estos investigadores registraron un total de siete carcasas, tres de las cuales fueron clasificadas como muertes por enganche en alambrado. Entre las variables relevadas se encuentran la edad, sexo, completitud de la carcasa al momento del

hallazgo y presencia de modificaciones tafonómicas. Asimismo, a partir del estudio de los restos desarticulados, destacan que la zona de mayor densidad de restos se da junto al alambrado (Morales *et al.*, 2024).

Área de estudio

El cañadón Mack Aike es el afluente más importante que recibe el río Gallegos desde el norte y se encuentra en el área ecológica de la estepa Magallánica seca (Oliva *et al.*, 2001). Posee laderas pronunciadas que brindan reparo del viento predominante del oeste y un mallín activo que ofrece agua todo el año, por lo que se concentran pasturas y fauna, principalmente guanacos y choiques (*Rhea pennata pennata*). Nace en las planicies aterrazadas (Rial, 2001) del sector norte de la cuenca media del río Gallegos (~194 msnm) y luego de aproximadamente 29 km desemboca en dicho río (~48 msnm).

El relevamiento de las muertes de guanacos en alambrados se realizó sobre el tramo final del sector del cañadón que tiene una orientación oeste-este y comprende desde sus nacientes hasta que cambia su orientación hacia el sur. Desde allí se lo llama Chorrillo Grande y conforma el segundo tramo (Belardi *et al.*, 2025b) (Figura 1).

A lo largo del cañadón se ha registrado una distribución prácticamente continua de materiales arqueológicos que incluye artefactos líticos, cerámicos, malacológicos, de proceso de contacto (vidrios y metales) y restos faunísticos, mayoritariamente de guanacos (Belardi *et al.*, 2025a). Uno de los desafíos que enfrenta el estudio arqueológico de estos conjuntos es poder distinguir los restos óseos de origen antrópico de aquellos depositados naturalmente a lo largo del tiempo.

En el tramo del cañadón bajo estudio se han reconocido once concentraciones de materiales arqueológicos, denominadas Mack Aike 5 a Mack Aike 15, compuestas por restos óseos, artefactos de vidrio y, principalmente, desechos de talla y núcleos, además de artefactos formatizados como raederas, puntas de proyectil y bifaces. Las materias primas predominantes son locales, como las rocas de grano fino oscuras, dacitas y calcedonia. A ellas se suman, en baja frecuencia, tres tipos de obsidias usuales en los conjuntos arqueológicos del sur de la Patagonia, negra, gris verdosa veteada y verde. Se interpreta que el cañadón Mack Aike fue un lugar de ocupación persistente (Schlanger, 1992) durante el Holoceno tardío. Habría sido utilizado principalmente de manera residencial y redundante a lo largo de todo el año, incluso durante el periodo de contacto indígena-criollo y europeo, momento en el que su relevancia pudo haber sido aún mayor. En este contexto, el cañadón Mack Aike habría cumplido un papel central en el marco de la geografía cultural de los cazadores recolectores del campo volcánico Pali Aike (Belardi *et al.*, 2025a y Carballo Marina *et al.*, 2026).

Materiales y métodos

Se realizaron recorridos a pie por los alambrados ubicados en el fondo del cañadón Mack Aike (Transecta 5). En la temporada de campo del año 2023 se relevó un tramo de 4 km (Transecta 5, sector A, ver Figura 2) y en la de 2025 uno de 3,5 km (Transecta 5, sector B, ver Figura 2). Sumando estos dos tramos discontinuos, el total recorrido fue de 7,5 km. Los alambrados tenían entre cinco y nueve hilos, aunque la mayoría presentaba seis hilos. En algunos tramos se registraron hilos con púas. En gran parte de la transecta la altura del

alambrado era de aproximadamente 1,1 m; en tanto que en otros tramos, correspondientes principalmente a corrales de ovejas, la altura aproximada era de unos 0,9 m. Siguiendo a Harrington y Conover (2006), se consideró que la muerte era atribuible al enredo en el alambrado únicamente cuando la carcasa se encontraba físicamente atrapada en él, en tanto que no se incluyeron en este relevamiento a los individuos que solo presentaban asociación espacial con los cercos.

Cada carcasa fue georeferenciada con GPS y fotografiada. Para cada individuo se completó una ficha en la que se consignaron características generales de la carcasa, así como datos relativos al alambrado (*e.g.*, presencia de púas, cantidad de hilos). Los casos de enganches se agruparon según los hilos involucrados, la parte anatómica enredada y la edad del individuo afectado. En las carcasas que presentaban elementos óseos expuestos sin cobertura de cuero, se registró el estadio de meteorización más avanzado (*sensu* Behrensmeyer, 1978). También se describió la presencia de cuevas de animales de hábitos fosoriales asociadas. Se registraron las modificaciones producidas por carnívoros, aunque este relevamiento no fue sistemático, principalmente por las dificultades para reconocer modificaciones a nivel del tejido blando. Por tal motivo, consideramos que la frecuencia de carcasas dañadas por carnívoros debe ser tomada como un valor mínimo.

El sexo fue determinado en individuos mayores a 30 meses a partir de observaciones en caninos y pelvis (Kaufmann, 2009). La edad fue estimada solo para los individuos que contaban con mandíbula. Se determinó mediante el uso del cronograma de erupción, desarrollo y desgaste de los dientes mandibulares propuesto por Kaufmann (2009). Con estos datos se construyó un histograma que representa el perfil de edad para la transecta. Los individuos se clasificaron en doce Categorías de Edad Dental (CED), que corresponden aproximadamente a intervalos de un año. Éstas, a su vez, se combinaron en las siguientes categorías más amplias: juvenil (0-2 años), adulto (2-7 años) y senil (>7 años) (Stiner, 1990) para ser representadas en un gráfico ternario, como fuera propuesto originalmente por Stiner (1994). Para clasificar los tipos de enganche se propusieron las siguientes modalidades, que contemplan la diversidad de patrones observados en nuestro estudio y que se describen en detalle en la sección de los resultados: a) colgado en el último hilo; b) enganchado en los últimos dos hilos; c) colgado en hilos intermedios; d) enganchado en los hilos intermedios en conjunto con las siguientes categorías de edad: cría (0 a 1 año), juvenil (1 a 2 años), subadulto (2 a 3 años), adulto (3 a 7 años) y senil (más de 7 años).

Se superpusieron en un mapa los datos de GPS de las distribuciones de materiales arqueológicos del área (Belardi *et al.*, 2025a) con los puntos de las carcasas registradas en los alambrados. Finalmente, se realizaron tres pruebas de pala de medidas variables (1 x 0,4 x 0,5 m; 1 x 0,5 x 0,3 m; 0,6 x 0,5 x 0,4 m) para evaluar la migración vertical de los huesos de guanaco en cercanía de los animales muertos en los alambres.

Resultados

En total se cubrió una distancia de 7,5 km: 4 km en el sector A y 3,5 km en el sector B (Figura 2). Se relevaron 97 individuos enganchados en los alambres, uno de los cuales no presentaba mandíbula y para el cual no pudo estimarse la edad.

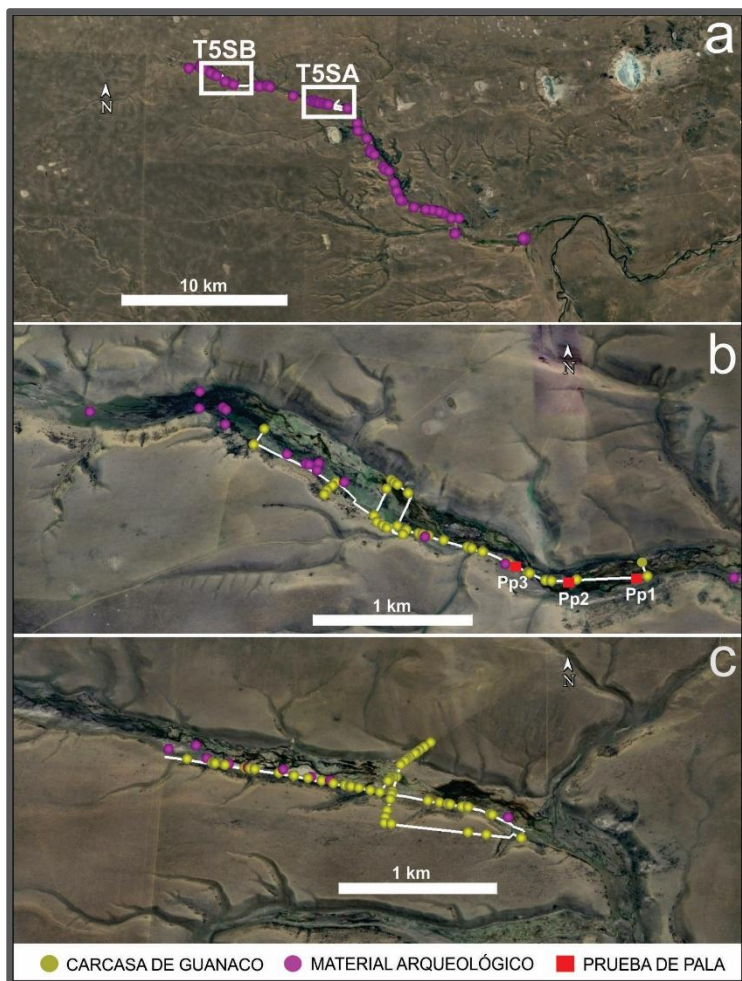


Figura 2. a) Ubicación de los dos sectores de los alambrados en los que se realizó la transecta y distribución de las carcadas de guanaco, los materiales arqueológicos y las pruebas de pala realizadas. b) Detalle del Sector A. c) Detalle del Sector B. Referencias: T5SA= Transecta 5 Sector A; T5SB= Transecta 5 Sector B. Elaborada para este artículo por María Clara Álvarez y Cristian A. Kaufmann. Imagen tomada y modificada de Google Earth Pro 7.3.6.10441 (64 bit) (agosto de 2025).

Perfil de sexo y edad

De los 97 guanacos pudo determinarse el sexo en 66 casos. De estos, 22 (33,33%) correspondían a hembras y 44 (66,67%) a machos. En relación con la edad, se observa que todas las categorías de edad dental están representadas (Figura 3a; Tabla 1). La más frecuente es la 1, que corresponde a las crías (menos de 1 año), seguida por la 3 (subadulto), la 7 (adulto) y la 10 (senil). El resto está representado por menos del 10%, siendo la categoría 9 (senil) la menos frecuente. En el gráfico ternario se observa que el perfil de mortalidad corresponde a la zona de una población viva (Figura 3b).

Categoría de edad	Categoría de Edad Dental (CED)	N	%
Cría	1	16	16,67
Juvenil	2	6	6,25
Subadulto	3	15	15,63
Adulto	4	9	9,38
	5	3	3,13
	6	4	4,17
	7	12	12,5
Senil	8	5	5,21
	9	2	2,08
	10	10	10,42
	11	8	8,33
	12	6	6,25
Total	-	96	100

Tabla 1. Cantidad y porcentaje de carcasas de guanaco por Categoría de Edad Dental (CED).

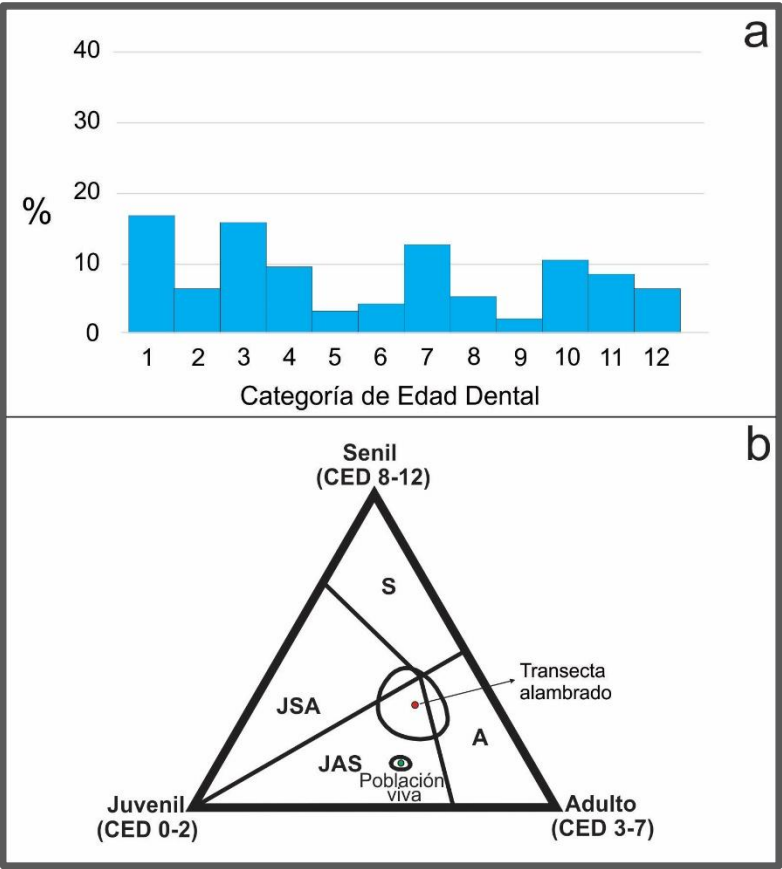


Figura 3. Perfil de edad de la muestra de guanaco analizada. a) Histograma de muertes en alambrado; b) Gráfico ternario. La muestra de la población viva proviene de Torres del Paine (Fritz, 1985). Elaborada para este artículo por Cristian A. Kaufmann.

En el caso de los individuos crías (CED 1), se determinó su edad en subclases dentro del año (Tabla 2). En las 16 carcasas registradas en alambrados están presentes todas las subclases, lo cual indica muertes en diferentes momentos del año (Tabla 2).

Subclase	N	%
0,5 a 3 meses	5	31,25
3 a 5 meses	2	12,5
5 a 7 meses	2	12,5
7 a 9 meses	4	25
9 a 12 meses	3	18,75
Total	16	100

Tabla 2. Edad de los individuos cría (entre 0 y 12 meses) muertos por enredo en alambrado.

Tipos de enganches

Los tipos de enganche fueron variables. En muchas oportunidades, al saltar el animal y levantar y bajar los hilos a su paso, se generan torniquetes de gran presión entre sus extremidades, haciendo casi imposible la liberación (Figura 4). En el caso de los individuos crías, especialmente los de menor edad (hasta 6 o 7 meses), en lugar de saltar, tienden a pasar los alambrados entre los hilos, quedando enganchados en gran parte de los casos en su zona ventral.



Figura 4. Detalle de los tipos de enganche registrados. Obsérvese que la mayoría de estos corresponden a torniquetes en distintos segmentos de las extremidades. Elaborada para este artículo por María Clara Álvarez. Fotos tomadas por María A. Gutiérrez.

En 29 casos no pudo identificarse el tipo de enganche debido al estado avanzado de descomposición del animal o a que el alambrado estaba caído. En los casos restantes se registraron las modalidades que se describen a continuación (Tabla 3, Figura 5). De manera operativa dividimos los enganches en aquellos que involucran a los últimos dos hilos (superiores) y al resto (inferiores).

- ⇒ Colgado en el último hilo ($n=30$) (Figura 5a). Es una de las modalidades más frecuentes y se caracteriza porque el animal queda colgado de la zona ventral, apoyado sobre el hilo superior del alambrado. En esos casos, al intentar saltar el alambrado, el guanaco introduce accidentalmente una o sus dos patas traseras entre los hilos intermedios, donde quedan atrapadas. Existe una amplia variabilidad en los hilos intermedios donde se enganchan las patas traseras, aunque los hilos más altos son los que concentran la mayor cantidad de casos.
- ⇒ Enganchado en los últimos dos hilos (superiores) ($n=30$) (Figura 5b). Es la otra modalidad de alta frecuencia. Comprende diversas variantes en las que se ven involucradas las extremidades del animal, ya sean delanteras o traseras, de forma individual o en pares. La más común es el enganche individual, que comprende a la extremidad trasera ($n=14$) o delantera ($n=10$). El enganche de dos extremidades es menos habitual e incluye patas delanteras ($n=4$) y traseras ($n=2$).

⇒ Entre las modalidades menos frecuentes se registran casos de animales colgados en los hilos intermedios (Figura 5c), en que el animal queda suspendido de la zona ventral sobre uno de los hilos intermedios y enganchado en los hilos intermedios por algunas de sus extremidades (Figura 5d).

	N	%	Cría	Juv.	Sub.	Adul.	Senil	Indt.
Colgado en último hilo	30	30,93%	5	2	6	7	10	0
Enganchado en últimos hilos	30	30,93%	1	1	6	12	9	1
Colgado en hilo intermedio	5	5,15%	4	0	0	1	0	0
Enganchado en hilos intermedios	3	3,09%	1	0	0	0	2	0
Indeterminado	29	29,90%	5	3	3	8	10	0
Total	97	100	16	6	15	28	31	1

Tabla 3. Modalidades de enredo en alambrado y su distribución por clase de edad.
Referencias. Juv.= juvenil; Sub.= subadulto; Adul.= Adulto; Indt.= indeterminado.



Figura 5. Ejemplos de modalidades de enredo en alambrado. a) Colgado en hilo superior; b) Enganchado en hilos superiores; c) Colgado en hilo intermedio; d) Enganchado en hilo intermedio. Elaborada para este artículo por María Clara Álvarez. Fotos tomadas por María A. Gutiérrez y Cristian A. Kaufmann.

Modificaciones tafonómicas y presencia de cuevas

El relevamiento de la meteorización en las carcasas registradas en los alambrados indica que la mayoría de los individuos se encuentra en el estadio 0. Cerca del 41% alcanzó el estadio 1, en tanto que en bajos porcentajes se registran los estadios 2 y 3 (Tabla 4). Por otra parte, en el 25% de las carcasas se reconocieron cuevas de armadillos (*ChaetophRACTUS villosus* o *Zaedyus pichi*) asociadas. Las mismas se presentaban inmediatamente por debajo de los individuos. En varios casos se observaron huesos alrededor de las cuevas o en su interior, aunque esto no fue registrado de manera sistemática (Figura 6).

Variable	Estadio	N	%
Meteorización	0	46	47,42
	1	40	41,24
	2	9	9,28
	3	2	2,06
	4	0	0
	5	0	0
Presencia de cuevas	-	26	24,80

Tabla 4. Meteorización y presencia de cuevas en la transecta de alambrados.

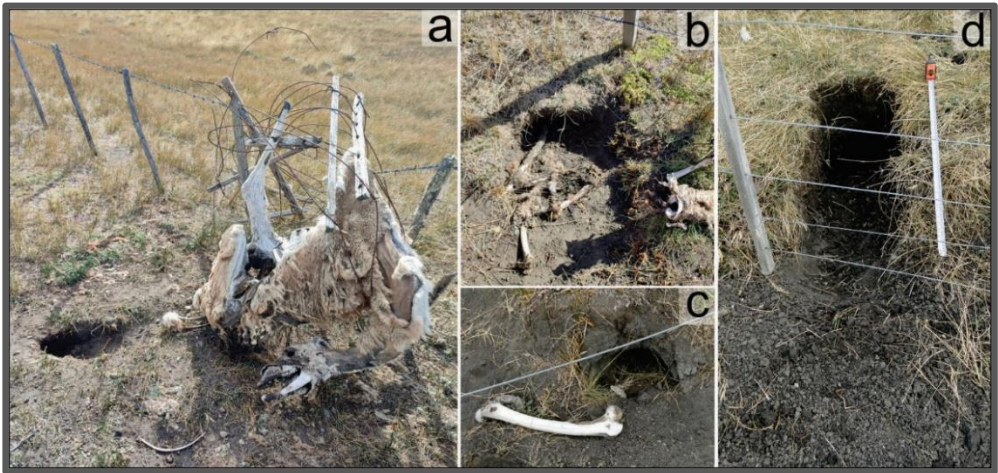


Figura 6. Presencia de cuevas asociadas con muertes en alambrado. a) Cueva asociada con carcasa; b) Huesos de guanaco articulados sobre cueva; c) Fémur de guanaco en adyacencias de una cueva; d) Prueba de pala realizada debajo de uno de los alambrados. Elaborada para este artículo por María Clara Álvarez. Fotos tomadas por María A. Gutiérrez y Cristian A. Kaufmann.

Se observaron modificaciones de carnívoros a nivel óseo en el 11% de las carcasas. Dado que generalmente las carcasas conservan el cuero que protege a la mayoría de los huesos, estas modificaciones aparecen principalmente en apófisis de vértebras y en costillas. La extensión y el tamaño de las modificaciones son referibles a cánidos de tamaño pequeño, como zorros, que podrían haber carroñado las carcasas. No se descarta que mefitidos o mustélidos también hayan podido intervenir en los restos. Una observación general es que las modificaciones en los huesos no son tan frecuentes como las deyecciones de aves, las cuales están presentes en la mayoría de las carcasas.

Superposición entre muertes por alambrado y materiales arqueológicos

Los estudios efectuados en el cañadón Mack Aike indican la presencia de un registro casi continuo de materiales arqueológicos en su planicie de inundación. Los restos se observan generalmente en las zonas de erosión (Figura 7). Se han identificado tanto materiales aislados como sitios con altas densidades, tal como es el caso de Mack Aike 13. Entre los materiales se destacan artefactos líticos, así como de metal y de vidrio. En el caso de los restos óseos, es frecuente el hallazgo de huesos de guanaco, algunos de los cuales presentan claras evidencias de procesamiento humano. Sin embargo, para muchos de los huesos se desconoce su origen y momento de depositación, lo cual motivó en parte el desarrollo del presente trabajo. En la Figura 2 se observa una superposición genérica entre los materiales arqueológicos y las carcasas de guanaco enganchadas en los alambrados. Ésta se da espacialmente en el fondo del cañadón, donde en varios casos se observan superposiciones específicas (Figura 2b, 2c; Figura 7).

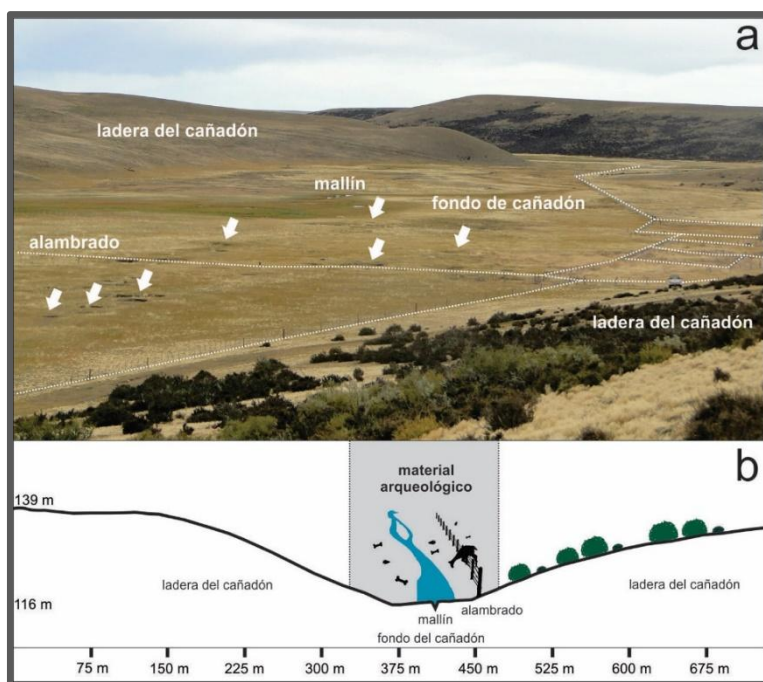


Figura 7. Cañadón Mack Aike y localización de los alambrados y los materiales arqueológicos. a) Imagen del cañadón. Las flechas blancas indican áreas erosionadas donde se expone material arqueológico; b) Esquema del perfil transversal del cañadón. Elaborada para este artículo por Cristian A. Kaufmann y María Clara Álvarez. Foto tomada por Cristian A. Kaufmann.

Las tres pruebas de pala se realizaron en el fondo del cañadón, en diferentes sectores asociados con muertes en alambrados (Figura 2c; Figura 6d). La prueba de pala 1 se efectuó sobre una cueva de armadillo asociada con tres guanacos enganchados en el alambrado que se encontraban por encima de ella. El sedimento era oscuro y muy compacto. Esta excavación llegó a la base de la cueva y sus dimensiones fueron 1 m x 0,4 m y 0,5 m de profundidad. La prueba de pala 2 se realizó en cercanías del alambrado, en una zona correspondiente a una hoyada y midió 1 m x 0,5 m y 0,3 m de profundidad. La prueba de pala 3 se excavó también en cercanías del alambrado en una zona de hoyada donde había abundante material arqueológico y restos óseos; sus dimensiones fueron 0,6 m x 0,5 m y 0,4 m de profundidad. En ninguna de las tres pruebas de pala se hallaron restos óseos o artefactos, ya sean modernos o arqueológicos. Sin embargo, se considera que el número de pruebas fue escaso y la superficie excavada de pequeñas dimensiones. Se ha planificado para futuros trabajos de campo realizar un diseño de muestreo dirigido y más abarcativo con el objetivo de evaluar la existencia de enterramiento.

Discusión

El relevamiento de guanacos enredados en alambrados en el cañadón Mack Aike nos permite discutir una serie de aspectos vinculados con las características de este tipo de muertes, las modificaciones que sufren las carcasas, los perfiles de mortalidad resultantes y el potencial de contaminación de los sitios arqueológicos por la lluvia natural de huesos. Asimismo, si bien este estudio no estaba dirigido a responder preguntas de conservación de este ungulado silvestre, la información generada resulta de insumo para futuras propuestas que contemplen el manejo sostenible de las poblaciones.

Perfil de sexo y edad

La proporción de sexo en este estudio fue de 33% hembras y 67% machos. En otras investigaciones también se presentan proporciones de sexo, como es el caso de los trabajos de Raedeke (1976) -70% hembras y 30% machos-, Rey y coautores (2012) -52% hembras y 48% machos considerando solo los adultos para comparar con el resto de los estudios- y Kaufmann (2009) -80% hembras y 20% machos. Por el momento, no estamos en condiciones de explicar la variabilidad observada en estos porcentajes. Esto podría estar relacionado con los tipos de grupos sociales que frecuentan cada área, el estado de las poblaciones y la influencia de factores estocásticos. Por otra parte, algunos estudios han señalado que, en especies como el alce (*Alces alces*), los machos tienden a cruzar las cercas con mayor frecuencia que las hembras (Visscher *et al.*, 2023), lo que sugiere que el comportamiento frente a estos obstáculos puede estar mediado por variables demográficas y sociales.

El perfil de mortalidad de los guanacos muertos en los alambrados muestra la representación de todas las clases de edad, con una estructura compatible con la de poblaciones vivas. En principio, podemos sostener que las muertes por alambrado afectarían de manera similar a los distintos grupos etarios. No obstante, es necesario destacar algunos aspectos que merecen ser considerados. Por un lado, a pesar de que la categoría 1 (crías) se encuentra bien representada, nuestras observaciones y la bibliografía (Raedeke, 1976; Rey *et al.*, 201) indican que esta clase también sería la más susceptible a permanecer menos tiempo enganchada. Esto se debe a varias razones, entre las que se

suman su menor tamaño y peso, grado de fusión y la forma de enganche, dado que quedan generalmente colgados del abdomen y más cerca del suelo. Estos factores facilitan su desenganche y transporte por animales carroñeros de tamaño pequeño/mediano (*e.g.*, zorros). Por estos motivos consideramos que la clase crías, sobre todo en sus primeros meses, sería la más subrepresentada en este estudio. La presencia de carcacas de guanacos crías en estado fresco cerca de los alambrados y de pelos en los hilos cercanos al hallazgo son evidencias del desenganche y desplazamiento temprano que experimentan individuos de esta categoría.

Por otro lado, es relevante señalar que la clase senil, particularmente a partir de la CED 10, se encuentra muy bien representada, especialmente los machos. Si bien esta clase es más vulnerable por su condición física, el patrón podría estar también vinculado con una baja presión de depredación, tanto humana como animal, que caracterizaría a la población en estudio. Esta situación se relaciona con el hecho de que las estancias donde habita la población analizada son de propiedad privada y de difícil acceso, lo que limita la caza humana furtiva del guanaco. Además, la presencia de ganado ovino y su cuidado por el personal de las estancias han favorecido el control del puma, principal depredador natural del guanaco, de baja presencia actual en la zona, aunque en nuestros estudios hemos constatado algunas muertes de crías por parte de este depredador. En este contexto, una proporción significativa de los guanacos podría alcanzar edades avanzadas, volviéndose progresivamente más susceptibles a accidentes con alambrados, como consecuencia del deterioro físico asociado con el envejecimiento y la pérdida de agilidad. Como parte de nuestros trabajos de campo, hemos realizado la colecta de especímenes óseos con patologías, aunque aún no han sido estudiadas de manera sistemática. La presencia de varias fracturas remodeladas (Figura 8), podría indicar que permanecieron vivos cierto tiempo en esta condición y refuerza la idea de una baja depredación para la población analizada. La supervivencia prolongada de algunos individuos tras sufrir lesiones sería menos probable en poblaciones sujetas a una depredación intensa.

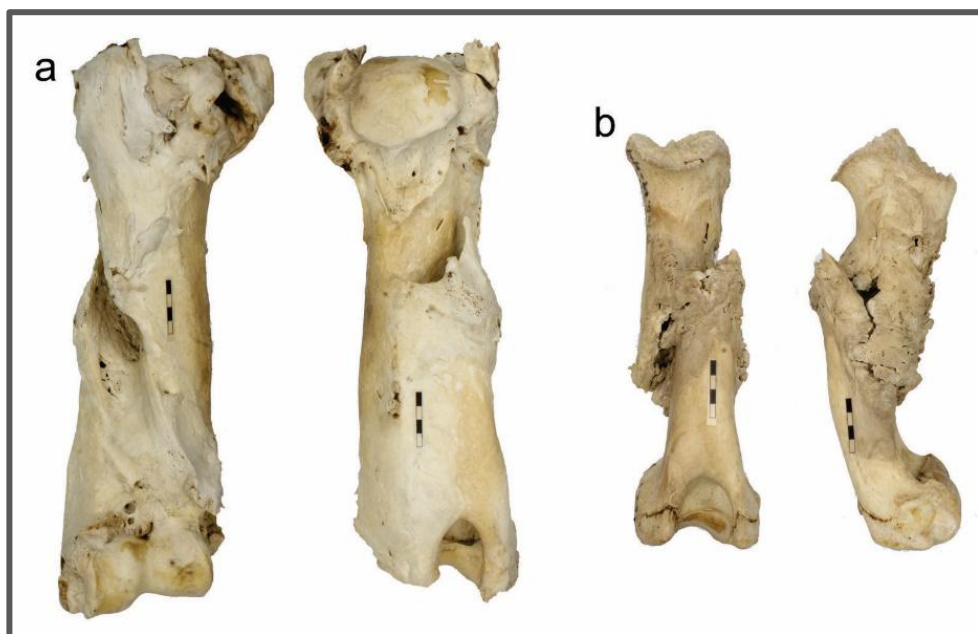


Figura 8. Fracturas en espiral remodeladas en la diáfisis de húmeros de guanaco. a) Húmero derecho de un individuo adulto; b) Húmero derecho de un individuo juvenil. Escala= 2 cm. Elaborada para este artículo por Cristian A. Kaufmann. Fotos tomadas por Cristian A. Kaufmann.

En los relevamientos realizados en alambrados por Kaufmann (2009) en Río Negro, el perfil etario observado es de tipo atricional. Sin embargo, es necesario considerar que la población está fuertemente impactada por la caza furtiva, la cual se centra en individuos adultos jóvenes (Kaufmann, 2009). Este caso, junto con el aquí presentado, sugiere que las probabilidades de accidentes en alambrados serían similares para todas las clases de edad de la población. En este sentido, los perfiles de mortalidad derivados de estos accidentes podrían constituir una fuente de información útil para evaluar el estado de la población en los últimos años, aunque contemplando la posibilidad de un sesgo en contra de los individuos crías.

Tipos de Enganches

Se reconocen dos tipos de enredo mayoritarios que explican el 60% de los casos registrados. Los individuos colgados de la zona ventral y enganchados en los hilos superiores se presentan con la misma frecuencia. A diferencia de lo observado por Rey (2010), se registra el enredo tanto de patas traseras como de delanteras casi en la misma proporción ($n=16$ traseras vs. $n=14$ delanteras). Se reconocen diferencias en la edad según si la extremidad atrapada es delantera o trasera. Los casos de crías y juveniles con extremidades atrapadas en hilos superiores son exclusivamente enredos en patas delanteras; en subadultos, la mayoría de los casos son enredos en patas delanteras, aunque se registran algunos casos en patas traseras ($n=2$); a partir de adultos, la proporción se invierte, predominando los enredos en patas traseras. Esto podría explicarse en función del desarrollo del individuo y su capacidad para saltar el alambrado. Los guanacos más jóvenes suelen quedar atrapados a la altura del abdomen al intentar atravesar la cerca por entre los hilos o al intentar saltarla cuando se trata de alambrados bajos. Es importante aclarar que esto sucede generalmente

en el caso de las crías en sus primeros meses de vida (aproximadamente 6 o 7 meses). Por otra parte, las crías de mayor edad y las subsiguientes clases de edad casi siempre intentan saltar los alambrados, por lo que quedan atrapadas con las patas traseras durante la trayectoria del salto. En concordancia, Kaufmann (2009) observó que los individuos crías quedan atrapados a nivel del abdomen entre los hilos al intentar pasar entre ellos, mientras que los animales de mayor edad quedan atrapados al intentar saltarlos. Por otra parte, para otros ungulados no se observaron estas diferencias, aunque en general el porcentaje de enredo en el abdomen es superior en juveniles (Harrington y Conover, 2006).

En los dos tipos de enredo más frecuentes registrados en este estudio, ambas situaciones involucran el hilo superior o los dos hilos superiores del alambrado. Este patrón coincide con lo señalado por otros investigadores, tanto para guanacos como para otras especies de ungulados (Rey, 2010; Rey *et al.*, 2012; Harrington y Conover, 2006). La mortalidad asociada con los hilos superiores podría vincularse con su altura, que supera el metro recomendado para entornos productivos que comparten espacio con fauna silvestre (Paige, 2008). Asimismo, algunos autores destacan que la distancia entre los dos alambres superiores constituye un factor determinante en el aumento de la mortalidad: más allá de la altura, el espaciamiento entre hilos sería otro elemento clave (Harrington y Conover, 2006; Paige, 2008). En este trabajo, dicha variable no fue registrada, pero se considerará en futuros relevamientos.

Alambrados como barrera

Los alambrados pueden actuar como barreras, limitando la conectividad y fragmentando las poblaciones, lo que puede llevar a la reducción de su diversidad genética con el tiempo. También constituyen una amenaza inmediata para los ungulados, ya que limitan su acceso a recursos importantes, como el agua o las pasturas estacionales, y disminuyen su capacidad de respuesta a los factores de estrés ambiental (Jakes *et al.*, 2018). Además, los alambrados no sólo impiden que los animales lleguen a zonas mejores, sino que también pueden limitar su capacidad de escape de áreas pobres en recursos o con condiciones climáticas adversas, como frío o sequías extremas (Greenfield *et al.*, 2021; Mbaiwa y Mbaiwa, 2006).

Como fue mencionado en los antecedentes, Borrero (2000) menciona que la presencia de alambrados, combinada con la acción de los inviernos, podría haber sido la causa de la acumulación de carcasas de guanacos de Cerro de los Onas. En nuestros trabajos de campo hemos observado en diversas oportunidades la presencia de un gran número de carcasas producto de muertes invernales, localizadas en adyacencia a los alambrados (Figura 9). Si bien esto es parte de un relevamiento en una escala espacial amplia, que excede el objetivo del presente artículo, estos casos nos alertan acerca del rol del alambrado como limitante en la circulación de las poblaciones de animales, especialmente en condiciones invernales. En estos ejemplos se ha registrado una variabilidad de situaciones que incluyen, por un lado, muertes tanto de grupos familiares como mixtos, y, por otro, perfiles tanto selectivos como no selectivos (Belardi *et al.*, 2025b).



Figura 9. Ejemplos de guanacos muertos por estrés invernal, en adyacencia a alambrados que podrían haber actuado como barrera. a) Estancia San Miguel (localidad El Cerrito, provincia de Santa Cruz); b) Estancia Bella Vista (provincia de Santa Cruz, límite con Chile). Se observa la acumulación de carcasas de guanaco en el lado chileno y la ausencia en el lado argentino. Elaborada para este artículo por María Clara Álvarez. Fotos tomadas por Juan B. Belardi (a) y Brian Halvorsen (b).

Trayectorias tafonómicas de las carcasas y mezcla con materiales arqueológicos

En este estudio no contamos con datos que nos permitan estimar con certeza el tiempo de permanencia de las carcasas en los alambrados. Dentro de la variabilidad de situaciones, se observan diferentes niveles de integridad, desde carcasas completas hasta elementos apendiculares aislados enganchados. Una vía de entrada a esta problemática son los estadios de meteorización, que nos sugieren una aproximación al tiempo de exposición de los elementos óseos a las condiciones ambientales. La distribución de las frecuencias relativas de los estadios de meteorización de este trabajo se interpreta como un reflejo de la dinámica del reciclado natural de huesos, donde procesos como la descomposición natural de tejidos blandos, sumada a la acción de carroñeros, promueven la desarticulación y desaparición de los restos óseos del alambrado. La baja proporción de estadios más avanzados que el 2 indica que las carcasas desaparecen del alambrado en el lapso de unos pocos años. Nuestras observaciones de meteorización ósea sobre 53 carcasas de guanacos de distintas edades muertos por estrés invernal en el año 2020 en el área de estudio, indican que recién luego de cinco años un elemento alcanzó el estadio 3. En consecuencia, sobre la base de nuestros resultados preliminares proponemos que la muestra de alambrados representaría un agregado de muertes ocurridas en los últimos cinco años, aproximadamente.

La actividad de carnívoros se ha propuesto en otros trabajos como la principal causa de la desaparición de las carcasas de los alambrados. Harrington y Conover (2006), a través de un seguimiento longitudinal de carcasas de ungulados, durante siete meses, identifican una persistencia media de las carcasas de 26 semanas (6,5 meses). Estos autores reconocen al carroñeo como la principal causa de desaparición. Observaron buitres (*Cathartes aura*), águilas reales (*Aquila chrysaetos*), cuervos comunes (*Corvus corax*), urracas de pico negro (*Pica pica*) y ardillas (*Spermophilus* spp.) carroñeando en los cadáveres, así como fecas y

huellas de cánidos en numerosos puntos de mortalidad en alambrados. Por otro lado, el trabajo de Rey (2010, p. 69) sostiene que, en guanacos de Patagonia, la actividad de carroñeros es la responsable principal del deterioro y desaparición de carcasas enganchadas en alambrados. Por último, un alto porcentaje de guanacos con marcas de carnívoros fue registrado por Kaufmann (2009) en sus observaciones de muertes en alambrados. En nuestro caso de estudio se reconocen elementos óseos con marcas de carnívoros y en aquellos individuos donde no se observan modificaciones a nivel óseo, se observa que el tejido blando fue consumido y hay presencia de deyecciones sobre el cuero, posiblemente de aves carroñeras. Esto sugiere una alta actividad de animales carroñeros sobre estas carcasas que contribuyen a la desarticulación, como fue observado por distintos investigadores (e.g., Nasti, 2021; Álvarez *et al.*, 2022); y eventual remoción de las mismas del alambrado, aunque con escasas modificaciones a nivel óseo.

Hemos observado que los huesos de las carcasas enganchadas en los alambrados se depositan en la superficie en una variedad de estados de articulación. Se pueden desenganchar las carcasas enteras, especialmente en individuos jóvenes, o se pueden desarticular porciones de las carcasas e ir cayendo progresivamente. No sabemos aún el tiempo que lleva a una carcasa reciclarse completamente en el área de estudio. Las chances de enterrarse de los huesos dependen del tipo de sustrato por donde pasa el trazado del alambrado, principalmente del grado de humedad y de la compactación del sedimento. Por un lado, se espera que, si el alambrado intersecta una zona de mallín, su entierro sea posible y el mismo puede suceder antes de que todos sus huesos se destruyan. Por otro lado, si las carcasas o partes de las mismas caen dentro de los sectores de erosión, las perspectivas de que se entierren son muy bajas o nulas. En consecuencia, esos huesos poseen altas posibilidades de destrucción o, dependiendo de en qué momento de su trayectoria son interceptados por los arqueólogos, podrían formar parte de los conjuntos óseos superficiales que el investigador deberá analizar. Sobre la base de sus observaciones tafonómicas realizadas en San Pablo (Tierra del Fuego), caracterizado por un bosque denso pero discontinuo de *Nothofagus* sp. con parches de praderas y pantanos, Borrero (2001) menciona que el estrés invernal produjo en un lapso de cinco años una media de cuatro carcasas de guanacos al año en un cuadrante de 1 x 1 km. Esta incidencia de carcasas en un área limitada produjo cantidades inusuales de huesos en la superficie, lo que generó dispersiones superficiales que promedian al menos 20 años (Borrero, 2001, p. 245). El seguimiento tafonómico longitudinal que pusimos en marcha hace cinco años, justamente nos permitirá conocer el tiempo estimado en que los huesos pueden estar en superficie antes de destruirse en este tipo de ambiente.

Independientemente de que aún no podamos precisar el tiempo necesario para que una carcasa de guanaco sea completamente reciclada, la continua incorporación de huesos frescos que sustituyen a los severamente meteorizados extiende el problema de mezcla a largo plazo. La intersección entre los sectores de erosión que exponen el material arqueológico y el trazado de los alambrados que produce una alta disponibilidad de carcasas parece una situación inevitable. En consecuencia, la presencia de acumulaciones superficiales de materiales arqueológicos y huesos de guanaco depositados de forma natural es una constante en el fondo del cañadón Mack Aike.

Otro factor que puede promover el entierro y la contaminación de sitios arqueológicos en estratigrafía es la alta recurrencia de cuevas asociadas con las carcasas enganchadas. Los

armadillos ubican sus cuevas estratégicamente por debajo de las carcasas para acceder de manera fácil al consumo de la carroña e insectos necrófagos. No se observaron casos de armadillos trasladando restos óseos hacia las cuevas, pero se registraron huesos o unidades anatómicas articuladas que caen hacia el interior de las mismas, ingresando por esta vía a los depósitos sedimentarios (Figura 6c). Las observaciones de huesos en las bocas de las cuevas alertan sobre la posibilidad de que huesos pertenecientes a muertes naturales recientes contaminen sitios arqueológicos en superficie y, además, se incorporen a sitios en estratigrafía. Por otro lado, en sectores denudados se observan grietas que pueden funcionar como trampas naturales y favorecer el entierro de huesos aislados de pequeñas dimensiones.

Por otra parte, el fondo del cañadón constituye un espacio recurrentemente utilizado por las poblaciones actuales de guanaco, por lo cual se espera una alta incidencia de pisoteo sobre los restos óseos de las carcasas que se depositan por muerte natural. Los resultados preliminares de las pruebas de pala nos muestran que el sedimento es compacto, por lo que las posibilidades de incorporación de restos al depósito sedimentario por pisoteo serían bajas, si no existe una vía de ingreso, como ser las cuevas o grietas. Esto coincide con la ausencia de huesos enterrados durante las pruebas de pala, aunque la superficie de las mismas ha sido muy acotada. No obstante, debido a que esto ocurre en el fondo del valle del cañadón, es esperable que los sedimentos sean más húmedos estacionalmente o en años de mayor disponibilidad de agua. En consecuencia, en este sector y bajo estas condiciones aumentarían las posibilidades de enterramiento. Si tomamos en cuenta el modelo de pisoteo propuesto por Borrero (1988), reconocemos que el área de estudio presenta todas las condiciones que propone como relevantes para el problema de contaminación por pisoteo y migración vertical de huesos. Estas condiciones son la densa distribución de materiales arqueológicos, la recurrencia de la circulación de poblaciones de guanaco y la incidencia del estrés invernal sobre esta especie. Sin embargo, como el mismo autor señala, el tipo de sedimento también es determinante para que se dé el fenómeno de migración por pisoteo. En nuestro caso, el grado de compactación del sedimento limitaría el ingreso de huesos modernos por pisoteo a los depósitos arqueológicos en estratigrafía durante momentos secos. En este escenario, se plantea que el pisoteo favorecería la fracturación y destrucción de los elementos óseos, pero no su entierro. Sin embargo, una situación diferente podría ocurrir ante una combinación de grietas, cuevas, períodos húmedos y fragmentación ósea, lo que acrecentaría las posibilidades de entierro por pisoteo.

Conclusiones

En este trabajo presentamos los resultados de nuestro proyecto sobre muertes actuales de guanaco en alambrados en el cañadón Mack Aike, así como sus implicancias para las investigaciones arqueológicas en el área del sector norte del campo volcánico Pali Aike. La muestra relevada constituye la segunda más grande de este tipo —la primera es la de Rey *et al.* (2012)— y, además, presenta el aspecto novedoso de ofrecer una resolución muy detallada de las clases de edad. En cuanto a las modalidades de enganche, en general se observa que los individuos adultos suelen quedar atrapados por torniquetes o colgados en los hilos superiores al saltar las vallas. Por otra parte, los individuos crías suelen atravesar

los alambrados o sólo saltar los más bajos y por este motivo tienden a enredarse en los hilos intermedios.

El perfil etario mostró que toda la población se ve afectada por los alambrados, aunque los componentes senil y cría podrían ser los más vulnerables. Consideramos que la buena representación del componente senil en este caso podría estar vinculada a que se trata de una población con baja depredación. Esto plantea la paradoja de que las muertes de tipo atricional se encuentran representadas por una estructura etaria no selectiva (es decir, de tipo “catastrófico”). En estos casos, la información contextual del *locus* de muerte — considerando la cantidad de individuos representados, la relación espacial entre ellos, las geoformas o la vegetación asociada, los porcentajes de sexo y la presencia de individuos en distintas subclases etarias dentro del grupo de crías— permitiría discutir si el conjunto se formó durante una temporada específica del año o si involucró el ciclo anual completo.

Dado que en ocasiones los sitios arqueológicos se localizan inmediatamente por debajo de los alambrados y que las muertes son frecuentes y ocurren todo el año, la lluvia de huesos en estos contextos es constante. Mientras el fondo del cañadón continúe formando parte de los circuitos de circulación de las poblaciones de guanacos, los alambrados seguirán siendo una fuente de carcasas con un alto potencial de contaminación para el registro arqueológico superficial y, en algunos casos (*e.g.*, suelos húmedos, presencia de cuevas de armadillos), en estratigrafía. Es importante recordar que el material arqueológico aflora en grandes áreas en superficie por la erosión. A medida que las carcasas modernas se desarticulan y meteorizan, es muy difícil reconocer si un espécimen óseo es actual o antiguo, así como si su origen es natural o antrópico. Más allá de los procesos de superficie, un importante número de carcasas tenía cuevas de armadillo asociadas y en algunas oportunidades se observaron huesos en las entradas de las cuevas. Esto muestra cómo muchos de los huesos, además de mezclarse con materiales en superficie, podrían introducirse en la estratigrafía. Por el momento no sabemos si esto puede suceder por otros mecanismos como el pisoteo. Por estos motivos, el abordaje del impacto de la contaminación en los sitios requiere un diseño de investigación específico. Este ya ha comenzado mediante la evaluación de la tasa anual de enganche y la planificación de un mayor número de sondeos dirigidos.

Este trabajo aporta datos que sirven como insumo para el estudio de la conservación y el manejo de los guanacos. En relación con los enredos, registramos que la mayoría de los enganches ocurren en los hilos superiores, lo cual coincide con observaciones de otros autores y sus sugerencias sobre la necesidad de incorporar alambrados amigables con la fauna silvestre (Rey *et al.*, 2012). Además de los efectos directos del alambrado por enganche, estos cercos constituyen verdaderas barreras para los animales bajo condiciones de estrés, alterando sus desplazamientos habituales y sus rutas migratorias estacionales. La presencia de alambrados afecta significativamente a todas las especies, especialmente a las migratorias, ya que modifica las rutas de tránsito (Harris *et al.*, 2009). Otro aspecto a considerar es que estas barreras pueden ser selectivas si los adultos logran cruzar y las crías no (Paige, 2008). Al no poder seguir a la manada, estas tienen altas chances de morir. Asimismo, la ubicación de estas barreras en el paisaje, muchas veces asociadas con recursos críticos (*e.g.*, agua), incrementa la probabilidad de que los animales deban cruzarlas, aumentando así la tasa de enganches.

Las observaciones actualistas sobre la muerte de guanacos en alambrados en el cañadón del Mack Aike nos han permitido discutir y modelar a través de procesos modernos los mecanismos bajo los cuales la incorporación continua de carcasas de guanacos impacta en la contaminación del registro arqueológico. Estos resultados constituyen una herramienta valiosa para diseñar futuras intervenciones e interpretaciones arqueológicas sobre la ocupación humana del cañadón Mack Aike y brindan un marco de referencia para estudios similares en otros espacios.

Agradecimientos

A los organizadores del *III Taller de Discusión y Actualización. Tafonomía Actualística*, por invitarnos a participar de este *Dossier*. A la UNPA-UARG e INCUAPA-CONICET-UNCPBA por el apoyo institucional. Al personal de las estancias Bella Vista y Alquinta (Santa Cruz) por su hospitalidad. A Carlos Nuevo Freire, Flavia Carballo Marina y Brian Halvorsen por su ayuda y colaboración. A los revisores anónimos por sus valiosos comentarios y sugerencias, que contribuyeron a mejorar la calidad del manuscrito. Las investigaciones fueron financiadas por los siguientes proyectos: UNPA 29/A476-1 (2021-2023), PICT 2018-0686, PICT 2020-0789, PICT 2021-01013 y UNCPBA 03-JOVIN-75F (2021-2022).

Credit-Taxonomía

María Clara Álvarez: Adquisición de fondos, Conceptualización, Investigación, Metodología, Redacción -borrador original, Escritura -revisión y edición, Visualización, Curaduría de datos.

Natalia Alonso: Conceptualización, Investigación, Metodología, Redacción -borrador original, Escritura -revisión y edición, Visualización.

María A. Gutiérrez: Administración del proyecto, Adquisición de fondos, Conceptualización, Investigación, Metodología, Redacción -borrador original, Escritura -revisión y edición, Visualización, Curaduría de datos.

Agustina Massigoge: Adquisición de fondos, Conceptualización, Investigación, Metodología, Redacción -borrador original, Escritura -revisión y edición, Visualización, Curaduría de datos.

Juan B. Belardi: Administración del proyecto, Adquisición de fondos, Conceptualización, Investigación, Metodología, Redacción -borrador original, Escritura -revisión y edición, Visualización.

Luis A. Borrero: Administración del proyecto, Adquisición de fondos, Conceptualización, Investigación, Metodología, Redacción -borrador original, Escritura -revisión y edición, Visualización.

Cristian A. Kaufmann: Adquisición de fondos, Conceptualización, Investigación, Metodología, Redacción -borrador original, Escritura -revisión y edición, Visualización, Curaduría de datos.

Referencias

- Álvarez, M. C., Gutiérrez, M. A., Massigoge, A., Borrero, L. A., Kaufmann, C. A., Recofsky, M. y Belardi, J. B. (2022). Acumulaciones de restos óseos en nidos de carancho (*Caracara plancus*, Aves, Falconiformes) de la Patagonia Austral. Implicaciones tafonómicas y arqueológicas. *Revista del Museo de Antropología*, 15(3), 219-234. DOI: <http://doi.org/10.31048/1852.4826.v15.n3.37850>
- Behrensmeyer, A. K. (1978). Taphonomic and ecologic information from bone weathering. *Paleobiology*, 4, 150-162. <https://doi.org/10.1017/S0094837300005820>
- Belardi, J. B., Borrero, L. A., Carballo Marina, F., Kaufmann, C. A., Massigoge, A., Álvarez, M. C. y Gutiérrez, M. A. (2025b). Modern guanacos (*Lama guanicoe*) killed by winter stress in Southern Patagonia (Argentina). Archaeological Implications. En G.L. Wong y A. Milson Klemmer (Eds.), *Zooarchaeology: Beyond Human Subsistence* (pp. 1-60). The University of Utah Press, Salt Lake City.
- Belardi, J. B. y Carballo Marina, F. C. (2003). Tafonomía regional en la cuenca media del río Coyle (Santa Cruz, Patagonia Argentina). *Intersecciones en Antropología*, 4, 59-73.
- Belardi, J. B., Carballo Marina, F., Borrero, L. A. e Iparraguirre, A. (2025a). El cañadón Mack Aike (cuenca media del río Gallegos, Santa Cruz, Argentina): persistencia de las ocupaciones cazadoras recolectoras en el sector norte del Campo Volcánico Pali Aike. *Magallania*, 53(9), 1-20. <https://doi.org/10.22352/MAGALLANIA20255309>
- Bonfili, J. O. (2024). *Olas de frío en Río Gallegos*. Informe técnico inédito. Unidad Académica Río Gallegos, Universidad Nacional de la Patagonia Austral, Río Gallegos. MS.
- Borella, F. (2004). *Tafonomía Regional y Estudios Arqueofaunísticos de Cetáceos en Tierra del Fuego y Patagonia Meridional*. B.A.R. International Series, 1257. Archaeopress, Oxford.
- Borrero, L. A. (1988). Estudios tafonómicos en Tierra del Fuego: su relevancia para entender procesos de formación del registro arqueológico. En H. D. Yacobaccio (Ed.), *Arqueología Contemporánea Argentina* (pp. 13-32). Ediciones Búsqueda.
- Borrero, L. A. (1989). Sites in action: the meaning of guanaco bones in Fuegian archaeological sites. *ArchaeoZoologia*, III, 9-24.
- Borrero, L. A. (2000). Ten years after: esquema para una tafonomía regional de la Patagonia meridional y norte de Tierra del Fuego. En J. B. Belardi, F. Carballo Marina y S. Espinosa (Eds.), *Desde el País de los Gigantes. Perspectivas arqueológicas en Patagonia* Tomo I (pp. 183-193). Universidad Nacional de la Patagonia Austral.
- Borrero, L. A. (2001). Regional taphonomy. Background noise and the integrity of the archaeological record. En L. Kuznar (Ed.), *Ethnoarchaeology of Andean South America. Contributions to Archaeological Method and Theory* (pp. 243-254). International Monographs in Prehistory.
- Borrero, L. A. (2014). Taphonomy, regional. En C. Smith (Ed.), *Encyclopedia of Global Archaeology* SE-832 (pp. 7232-7235). Springer.

- Borrero, L. A., Gutiérrez, M. A., Massigoge, A., Belardi, J. B., Kaufmann, C. A. y Álvarez, M. C. (2025). Recurrent deaths of guanacos (*Lama guanicoe*) due to winter stress in southern Patagonia: averaged samples and change of analysis scales. *Publicación Electrónica Asociación Paleontológica Argentina*, 25(2), 137-154. <https://doi.org/10.5710/PEAPA.02.07.2025.543>
- Borrero, L. A., Lanata, J. L. y Cárdenas, P. (1991). Reestudiando cuevas: nuevas excavaciones en Última Esperanza. *Anales del Instituto la Patagonia (Serie Ciencias Sociales)*, 18, 133-155.
- Borrero, L. A. y Martin, F. M. (1996). Tafonomía de carnívoros: un enfoque regional. En J. Gómez Otero (Ed.), *Arqueología. Sólo Patagonia* (pp. 189-198). CENPAT-CONICET.
- Borrero, L. A., Martin, 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.
- Carballo Marina, F., Belardi, J. B. y Tiberi, P. (2019). Un hallazgo inusual: Un núcleo de ópalo y calcedonia en la cuenca media del río Gallegos (Santa Cruz, Argentina). *Magallania*, 47(2), 125- 131.
- Carballo Marina, F., Borrero, L. A., Nuevo Delaunay, A., Pérez, A., Leonardt, S., Gutiérrez, M. A., Álvarez, M. C., Massigoge, A., Kaufmann, C. A., Alonso, N., Taylor, W., & Belardi, J. B. (2026). Contextos arqueológicos del proceso de contacto en la cuenca media del río Gallegos (norte del Campo Volcánico Pali-Aike, Santa Cruz, Argentina). *Magallania*, 54(4), 1-23. <https://doi.org/10.22352/MAGALLANIA20265404>
- Cruz, I. (2015). Las investigaciones sobre preservación de huesos de aves y mamíferos grandes en Patagonia (Argentina). *Archaeofauna*, 24, 209-224. <https://doi.org/10.15366/archaeofauna2015.24.012>
- Diario Nuevo Día (19 de agosto de 2024). Barreras mortales: los alambrados en Patagonia y su impacto sobre los guanacos. *Diario Nuevo Día*. <https://www.eldiariounuevodia.com.ar/locales/barreras-mortales-los-alambrados-en-patagonia-y-su-impacto-sobre-los-guanacos/>
- Díaz, Contardi y Cía. (Eds.). 1920. *Ganadería, Industrias y Comercio del Territorio de Magallanes, desde sus Principios hasta la Actual Época 1919*. Punta Arenas.
- Fritz, M. A. (1985). *Population Dynamics and Preliminary Estimates of the Harvestability of the Patagonian guanaco*. [Tesis de Maestría inédita. Iowa State University. Ames, Iowa].
- Greenfield, S. M., Norris, A. C., Lambert, J. P., Wuliji, Seyongjun, Jinqi, Z., Bing, M., Deng, L., Kun, S. y Riordan, P. (2021). Ungulate mortality due to fencing and perceptions of pasture fences in part of the future Qilianshan National Park. *Journal of Resources and Ecology*, 12(1), 99-109. <https://doi.org/10.5814/j.issn.1674-764x.2021.01.010>
- Harrington, J. L. y Conover, M. R. (2006). Characteristics of ungulate behavior and mortality associated with wire fences. *Wildlife Society Bulletin*, 34, 1295-1305. [https://doi.org/10.2193/0091-7648\(2006\)34\[1295:COUBAM\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.2193/0091-7648(2006)34[1295:COUBAM]2.0.CO;2)
- Harris, G., Thirgood, S., Hopcraft, J.G.C., Cromsight, J.P.G.M. y Berger, J. (2009). Global decline in aggregated migrations of large terrestrial mammals. *Endangered Species*

- Research*, 7(1), 55-76. Global decline in aggregated migrations of large terrestrial mammals.
- Haynes, G. (2018). Raining more than cats and dogs: looking back at field studies of noncultural animal-bone occurrences. *Quaternary International*, 466, 113-130. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2015.10.119>
- Jakes, A. F., Jones, P. F., Paige, L. C., Seidler, R. G. y Huijser, M. P. (2018). A fence runs through it: A call for greater attention to the influence of fences on wildlife and ecosystems. *Biological Conservation*, 227, 310-318. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2018.09.026>
- Jones, E. L., Taylor, W. T., Belardi, J. B., Neme, G., Gil, A., Roberts, P., Ornhill, C., Hodgins, G. W. L. y Orlando, L. (2019). Caballos y humanos en el nuevo mundo: Investigaciones arqueológicas en América del Norte y perspectivas para Argentina. *Anales de Arqueología y Etnología*, 74(2), 247-268.
- Kaufmann, C. A. (2008). *Metodologías para la Construcción de Perfiles de Mortalidad y Determinación de la Estacionalidad en Restos Óseos de Guanacos (Lama guanicoe): su Aplicación a Sitios Arqueológicos de la Región Pampeana*. [Tesis doctoral. Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de la Plata].
- Kaufmann, C. A. (2009). *Estructura de Edad y Sexo en Guanaco: Estudios Actualísticos y Arqueológicos en Pampa y Patagonia*. Sociedad Argentina de Antropología, Buenos Aires.
- Mbaiwa, J. E. y Mbaiwa, O. I. (2006). The effects of veterinary fences on wildlife populations in Okavango Delta, Botswana. *International Journal of Wilderness*, 12(3), 17-41.
- Morales, N., Catella, L. y Barrientos, G. (2024). Observaciones tafonómicas longitudinales en el Parque Provincial Ernesto Tornquist (provincia de Buenos Aires, Argentina): primeros resultados. *Arqueología*, 30(1), 12657. <https://doi.org/10.34096/arqueologia.n30.12657>
- Nasti, A. (2021). Carroñeo y dispersión de restos de cerdo doméstico (*Sus scrofa*) en contextos de humedales: implicancias forenses. *Revista Argentina de Antropología Biológica*, 23(2), 038. <https://doi.org/10.24215/18536387e038>
- Oliva, G., González, L., Rial, P. y Livrachi, E. (2001). Áreas ecológicas de Santa Cruz y Tierra del Fuego. En P. Borrelli y G. Oliva (Eds.), *Ganadería Ovina Sustentable en la Patagonia Austral. Tecnología de Manejo Extensivo* (pp. 41-82). Ediciones Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria.
- Paige, C. (2008). *A Landowner's Guide to Wildlife Friendly Fences*. Landowner/ Wildlife Resource Program, Montana Fish, Wildlife and Parks, Helena, MT.
- Pietersen, D. W. (2022). Body size, defensive behaviour, and season influence mortality probability in wildlife Interactions with electrified fences. *African Journal of Wildlife Research*, 52(1), 172-184. <https://doi.org/10.3957/056.052.0172>
- Raedeke, K. L. (1976). *El Guanaco de Magallanes, Chile. Distribución y geografía*. CONAF.

- Raedeke, K. J. (1979). *Population Dynamics and Socioecology of the Guanaco (Lama guanicoe) of Magallanes, Chile*. [Tesis Doctoral inédita. University of Washington].
- 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 Doctoral, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires].
https://bibliotecadigital.exactas.uba.ar/download/tesis/tesis_n4657_Rey.pdf
- 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.2012.04.002>
- Rial, P. (2001). Grandes unidades de paisaje. En P. Borrelli y G. Oliva (Eds.), *Ganadería Ovina Sustentable en la Patagonia Austral. Tecnología de Manejo Extensivo* (pp. 22-40). Ediciones Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria.
- Sbarra, N. H. (2011). *Historia del Alambrado en Argentina*. Letemendia. Quinta edición.
- Schlanger, S. H. (1992). Recognizing persistent places in Anasazi settlement systems. En J. Rossignol y L. Wandsnider (Eds.), *Space, Time and Archaeological Landscapes* (pp. 91-112). Plenum Press, Nueva York.
- Stiner, M. C. (1990). The use of mortality patterns in archaeological studies of hominid predatory adaptations. *Journal of Anthropological Archaeology*, 9, 305-351.
[https://doi.org/10.1016/0278-4165\(90\)90010-B](https://doi.org/10.1016/0278-4165(90)90010-B)
- Stiner, M. C. (1994). *Honor among Thieves: A Zooarchaeological Study of Neanderthal Ecology*. Princeton University Press.
- Visscher, D. R., Macleod, I., Janzen, M., Visser, K., Lekas, S., Vujnovic, K. y Vujnovic, D. (2023). Wildlife friendly fence designs and elk fence crossing behavior. *Wildlife Society Bulletin*, 47, 1400 <https://doi.org/10.1002/wsb.1400>