

Tafonomía de aves en el sudeste de la región pampeana (Argentina)



Marcos Recofsky

<https://orcid.org/0009-0003-9339-5805>

Instituto de Investigaciones Arqueológicas y Paleontológicas del Cuaternario Pampeano (INCUAPA), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) - Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (UNICEN). Av. Del Valle 5737 (CP B7400NJK), Olavarría, Buenos Aires, Argentina. E-mail: marcosrecofskyz@gmail.com

María C. Álvarez

<https://orcid.org/0000-0003-0183-2071>

Instituto de Investigaciones Arqueológicas y Paleontológicas del Cuaternario Pampeano (INCUAPA), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) - Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (UNICEN). Av. Del Valle 5737 (CP B7400NJK), Olavarría, Buenos Aires, Argentina. E-mail: malvarez@soc.unicen.edu.ar

María A. Gutiérrez

<https://orcid.org/0000-0002-6331-3763>

Instituto de Investigaciones Arqueológicas y Paleontológicas del Cuaternario Pampeano (INCUAPA), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) - Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (UNICEN). Av. Del Valle 5737 (CP B7400NJK), Olavarría, Buenos Aires, Argentina. E-mail: mgutierr@soc.unicen.edu.ar

Juan M. Rodríguez

<https://orcid.org/0000-0002-7652-560X>

Instituto de Investigaciones Arqueológicas y Paleontológicas del Cuaternario Pampeano (INCUAPA), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) - Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (UNICEN). Av. Del Valle 5737 (CP B7400NJK), Olavarría, Buenos Aires, Argentina. E-mail: juanmanuel.rodriguez@soc.unicen.edu.ar

Agustina Massigoge

<https://orcid.org/0000-0001-9073-0303>

Instituto de Investigaciones Arqueológicas y Paleontológicas del Cuaternario Pampeano (INCUAPA), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) - Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (UNICEN). Av. Del Valle 5737 (CP B7400NJK), Olavarría, Buenos Aires, Argentina. E-mail: amassigo@soc.unicen.edu.ar

Nahuel A. Scheifler

<http://orcid.org/0000-0002-9620-0204>

Instituto de Investigaciones Arqueológicas y Paleontológicas del Cuaternario Pampeano (INCUAPA), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) - Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (UNICEN). Av. Del Valle 5737 (CP B7400NJK), Olavarría, Buenos Aires, Argentina. E-mail: nscheifler@soc.unicen.edu.ar

Cristian A. Kaufmann

<https://orcid.org/0000-0002-3968-3676>

Instituto de Investigaciones Arqueológicas y Paleontológicas del Cuaternario Pampeano (INCUAPA), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) - Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (UNICEN). Av. Del Valle 5737 (CP B7400NJK), Olavarría, Buenos Aires, Argentina. E-mail: ckaufman@soc.unicen.edu.ar

Recibido: 17 de febrero de 2023

Aceptado: 29 de agosto de 2023

Resumen

Se presentan los resultados de observaciones tafonómicas naturalistas sobre restos de aves en el sudeste de la región pampeana. El objetivo general es caracterizar a los procesos y agentes que intervienen en la acumulación, dispersión y destrucción de los restos óseos de aves actuales. Las observaciones se efectuaron mediante transectas realizadas en cinco contextos ambientales: costa marina, sierras, lagunas, planicies y valles fluviales. Los resultados muestran una acumulación variable de restos de aves en los distintos ambientes, con una mayor frecuencia en la costa marina y en las sierras. Los principales agentes y procesos que afectan a los restos óseos son los carnívoros, la meteorización y la abrasión sedimentaria. Las probabilidades de preservación de los huesos varían en relación con el tipo de ave según su modo de locomoción. En general, las chances de incorporación de restos de aves al registro arqueológico son bajas. Este trabajo constituye un primer avance para ayudar a la interpretación de la escasa representación de las aves en el registro arqueológico regional.

PALABRAS CLAVE: Tafonomía naturalista; Avifauna; Supervivencia ósea diferencial; Potencial de preservación

Avian taphonomy in the southeast of the Pampean region (Argentina)

Abstract

This paper presents the results of naturalistic taphonomic observations on avian remains in the southeastern Pampean region. The aim is to characterize the processes and agents involved in the accumulation, dispersal, and destruction of modern bird skeletal remains. Observations were conducted using transects carried out in five environmental contexts: seacoast, hill ranges, shallow lakes, plains, and river valleys. The results show varying accumulations of bird remains in the different environments, found more frequently in seacoast and hills environments. The main agents and processes affecting bone remains are carnivores, weathering, and sedimentary abrasion. The chances of bone preservation vary depending on the bird species and its mode of locomotion. In general, the chances of the incorporation of avian remains into the archaeological record are low. This research represents an initial effort to aid in the understanding of the scarce representation of avian remains in the regional archaeological record.

KEYWORDS: Naturalistic taphonomy; Avifauna; Differential bone survival; Preservation potential

Introducción

Desde hace más de 15 años se está desarrollando un programa de tafonomía actualista en el sudeste de la región pampeana. El propósito principal de este proyecto es construir un *corpus* de información sobre los agentes y procesos que contribuyen a la acumulación, dispersión, preservación y destrucción de los restos de distintas clases

de vertebrados en la actualidad, con el fin de discutir los procesos de formación del registro arqueológico regional (Gutiérrez et al., 2018). De esta forma, se ha generado información tafonómica a partir de estudios naturalistas y experimentales (Álvarez et al., 2017; Gutiérrez et al., 2018; Kaufmann et al., 2011; Massigoge et al., 2010; Massigoge et al., 2015; Rafuse et al., 2014, 2019; Scheifler et al., 2020, 2022).

Tradicionalmente, el programa tafonómico ha estado enfocado en el estudio de los restos de mamíferos, que son los más frecuentes en los sitios arqueológicos. Con excepción de los trabajos de Massigoge y coautores (2015) y Scheifler y coautores (2022), no se han desarrollado hasta el momento estudios específicos de tafonomía actualista de aves en la región pampeana. Massigoge y coautores (2015) analizaron la distribución y el estado de preservación de huesos modernos de pingüino patagónico (*Spheniscus magellanicus*) depositados en un sector de la costa atlántica bonaerense. Asimismo, Scheifler y coautores (2022) evaluaron los procesos de preservación y destrucción característicos del Sistema Lagunar Hinojo-Las Tunas (Campo de Dunas del Centro Pampeano), donde domina la depositación de aves acuáticas. Tal como sucede a nivel regional, los trabajos tafonómicos actualistas sobre aves también son escasos en Argentina. Entre ellos se pueden mencionar los estudios realizados por Belardi (1999), Belardi y Stoessel (2022), Cruz (1999, 2000, 2003, 2005, 2007, 2009, 2011), Fernández (2000), Muñoz y Savanti (1998) y Savanti (1994), en Patagonia; así como Giardina (2010), en Cuyo. En general, estos trabajos destacan que los procesos y agentes que más afectan a los restos de aves son los carnívoros y la meteorización (Belardi, 1999; Belardi y Stoessel, 2022; Cruz, 2003).

El estudio tafonómico de restos óseos de aves presenta desafíos particulares, ya que la mayoría de las especies de esta clase poseen un esqueleto adaptado al vuelo (Livingston, 1989). Gran parte de sus huesos tienen una estructura hueca que los hace más livianos y rígidos que el de otros vertebrados (Gilbert et al., 1996). Estas propiedades generan una respuesta específica ante los procesos tafonómicos que actúan sobre sus restos y consecuentemente, condicionan su supervivencia (Cruz, 2011).

Las aves forman una parte significativa del conjunto de vertebrados que habitan actualmente el sudeste de la región pampeana, con un registro cercano a 375 especies, en comparación a las 110 especies de mamíferos observadas para esta misma área (Narosky y Yzurieta, 2010; SAREM, 2019). A pesar de su abundancia y diversidad actual, se encuentran poco representadas en el registro arqueológico regional. Sus restos se han hallado en sitios con cronologías que van desde la transición Pleistoceno/Holoceno hasta el Holoceno tardío (Álvarez, 2014; Martínez y Gutiérrez, 2004; Martínez et al., 2016; Politis y Salemme, 1990; Quintana et al., 2003), aunque en general, en un bajo número. Si bien en este registro se han determinado diversas especies, se destaca el rol económico del ñandú (*Rhea americana*) (Álvarez, 2015; Frontini y Salemme, 2011; Martínez y Gutiérrez, 2004; Rafuse, 2017). Otras aves frecuentes en los sitios arqueológicos del Holoceno tardío son los tinámidos y aves acuáticas de las familias Rallidae y Anatidae (Frontini, 2012; Salemme, 2014; Salemme y Madrid, 2007; Salemme et al., 2012; Scheifler, 2014). Por el contrario, el registro de aves pequeñas como los Passeriformes (e.g., familias Icteridae, Emberizidae, etc.) es escaso en los sitios de la región.

El objetivo general de este trabajo es evaluar los procesos que intervienen en la acumulación, dispersión, destrucción y preservación de los restos óseos modernos de aves en el sudeste de la región pampeana con el fin de contribuir a la interpretación del registro fósil. Para esto, se analiza la muestra de aves recuperada en los trabajos naturalistas mediante transectas tafonómicas en el marco del proyecto arriba mencionado. Estas se llevaron a cabo en cinco contextos ambientales del sudeste

de la región pampeana: sierras, costa marina, lagunas, planicies y valles fluviales. Sin embargo, sólo se hará hincapié en los tres primeros porque son los que registraron mayor frecuencia de especímenes de aves. Los objetivos particulares son determinar cuáles de los contextos ambientales mencionados son más propicios para la acumulación e incorporación natural de restos de aves a los depósitos arqueológicos, indagar sobre la existencia de sesgos tafonómicos en detrimento de las aves en el registro arqueológico y contribuir a la discusión sobre la preservación anatómica diferencial en función de las características intrínsecas de sus esqueletos.

Características ambientales del área de estudio

La costa pampeana incluye playas de arena, acantilados y campos de dunas. En las áreas de interdunas, el nivel alto de la napa freática y la obstrucción del drenaje pluvial generan pequeñas lagunas temporales y marismas donde se puede encontrar abundante vegetación y fauna. Detrás del campo de dunas, se forman grandes lagunas, debido a que los médanos suelen impedir el drenaje de los cursos de agua de las llanuras (Bértola et al., 2009; Frenguelli, 1931).

El ambiente de sierra estudiado pertenece al sistema de Tandilia y se caracteriza por presentar elevaciones discontinuas disectadas por valles, arroyos, cursos de agua semipermanentes y llanuras onduladas. En general, los picos de las sierras son bajos (<520 m s.n.m.), con extensas pendientes que son más pronunciadas hacia la cima. Estas elevaciones están rodeadas y parcialmente cubiertas por sedimentos eólicos (Zárate y Rabassa, 2005). En este sistema serrano se pueden encontrar algunas cuevas y oquedades en zonas de máxima pendiente y sectores próximos a las cumbres (Martínez, 2007). Actualmente, el ambiente de sierras está dominado por procesos erosivos fluviales, que son más pronunciados cuando la vegetación es escasa o el terreno ha sido afectado por la minería (Campo de Ferreras y Piccolo, 1999).

Las lagunas actuales de la región se encuentran en cubetas formadas por procesos de deflación y acumulación producidos durante momentos de climas secos y húmedos del Pleistoceno tardío y el Holoceno (Dangavs, 2005; Frenguelli, 1956; Tricart, 1973). El tamaño de las lagunas varía, con dimensiones que van desde <1 hasta 150 km², entre las cuales predominan las lagunas pequeñas (<1 km²) (Dangavs, 2005). Estos ambientes se caracterizan por ser altamente dinámicos, controlados por entradas pluviales directas, escurrimiento superficial y aguas subterráneas (Dangavs, 2005; Quirós et al., 2002).

Las planicies consisten en extensas llanuras con leves ondulaciones y una elevación máxima de alrededor de 200 m s.n.m. (Fidalgo et al., 1991; Zárate y Rabassa, 2005). Están compuestas por depósitos del Plio-Pleistoceno y por sedimentos de origen eólico del Pleistoceno-Holoceno tardío (Zárate y Rabassa, 2005). Durante los eventos de lluvia excesiva, las planicies se ven afectadas por la erosión hídrica. Los suelos son muy fértiles, por lo que casi todo el paisaje es explotado con fines agrícolas y ganaderos. En algunos sectores, los ambientes de pastizales abiertos presentan menor modificación antrópica y constituyen refugios para la fauna autóctona (Leveau y Leveau, 2004).

Los valles fluviales forman cuencas hidrográficas de poco desarrollo, integradas por un pequeño número de afluentes irregulares, condicionados principalmente por la lluvia (Fidalgo, 1992; Fidalgo et al., 1991). Estos valles presentan planicies de inundación definidas, que solo se cubren durante los períodos máximos de inundación (Fidalgo et al., 1991; Frenguelli, 1950). En la porción superior de los valles de los ríos, los depósitos sedimentarios son poco profundos, con barrancas que alcanzan un máximo de 2 m

de altura; sin embargo, en las cuencas más bajas, los meandros forman profundas barrancas que suelen alcanzar hasta 8 m de altura en los cursos principales (Campo de Ferreras y Piccolo, 1999).

Materiales y métodos

Los materiales analizados en este trabajo provienen de un total de 221 transectas, que cubrieron un área de 1.046.130 m². En la costa se realizaron 118 transectas (total = 576.900 m²), en las sierras 40 (total = 179.310 m²), en las lagunas 25 (total = 126.670 m²), en los valles fluviales 29 (total = 135.300 m²) y en las planicies 9 (total = 27.950 m²) (Figura 1). Las transectas, de 10 m de ancho y 500 m de largo, fueron recorridas a pie por dos personas y georreferenciadas. Cada una fue dividida en muestreos de 50 m en los que se registraron distintas variables como tipo de sedimento, pendiente, potencial de enterramiento de los materiales faunísticos, tipo y distribución de la vegetación, bioturbación, presencia de animales vivos o de actividad humana moderna y materiales arqueológicos. La visibilidad se estimó sobre la base de la cobertura del terreno por la vegetación (excelente: sin cobertura vegetal; muy buena: 1-25%; buena: 26-50%; regular: 51-75%; pobre: 76-100%).

Los restos óseos fueron clasificados en tres tipos de ocurrencia: hueso desarticulado (especimen no relacionado con otro por tejido blando), porción articulada (dos o más especímenes unidos por tejido blando; involucra menos del 75% del esqueleto del animal) y carcasa (especímenes unidos por tejido blando; involucra más del 75% del esqueleto del animal). En el caso de estas dos últimas categorías, a diferencia de trabajos previos sobre la misma muestra (e.g., Massigoge et al., 2015; Scheifler et al., 2020), se analizaron los especímenes que las componen de forma individual. Las determinaciones taxonómicas

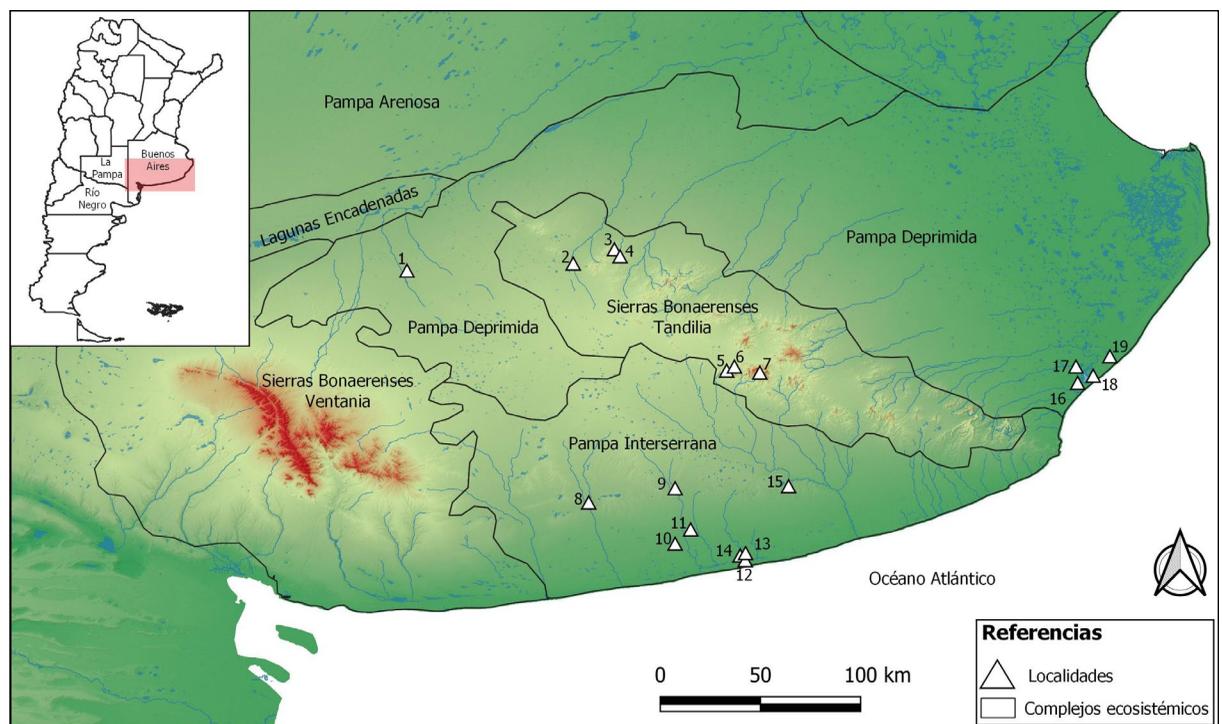


Figura 1. Ubicación de las localidades donde se realizaron las transectas tafonómicas. Referencias: 1) General Lamadrid, 2) Arroyo Tapalqué, 3) Cerro Largo, 4) Cerro San Cayetano, 5) Estancia La Tinta, 6) Cerro La Tinta, 7) La Juanita, 8) Arroyo Seco, 9) Arroyo Cristiano Chico, 10) Laguna Las Toscas, 11) Arroyo Cortaderas, 12) Balneario San Cayetano, 13) Laguna Salada San Cayetano, 14) Dunas vegetadas San Cayetano, 15) Laguna La Salada, 16) Recreo San Gabriel, 17) Estancia Nahuel Ruca, 18) Laguna Arsa, 19) Playa Puesto 1. Los complejos ecosistémicos fueron tomados de Matteucci (2012).

y anatómicas de los restos de aves se efectuaron mediante el uso de atlas osteológicos (Gilbert et al., 1996) y la colección de referencia alojada en el INCUAPA-CONICET-UNICEN (Instituto de Investigaciones Arqueológicas y Paleontológicas del Cuaternario Pampeano, Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires). Además, las aves fueron clasificadas mediante el uso de categorías *taxon free* (Damuth, 1992), según su modo de locomoción (Tabla 1). Para este análisis, las aves se clasificaron como corredoras, voladoras y nadadoras (Cruz, 2003, 2005; Recofsky, 2021).

Con el fin de evaluar la integridad de la muestra y la acción de distintos agentes que actuaron sobre la misma se relevaron los siguientes efectos tafonómicos sobre cada

Categoría de locomoción	Familias
Corredoras	Rheidae, Tinamidae, Thinocoridae
Nadadoras	Spheniscidae, Podicipedidae
Voladoras	Ardeidae, Threskiornithidae, Ciconiidae, Cathartidae, Phoenicopteridae, Anhimidae, Accipitridae, Falconidae, Aramidae, Jacanidae, Rostratulidae, Haematopodidae, Recurvirostridae, Charadriidae, Scolopacidae, Columbidae, Psittacidae, Cuculidae, Tytonidae, Strigidae, Caprimulgidae, Trochilidae, Alcedinidae, Picidae, Furnariidae, Tyrannidae, Cotingidae, Hirundinidae, Troglodytidae, Polioptilidae, Turdidae, Mimidae, Motacillidae, Parulidae, Thraupidae, Emberizidae, Icteridae, Fringillidae, Ploceidae, Sturnidae, Diomedidae, Procellariidae, Fregatidae, Rallidae, Laridae, Pelecanoididae, Anatidae, Phalacrocoracidae y Chionidae

Tabla 1. Clasificación de las familias de aves presentes en la región pampeana a partir del modo de locomoción.

uno de los especímenes: marcas producidas por carnívoros (perforaciones, hoyuelos, arrastres, surcos y borde crenulado), marcas de roedores, meteorización, abrasión sedimentaria, pisoteo y marcas de raíces (Behrensmeyer, 1978; Behrensmeyer et al., 2003; Binford, 1981; Brain, 1980; Gutiérrez y Kaufmann, 2007; Haynes, 1980; Lyman, 1994; Olsen y Shipman, 1988; Shipman y Rose, 1988).

Resultados

Los muestreos fueron realizados en los cinco contextos ambientales descritos, pero en esta sección sólo se tratarán aquellos donde se registraron mayor número de especímenes de aves: costa, sierras y lagunas. En el caso de los valles fluviales, los restos de aves son muy escasos, mientras que, en las planicies, se encuentran ausentes, aspecto que se retomará en la discusión.

Representación taxonómica y anatómica de las aves en los distintos ambientes

Se identificaron un total de 3.153 especímenes óseos en los cinco ambientes, de los cuales 555 (17,6%) pertenecen a aves (Scheifler et al., 2020). Los restantes corresponden a mamíferos (69,4%), peces (2%), reptiles (1,8%) y anfibios (0,1%). Un 9,1% no pudo ser identificado a nivel de clase (Scheifler et al., 2020). Para el presente trabajo se analizaron 416 especímenes de aves (11,36% del total), que corresponden a aquellos que fueron recolectados y pudieron ser analizados en el laboratorio. Algunos huesos identificados en las primeras transectas realizadas se relevaron en el campo y no fueron colectados. En la muestra analizada, un 73,79% corresponde a huesos desarticulados (NISP = 307) y un 26,2% a porciones articuladas (NISP = 62, N porciones articuladas = 13) o carcasas (NISP = 47, N carcasas = 1). El Ntaxa total es de 28 (Tabla 2).

Orden	Familia	Género	Especie	Locomoción	NISP	Ocurrencia		
						HD	PA*	C
			Indeterminada		17	17	-	-
Struthioniformes	Rheidae	Rhea	<i>Rhea americana</i>	corredora	12	12	-	-
Tinamiformes	Tinamidae			corredora	2	2	-	-
Tinamiformes	Tinamidae	Nothura	<i>Nothura maculosa</i>	corredora	3	3	-	-
Sphenisciformes	Spheniscidae	Spheniscus	<i>Spheniscus magellanicus</i>	nadadora	247	165	7(35)	1(47)
Podicipediformes	Podicipedidae	Podiceps	<i>Podiceps major</i>	nadadora	39	39	-	-
Podicipediformes	Podicipedidae	Podilymbus	<i>Podilymbus podiceps</i>	nadadora	1	1	-	-
Procellariiformes	Procellariidae			voladora	1	1	-	-
Procellariiformes	Procellariidae	Puffinus		voladora	3	3	-	-
Ciconiiformes				voladora	2	2	-	-
Ciconiiformes	Ardeidae			voladora	4	1	1(3)	-
Ciconiiformes	Ardeidae	Ardea	<i>Ardea cocoi</i>	voladora	1	1	-	-
Anseriformes				voladora	2	2	-	-
Anseriformes	Anhimidae	Chauna	<i>Chauna torquata</i>	voladora	3	3	-	-
Anseriformes	Anatidae			voladora	2	2	-	-
Anseriformes	Anatidae	Anas	<i>Anas platalea</i>	voladora	1	1	-	-
Falconiformes	Falconidae	Phalcoboenus	<i>Phalcoboenus chimango</i>	voladora	4	4	-	-
Galliformes	Phasianidae	Gallus	<i>Gallus gallus</i>	corredora	16	16	-	-
Gruiformes	Rallidae			voladora	1	1	-	-
Gruiformes	Rallidae	Fulica	<i>Fulica leucoptera</i>	voladora	1	1	-	-
Charadriiformes				voladora	1	1	-	-
Charadriiformes	Charadriidae	Vanellus	<i>Vanellus chilensis</i>	voladora	7	2	1(5)	-
Charadriiformes	Laridae			voladora	11	3	1(8)	-
Charadriiformes	Sternidae	Sterna		voladora	6	6	-	-
Columbiformes	Columbidae	Columba		voladora	2	2	-	-
Columbiformes	Columbidae	Zenaida	<i>Zenaida auriculata</i>	voladora	25	14	3(11)	-
Passeriformes	Passerellidae	Zonotrichia	<i>Zonotrichia capensis</i>	voladora	1	1	-	-
Passeriformes	Icteridae			voladora	1	1	-	-

Tabla 2. Taxones representados en la muestra analizada en este trabajo. Referencias: HD = hueso desarticulado, PA = porción articulada, C = carcasa, * = entre paréntesis se detallan los especímenes que componen las porciones articuladas y las carcasas.

En la costa se registraron 369 especímenes óseos de aves que corresponden a un 88,7% de la muestra total analizada. El Ntaxa de aves en este contexto ambiental es de 14. La especie más representada es el pingüino patagónico, con un número de 247 especímenes óseos que representa un 66,93% de la muestra de aves de la costa. En este ambiente también se destacan otras especies como el macá grande (*Podiceps major*), la torcaza (*Zenaida auriculata*) y el ñandú. Otros taxones identificados a nivel de especie son el inambú común (*Nothura maculosa*), la gallareta chica (*Fulica leucoptera*), el chimango (*Phalcoboenus chimango*) y el macá pico grueso (*Podilymbus podiceps*). La mayoría de los restos de aves presentes en este ambiente corresponde a nadadoras (principalmente pingüino patagónico) (77,5%); en tanto que la segunda categoría más representada son las voladoras (14,09%) y por último las corredoras (4,33%). Un 4,06% corresponde a especies que no pudieron ser identificadas.

Las unidades anatómicas más representadas son las extremidades anteriores (32,52%), seguidas por las posteriores (20,86%), la cintura escapular (20,05%) y el esqueleto axial (19,8%) en similar proporción y, por último, la cintura pélvica (5,14%). El 1,63% restante

corresponde a elementos que no pudieron ser identificados. El húmero es el elemento más frecuente de las extremidades anteriores (45%), el tibiotarso de las extremidades posteriores (37,66%), el coracoides de la cintura escapular (58,1%), el sinsacro de la cintura pélvica (52,63%) y las costillas del esqueleto axial (23,28%).

En el ambiente serrano se registraron 25 especímenes óseos de aves que corresponden a un 6% de la muestra total de aves. El Ntaxa de aves es de 7. La especie más representada es la gallina doméstica (*Gallus gallus*), con un número de 16 especímenes que representa el 64% de este contexto ambiental. También fueron identificados otros taxones a nivel de especie como tero común (*Vanellus chilensis*), chimango, chajá (*Chauna torquata*), pato cuchara (*Anas platalea*) y chingolo (*Zonotrichia capensis*). Considerando las categorías de locomoción, se puede observar que las aves corredoras son las más abundantes (64%), seguidas por las voladoras (36%) y no se registraron aves nadadoras.

Las porciones anatómicas más representadas son las extremidades posteriores (44%), seguidas por las extremidades anteriores (28%), el esqueleto axial (12%), la cintura pélvica (12%) y, finalmente, la cintura escapular (4%). En la extremidad posterior, el elemento mejor representado es el fémur (45,45%), en la anterior el húmero (71,42%), en la cintura escapular la escápula (100%), en la cintura pélvica el sinsacro (66,66%) y en el esqueleto axial el esternón (66,66%).

En el ambiente de las lagunas se registraron 22 especímenes óseos de aves que representan a un 5,28% de la muestra total de este grupo taxonómico de todos los ambientes. El Ntaxa de aves es de 7. La mayor parte de los especímenes (n = 9) corresponde a la familia Laridae (64%). También fue identificado tero común, chimango, chajá, garza mora (*Ardea cocoi*) y macá grande. La mayoría de los taxones representados pertenecen a aves voladoras (90,9%). Las aves nadadoras están escasamente representadas (4,54%) y no se hallaron restos de corredoras. El 4,56% restante lo constituyen aves no identificadas.

Las unidades anatómicas más representadas son las extremidades anteriores (36,4%), seguidas por el esqueleto axial (31,81%), las extremidades posteriores (13,63%), la cintura escapular (13,63%) y, finalmente, la cintura pélvica (4,53%). Los elementos de la extremidad anterior presentan una representación pareja, a excepción del ulnar y las falanges, que están ausentes. En la extremidad posterior domina el fémur (100%), en la cintura escapular el coracoides (66,66%), en la cintura pélvica el sinsacro (100%) y en el esqueleto axial las vértebras torácicas (71,42%).

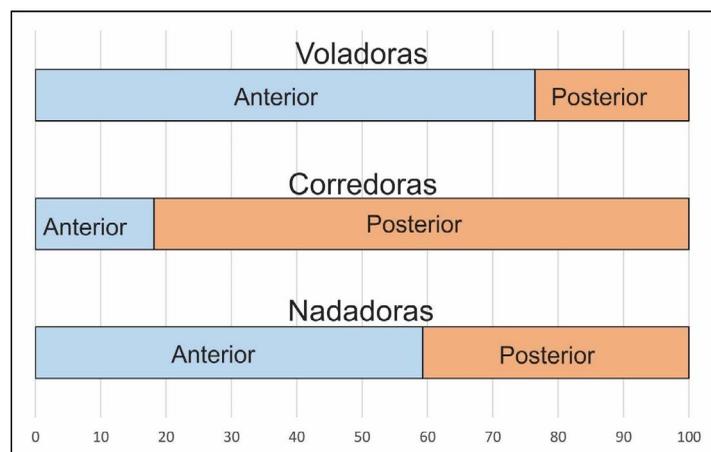


Figura 2. Proporción de elementos de las extremidades anteriores (húmero, radio, ulna, carpometacarpo) y posteriores (fémur, tibiotarso, fíbula, tarsometatarso) de las diferentes categorías de locomoción, considerando el total de la muestra de aves de los tres ambientes.

Considerando el total de la muestra de aves de los tres ambientes, se observa una representación diferencial de las extremidades según los tipos de locomoción. En este sentido, para las aves corredoras, se registra una mayor representación de los elementos que componen a las extremidades posteriores, para las aves voladoras, de aquellos que integran las extremidades anteriores, mientras que para las aves nadadoras, se observa un leve predominio de las extremidades anteriores (Figura 2).

Análisis de los efectos tafonómicos

Entre las variables tafonómicas registradas, las marcas de carnívoros, la meteorización y la abrasión sedimentaria son las más frecuentes (Tabla 3). En menor medida, se presentan marcas de raíces, de roedores y de pisoteo.

Uno de los efectos tafonómicos más frecuentes en la muestra son las marcas generadas por carnívoros (Figura 3). Este tipo de modificación se registra en un 26,8% de los especímenes de la costa. Estas modificaciones están mejor representadas en los huesos que corresponden a la cintura pélvica (52,63%), seguido por las extremidades posteriores y anteriores (31,16% y 30,52%, respectivamente), el esqueleto axial (24,65%) y, finalmente, la cintura escapular (22,97%). Un 1,01% corresponde a elementos no determinados.

En las sierras, 19 especímenes (76%) presentan marcas producidas por carnívoros. El 100% de los elementos óseos de ambas cinturas y del esqueleto axial registran este tipo de modificación, seguido por las extremidades posteriores (72,72%) y anteriores (57,14%).

En las lagunas, 13 especímenes (59,09%) exhiben marcas producidas por carnívoros. Estas modificaciones están presentes en todos los huesos que corresponden a la cintura pélvica y al esqueleto axial, seguido por la cintura escapular (66,66%), las extremidades posteriores (33,33%) y, finalmente, las extremidades anteriores (25%).

Variables tafonómicas	Costa		Sierras		Lagunas	
	NISP	NISP%	NISP	NISP%	NISP	NISP%
Marcas de carnívoros	99	26,8	19	76	13	59.09
Meteorización	153	41.5	6	24	1	4.54
0	216	58.5	19	76	21	95.46
1	73	19.8	6	24	1	4.54
2	42	11.4	-	-	-	-
3	26	7.04	-	-	-	-
4	12	3.25	-	-	-	-
5	0	0	-	-	-	-
Abrasión sedimentaria	261	70.7	1	4	-	-
0	108	29.3	25	96	22	100
1	83	22.5	-	-	-	-
2	16	4.33	-	-	-	-
2-3	3	0.81	-	-	-	-
3	159	43.1	1	4	-	-
Marcas de roedores	-	-	1	4	1	4.54
Marcas de raíces	5	1.35	1	4	-	-
Pisoteo	1	0.27	-	-	-	-

Tabla 3. Variables tafonómicas registradas en cada uno de los contextos ambientales.



Figura 3. Especímenes óseos con modificaciones de carnívoros. Referencias: A) Sinsacro de *Spheniscus magellanicus* (costa), B) húmero de *Podiceps major* (costa), C) fémur de *Chauna torcuata* (laguna), D) húmero de *Gallus gallus* (sierra).

Otro proceso tafonómico registrado es la meteorización (Figura 4). En la costa se identificaron 153 (41,46%) especímenes afectados por este proceso. En las aves nadadoras se documentan casi todos los estadios, aunque se destaca que el mayor porcentaje corresponde al 0 (56,29%) y los más avanzados, como el 4, se encuentran poco representados (4,19%) (Tabla 3). Las aves corredoras presentan un porcentaje alto de especímenes en el estadio 2 (43,75%); sin embargo, no se encuentran estadios más avanzados que el 3. Por último, las aves voladoras no muestran porcentajes altos de meteorización, siendo el estadio 0 (80,76%) el más frecuente; el estadio más avanzado que se registró en aves de esta categoría es el 3, con un porcentaje bajo (6,66%). En las sierras, seis especímenes (24%) fueron afectados por meteorización; todos ellos se encuentran en el estadio 1. Las aves corredoras presentan un porcentaje alto de meteorización (83,33%), mientras que, en las aves voladoras se registró una frecuencia menor (14,28%). En las lagunas se identificó un solo espécimen (4,54%) con meteorización. Este hueso corresponde a un ave voladora en estadio 1.

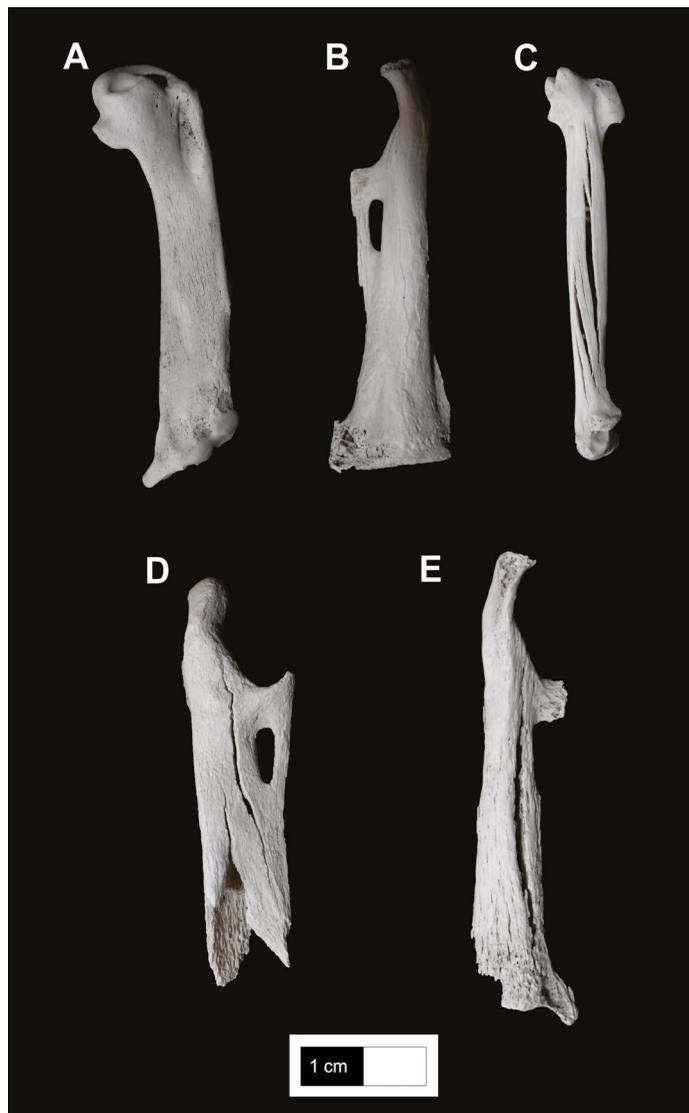


Figura 4. Especímenes óseos con evidencias de meteorización. Referencias: A) Estadio 1, húmero de *Spheniscus magellanicus*; B) estadio 2, coracoides de *Spheniscus magellanicus*; C) estadio 3, tarsometatarso de *Podiceps major*; D) estadio 4, coracoides de *Spheniscus magellanicus*; E) estadio 4, coracoides de *Spheniscus magellanicus*.

La abrasión sedimentaria también es frecuente, aunque se presenta casi exclusivamente en especímenes de la costa. En este contexto ambiental se registraron 261 especímenes (70,73%) con algún grado de abrasión. La mayor parte de ellos evidencian el estadio 3 –*sensu* Gutiérrez y Kaufmann, 2007– (43,08%), que es el más avanzado para esta variable tafonómica. En la sierra se identificó sólo un espécimen (4%) con evidencias de abrasión. Este hueso corresponde a un ave corredora y se encuentra en el estadio 3. En las lagunas no se registraron especímenes óseos con evidencias de abrasión.

Finalmente, las marcas de raíces, pisoteo y roedores se encuentran poco representadas en la muestra. Las primeras se registraron sobre siete especímenes (uno en valles fluviales, uno en sierras y cinco en costa), lo cual corresponde a un 1,68% del conjunto. Solo se registró un elemento óseo en la costa con evidencia de pisoteo (0,24%). Por último, dos elementos (uno hallado en el ambiente de sierras y otro en el de lagunas) se vieron afectados por la acción de roedores (0,48%).

Discusión

Distribución de taxones y representación esquelética en los distintos ambientes del área de estudio

En los ambientes relevados se observaron importantes diferencias en la diversidad taxonómica de aves. En el ambiente costero, los taxones más representados corresponden a las aves nadadoras, entre las que se destaca el pingüino patagónico y en menor medida el macá grande. La alta acumulación de restos de pingüino se debe a que un gran número de individuos mueren en las costas bonaerenses durante las migraciones anuales desde sus áreas de nidificación en la Patagonia hacia Uruguay y el sur de Brasil, donde llegan en invierno para alimentarse (Boersma et al., 1990; Falabella et al., 2009; Massigoge et al., 2015). Aquí también se encuentran representadas aves voladoras y corredoras entre las que se destacan la torcaza y el ñandú, respectivamente. Por otra parte, en las sierras, las aves corredoras son las más representadas. Entre éstas, las gallinas domésticas son las más abundantes, lo cual podría responder a la presencia de puestos rurales en cercanía de las áreas de muestreo. Las aves de corral son una presa fácil para los depredadores que las trasladan a los reparos rocosos para alimentarse. A los eventos de caza se suma el carroñeo que estos realizan sobre los basureros humanos de los puestos rurales (Gutiérrez et al., 2016). La categoría de aves voladoras posee una representación algo menor que las corredoras y no se registraron aves nadadoras. Por último, en las lagunas, la mayoría de los taxones corresponden a la categoría de aves voladoras. En este entorno son muy escasos los restos de aves nadadoras y no se determinó ningún espécimen de aves corredoras. Es importante tener en cuenta que las tendencias mencionadas deben tomarse con cautela, dado que en los muestreos realizados en las sierras y las lagunas se registraron escasos huesos de aves, lo cual en parte podría estar relacionado con la menor superficie relevada en estos contextos ambientales.

En lo que respecta a la representación esquelética, en la costa se observó que las unidades anatómicas más frecuentes son las extremidades y la cintura escapular, siendo el húmero, el radio, la ulna, el tibiotarso, el fémur y el coracoides los elementos más representados. Estos huesos, que en su mayoría pertenecen a aves nadadoras, son los que poseen valores más altos de densidad mineral ósea para esta categoría de locomoción (Higgins, 1999). Un patrón de supervivencia similar fue descrito por Cruz (2007) para aves nadadoras de ambientes costeros patagónicos y también fue explicado por esta propiedad. En la sierra, donde las aves corredoras son las más abundantes, las extremidades posteriores son las unidades anatómicas más representadas, especialmente elementos como el fémur y el tibiotarso. En este tipo de aves, los elementos de las extremidades posteriores son los que poseen valores más altos de densidad (Dirrigl, 2001; Fernández et al., 2001). Por otra parte, en este ambiente también se encuentran presentes, en menor frecuencia, especímenes de las extremidades anteriores que en su mayoría pertenecen a aves voladoras. Esto último también se registra en el ambiente lagunar, donde las aves voladoras son las más abundantes y se observa una predominancia de elementos de las extremidades anteriores. Los huesos de esta unidad anatómica, como el húmero, la ulna y el carpometacarpo se encuentran entre los elementos más densos para esta categoría de aves (Broughton et al., 2007).

En resumen, en la costa y las sierras se observa una mejor representación de los elementos de las extremidades. Por el contrario, en el caso de las lagunas, las extremidades posteriores son menos frecuentes y el esqueleto axial tiene un porcentaje destacado, cercano al obtenido para las extremidades anteriores. No obstante, como ya fue mencionado, debe tenerse en cuenta el sesgo de muestreo, dado que esta última

muestra es muy pequeña y varios especímenes provienen de una porción articulada constituida por elementos axiales.

Preservación diferencial de restos óseos de aves

De acuerdo con distintos autores, la meteorización y la acción de carnívoros son los procesos más influyentes en la destrucción de los restos óseos de pequeños vertebrados como las aves (Behrensmeyer y Dechant-Boaz, 1980; Belardi y Stoessel, 2022; Cruz, 2004; Savanti, 1994). Estos resultados coinciden con lo registrado en la muestra estudiada, a los que se suma la abrasión sedimentaria en la costa, donde este proceso cumple un rol central en la destrucción de los restos.

Los carnívoros son el agente tafonómico que más marcas generó sobre los huesos de aves (31,49%). En general, los depredadores presentes en el área de estudio son de porte pequeño (< 15 kg) y los más comunes son el zorro pampeano (*Lycalopex gymnocercus*), el gato montés (*Leopardus geoffroyi*), el hurón menor (*Galictis cuja*) y el zorrino (*Conepatus chinga*) (Burkart et al., 1999). Estudios experimentales con zorro pampeano y gato montés mostraron que, durante el consumo de mamíferos pequeños, estos depredadores destruyen preferencialmente los elementos axiales (Álvarez et al., 2012; Rafuse et al., 2014; Scheifler et al., 2020). A pesar de la diferencia en el tipo de presa, estos datos pueden ayudar a interpretar la baja representación de los elementos axiales de aves en las transectas, la cual podría responder en parte, a la destrucción por este agente.

En todos los ambientes se registró una importante cantidad de marcas de carnívoro, que fueron más abundantes en la sierra, seguida por las lagunas y la costa (Tabla 3). El menor porcentaje de marcas en la costa se podría explicar en parte por la mayor disponibilidad de presas y carroña en este contexto ambiental (Cruz, 2003; Gutiérrez et al., 2016). Allí, por lo menos estacionalmente, se produciría una importante oferta de carcasas de pingüinos (Recofsky, 2021), que, sumada a las de otras especies de animales, puede generar una mayor cantidad de alimento y, por lo tanto, una menor intensidad de consumo de las carcasas. En consecuencia, es esperable que un número significativo de restos de aves no sean afectados por estos agentes tafonómicos. Por otra parte, en el caso de las sierras, en algunas de las transectas se relevaron rasgos como abrigos rocosos y oquedades. Estos espacios son utilizados por los pequeños carnívoros como madrigueras y refugio, a donde transportan presas para alimentar a sus crías (Gutiérrez et al., 2016; Quintana, 2004). Como se mencionó anteriormente, esto queda evidenciado en este trabajo por la presencia de abundantes restos de gallina doméstica, los cuales debieron ser transportados por los depredadores desde asentamientos humanos. El importante rol de los carnívoros en la acumulación de restos en este tipo de ambiente puede ayudar a explicar entonces el alto porcentaje de marcas en los huesos de aves. En cuanto a las lagunas, éstas constituyen lugares de refugio, descanso y nidificación de muchas aves acuáticas, algunas de ellas migratorias (Narosky, 1969), aspecto que atraería a gran número de carnívoros que depredan sobre ellas y que podrían trasladar o destruir las carcasas de estas especies por completo, pudiendo generar de este modo una baja representación de aves en este contexto ambiental. Por último, un aspecto importante es que los carnívoros suelen ingerir completas a las aves de menor tamaño, lo que llevará a una menor representación de esta clase en todos los ambientes (DeVault et al., 2003; Rodríguez-Hidalgo et al., 2016).

Los resultados indican que un 38,46% de los huesos presentan evidencias de meteorización. Los huesos de las aves poseen una estructura notablemente diferente a la de los mamíferos. Al ser huecos y livianos, estos elementos son afectados por la meteorización de forma intensa y rara vez llegan a superar el estadio 3, ya que se destruyen antes (Behrensmeyer et al., 2003). Esto se ve reflejado en los perfiles de

meteorización para las aves voladoras y las corredoras de menor tamaño, como los tinámidos. Sin embargo, en el caso de los rheidos, al ser sus huesos más resistentes, pueden alcanzar perfiles más avanzados (Cruz, 2015; Cruz y Muñoz, 2020). En la experimentación realizada por Gutiérrez y coautores (2016) se observó que luego de tres años de exposición algunos huesos de ñandú habían alcanzado el estadio 3 de meteorización y otros aún continuaban sin meteorizarse. Los restos óseos de este taxón podrían permanecer expuestos por más tiempo que los restos de otras aves, principalmente aquellos pertenecientes a las extremidades y algunos elementos axiales como las vértebras. En cuanto a las aves nadadoras, a pesar de que la mayoría de los huesos de esta categoría se encuentra en el estadio 1, algunos elementos óseos alcanzaron el estadio 4 (Figura 4).

Si se comparan los tres ambientes analizados, se puede observar que existe una diferencia significativa en cuanto a los perfiles de meteorización. En primer lugar, en los ambientes de lagunas y sierras, los elementos óseos meteorizados se encuentran en estadio 1, mientras que, en el entorno costero, se registraron todos los estadios de meteorización. Esto se vincula con el tipo de ave dominante en cada uno de los ambientes según el modo de locomoción y las propiedades intrínsecas de sus huesos. Los restos de las aves nadadoras (mayormente de pingüinos), ampliamente representadas en la costa, pueden alcanzar estadios más altos, debido a su mayor densidad vinculada a su modo de locomoción (Massigoge et al., 2015).

La abrasión geológica es un efecto tafonómico significativo en la costa marina. Allí, gran parte de los restos de aves presentan este tipo de modificación y un número elevado de ellos están en el estadio más avanzado. Esta modificación responde al impacto de los granos de arena movilizados por el viento, situación que se daría con menor frecuencia en otros ambientes. En cuanto a las categorías de locomoción, se pueden observar diferencias en la representación de los estadios de abrasión. En primer lugar, en las aves nadadoras, se registraron todos los estadios de abrasión, con un predominio del 3. Este estadio también es el más abundante en la categoría de aves corredoras, que en la costa está representada por el ñandú y aves de la familia Tinamidae. Por último, en las aves voladoras, el estadio mejor representado es el 1. Estas diferencias indican un patrón similar al observado con respecto a la meteorización, donde los huesos de las aves que no están adaptadas al vuelo son más resistentes y tienen una mayor probabilidad de sobrevivir a los procesos destructivos.

Potencial de contaminación del registro arqueológico por la depositación natural de huesos de aves

Con respecto a la depositación natural de huesos, se observaron diferencias en los distintos ambientes analizados. En las planicies, la ausencia de aves podría estar relacionada en parte con el pequeño tamaño de la muestra. Además, es posible que este ambiente sea usado de modo menos sostenido por las aves, debido a que el alto grado de actividades agropecuarias disminuye su uso para la nidificación (Cozzani y Zalba, 2009). Otro aspecto que puede ayudar a explicar la ausencia de restos de aves en las planicies es que la mayoría de las especies que allí habitan son pequeñas y por tanto más propensas a una rápida destrucción. Además, el tamaño pequeño de las aves y la baja visibilidad por la vegetación en algunos sectores de pastizales, pudieron impactar también en las posibilidades de detección en el campo. El rol de los carnívoros también debe ser considerado, ya que como lo demostró el trabajo experimental de Prosser, Nattrass y Prosser (2008), en ambientes agrícolas, las carcasas de aves son más visibles, por lo que son rápidamente removidas por los carroñeros. Debido a la baja tasa de acumulación natural de huesos de aves en este ambiente y sumado a las bajas chances de entierro (Scheifler et al., 2020), no

se espera que la contaminación de depósitos arqueológicos con huesos de origen natural sea significativa.

En el contexto de las sierras se han registrado restos de aves de distintas categorías de locomoción, pero en menor frecuencia en comparación con la costa. Como se mencionó anteriormente, este contexto ambiental presenta una alta depositación de huesos producto de la depredación de carnívoros (Gutiérrez et al., 2016). En este contexto podrían generarse asociaciones espurias entre restos óseos modernos y materiales arqueológicos, especialmente en los reparos rocosos frecuentados por los carnívoros y utilizados recurrentemente por los grupos cazadores-recolectores en el pasado (Gutiérrez et al., 2016; Quintana, 2004; Quintana y Mazzanti, 2001; Scheifler et al., 2020).

En los valles fluviales, el escaso registro de aves podría deberse a las características de este contexto ambiental. En primer lugar, algunos de los valles fluviales del área presentan barrancas entre 2 y 8 m de altura, lo que impide el acceso a las márgenes de los arroyos y ríos dificultando la visibilidad (Campo de Ferreras y Piccolo, 1999). En estos sectores a su vez, la visibilidad es baja debido a la vegetación abundante por la ausencia de actividad agrícola. También, se debe tener en cuenta que los ríos y arroyos de la región son utilizados por el ganado vacuno como fuente de agua, por lo cual el pisoteo puede contribuir al entierro y a la destrucción de los restos óseos, especialmente de aquellos más pequeños y frágiles como los huesos de aves. Además, la alta dinámica fluvial, podría estar favoreciendo la destrucción de los restos de aves ocasionando su baja representación. Por otro lado, como en los demás ambientes relevados, otro agente importante que podría contribuir al escaso número de restos son los carnívoros. La alta dinámica y la baja visibilidad de este ambiente, da como resultado un escaso registro de huesos modernos de aves en superficie, aunque no se descarta que algunos especímenes pudieran haberse enterrado por procesos como el pisoteo, la bioturbación y la sedimentación fluvial.

En el entorno lagunar, la riqueza taxonómica es alta en relación con el número de restos recuperados. Esto podría deberse a que las lagunas pampeanas son hábitats que actúan como refugio y áreas de nidificación para muchas aves acuáticas (Narosky, 1969). Estos hábitos de agregación de individuos –de la misma especie o de especies diferentes– les brindan protección a muchas aves frente a los depredadores (Josens et al., 2009). En algunas lagunas de otras áreas de la región se ha registrado una depositación significativa de huesos de aves (Scheifler et al., 2022). Sin embargo, en las transectas de este trabajo las frecuencias son bajas y entre las aves registradas; la especie más grande es el chajá y la más pequeña la gallareta. Como se mencionó previamente, los carnívoros pudieron contribuir a la destrucción de los restos de aves depositados en las márgenes de las lagunas. Además, en este ambiente, los huesos pueden ser enterrados por la acción del pisoteo y la sedimentación lacustre y de esta forma incorporarse eventualmente a la estratigrafía local.

En los valles fluviales y en las lagunas, si bien la tasa de acumulación natural de huesos de aves es baja, se puede esperar la contaminación de depósitos arqueológicos con huesos actuales. Como fue discutido en Scheifler y coautores (2020), esto se daría por dos motivos principales, por un lado, por la alta frecuencia de sitios arqueológicos en estos tipos de contextos ambientales, y por otro, por la posibilidad de entierro de restos actuales.

El ambiente costero ofrece un panorama que difiere a los mencionados anteriormente. Allí se registró una mayor diversidad de taxones y cantidad de especímenes. A su vez, este entorno cuenta con una excelente visibilidad al tener escasa vegetación. Este lugar es un área significativa para la nidificación de numerosas especies de aves marinas y una importante área de descanso e invernada de aves migratorias provenientes del hemisferio norte y de la Patagonia (Darrieu y Camperi, 2001). Además, como ya se

mencionó, en este ambiente se acumulan huesos de aves que mueren en el mar o que llegan moribundas a las costas, como es el caso del pingüino patagónico (Massigoge et al., 2015). Esta alta cantidad de presas y de carroña atrae a distintos carnívoros que habitan en el área de dunas, por lo que es factible que muchos restos de estas aves sean dispersados y transportados, especialmente detrás de la línea de médanos por la acción de estos agentes tafonómicos (Gutiérrez et al., 2016). Si bien la depositación de restos en este ambiente es muy alta, su alta dinámica, que incluye la acción de las mareas, el oleaje y el desplazamiento de los médanos activos, no favorece la supervivencia ósea a largo plazo. Este aspecto queda evidenciado en las características de los sitios arqueológicos del área, que consisten principalmente en depósitos de superficie integrados mayormente por restos líticos (Bonomo, 2005). Dichos depósitos podrían contaminarse con restos de fauna moderna, incluyendo huesos de aves.

El registro arqueológico y actualista de aves en el sudeste pampeano

Si se comparan las evidencias de aves en el registro arqueológico del sudeste de la región pampeana con los resultados obtenidos en este trabajo actualista, se aprecian algunas similitudes y diferencias. En cuanto a las primeras, existen algunos taxones presentes en ambos registros como ñandú, pingüino patagónico, macá grande, tero, chajá, distintas especies de las familias Anatidae, Rallidae, Tinamidae y Laridae, entre otras (Bonomo y León, 2010; Frontini y Bayón, 2017; Kaufmann y Álvarez, 2007; Salemme y Madrid, 2007). Si bien varias de ellas presentan evidencias de aprovechamiento antrópico en el registro arqueológico, otras pueden haber ingresado a los sitios por causas naturales ya que la mayoría de los restos de aves que se encuentran en los sitios arqueológicos de la región pampeana no presentan modificaciones antrópicas, a excepción del ñandú. En Alfar y Calera, sitios de la región con alta frecuencia de huesos de aves, especialmente voladoras, se observa una mayor representación de los elementos de las extremidades anteriores. Los investigadores propusieron que la explotación de plumas es una de las posibles causas de que estas unidades anatómicas fueran ingresadas a los sitios (Bonomo y León, 2010; Kaufmann y Álvarez, 2007). En casos de estudio en Estados Unidos se han planteado inferencias similares donde la abundancia de huesos de las alas es atribuida a la utilización de plumas en contextos ceremoniales, mientras otras explicaciones involucran a procesos de descarte durante la cocción y transporte diferencial de unidades anatómicas (ver citas en Ericson 1987; Bovy, 2002). Sin embargo, las extremidades anteriores son también las que se han registrado con más frecuencia en las aves voladoras en este trabajo. En consecuencia, este problema de equifinalidad no permite discriminar el origen antrópico o natural de los restos de aves en los sitios arqueológicos sobre la base de la representación esquelética exclusivamente. Por este motivo es necesario considerar múltiples líneas de evidencia a la hora de evaluar este aspecto, en particular, la presencia de evidencias de aprovechamiento antrópico.

Un caso particular es el del pingüino patagónico, que constituye el ave más abundante en la muestra aquí analizada. Este taxón sólo muestra evidencias de aprovechamiento humano en el sitio arqueológico Alfar (Bonomo y León, 2010). Esta escasez de sitios con evidencias de explotación del pingüino en la costa bonaerense podría vincularse a varias cuestiones. En primer lugar, el estado nutricional de los pingüinos que llegan a esta costa es pobre, por lo que, de haberse repetido estas condiciones en el pasado, no serían un recurso alimenticio atractivo para los grupos cazadores-recolectores (Massigoge et al., 2015, Recofsky, 2021). Por otra parte, la distribución de las colonias y las rutas migratorias de esta especie podrían haber sido diferentes en el pasado y, por otro lado, la tasa de mortalidad pudo haber sido menor, por ende, su presencia no sería tan abundante como en la actualidad. (Bas et al., 2022; Boersma et al., 1990; Cruz et al., 2014).

En cuanto a las diferencias, en los sitios arqueológicos se registran aves que no están presentes en el registro actual y que hoy en día están ausentes o son escasas en

la región, como es el caso de las martinetas (género *Eudromia*) en el sitio Calera (Kaufmann y Álvarez, 2007; Scheifler, 2014) y los cauquenes (género *Chloephaga*), en los sitios Laguna Tres Reyes 1 y Arroyo Seco 2 (Salemme, 2014; Salemme y Madrid, 2007). Se ha sostenido que estas aves se retrajeron por el avance de la agricultura, la caza deportiva y la actividad ganadera, entre otras causas (Bilenca et al., 2008; Petracci y Carrizo, 2017). Otros taxones presentes en el registro arqueológico y ausentes en la muestra moderna son algunas aves de ambientes lacustres, como el playerito (*Calidris* sp.), biguá (*Phalacrocorax brasilianus*), gallinetas (*Pardirallus sanguinolentus* y *Pardirallus maculatus*) y bandurria (*Theristicus* sp.), recuperadas en el sitio Calera (Kaufmann y Álvarez, 2007; Scheifler, 2014), y aves rapaces, como la lechuza de las vizcacheras (*Athene cunicularia*), presente en los sitios Arroyo Seco 2 (Salemme, 2014) y Laguna Muscar 2 (Bellinzoni, 2018), el ñacurutú (*Bubo virginianus*), en Puente de Fierro (Frontini, 2012; Frontini y Bayón, 2017), y el lechuzón de campo (*Asio flammeus*) y aves de la familia Accipitridae, en Calera (Scheifler, 2014). Por el momento, no se cuenta con herramientas para explicar el nulo registro de estos taxones en las muestras modernas, aunque esto podría vincularse con el sesgo de muestreo.

Finalmente, algunas aves como la gallina, el chingolo, la torcaza y otras de la familia Icteridae están presentes en las transectas, pero no en los sitios arqueológicos. Más allá del caso de la especie exótica (gallina), las aves más pequeñas, y tal como lo señalan otros autores en otras partes del mundo y regiones de Argentina, debido a las características intrínsecas de sus esqueletos y su menor tamaño, tendrían menos probabilidades de preservarse y pasar a formar parte del registro arqueológico (Behrensmeyer et al., 2003; Cruz, 2011).

En el registro arqueológico del sudeste pampeano, los restos óseos de aves son en general escasos y están subrepresentados en relación con los mamíferos (Martínez y Gutiérrez, 2004). Como se mencionó, en algunos sitios hay una mayor diversidad taxonómica y anatómica de aves, como por ejemplo en Calera (Scheifler, 2014). Sin embargo, este conjunto también presenta una preservación ósea destacada con respecto al resto de los contextos del área. La presencia de restos de ave en los sitios, ya sea de origen cultural, natural o mixto, probablemente haya sido mayor a la observada y estos restos se encontrarían subrepresentados debido a procesos tafonómicos. La mayoría de los modelos de subsistencia generados para este sector de la región pampeana plantean el consumo de ungulados como recurso principal, complementado con animales de menor porte como armadillos y roedores medianos, en tanto que el consumo de aves habría sido ocasional (e.g., Álvarez, 2014; Martínez y Gutiérrez, 2004; Messineo, 2011; Rodríguez, 2018). En este sentido, si bien las aves pudieron tener un rol menor en la dieta, este recurso puede estar subestimado por sus menores chances de preservación. Es importante mencionar que además de carne y huesos, las aves tienen la condición única de aportar las plumas, que fueron utilizadas en diversos contextos y objetos (ver citas en Prates, 2009). Un caso particular lo constituye el ñandú, dado que, si bien en bajas frecuencias, está presente en casi todos los sitios del área con claras evidencias de procesamiento antrópico (Álvarez, 2015; Frontini y Salemme, 2011; Martínez y Gutiérrez, 2004). Su tamaño, densidad y estructura ósea, especialmente de los miembros traseros (Fernández et al., 2001), favorece su preservación en relación con el resto de las aves. Otra situación es la de los Passeriformes, que presentan un tamaño muy pequeño y están adaptados al vuelo. Estas aves tienen muy bajas chances de preservarse en el registro actual y fósil. Su pequeño tamaño también podría generar un sesgo en su recuperación por la visibilidad y las metodologías de colecta. Los restos de este Orden son habituales en conjuntos modernos de restos ingeridos recuperados en egagrópillas y fecas (e.g., Quintana, 2004, 2015). Por este motivo, habría mayores chances de hallarlos en el registro fósil de cuevas y aleros con sedimentación, que suelen ser utilizadas por aves rapaces y mamíferos carnívoros. En estos contextos, se han registrado situaciones de mezcla

de materiales arqueológicos y restos de aves con evidencias de digestión gástrica (e.g., Cueva el Abra) (Quintana, 2016).

En este trabajo no se ha pretendido evaluar la fidelidad del «conjunto muerto» en comparación con el «conjunto vivo» como se ha hecho en otros trabajos actualistas de aves (e.g., Behrensemeyer et al., 2003). No obstante, la información generada contribuye, si bien en modo limitado, al tratamiento de esta problemática. Nuestros resultados actualistas mostraron que los conjuntos esqueléticos de aves poseen una baja diversidad taxonómica en comparación con las comunidades vivas, aspecto que debe considerarse al momento de realizar inferencias paleoecológicas a partir de conjuntos fósiles de aves. Del mismo modo, nuestros resultados señalan que uno de los factores que influyen de manera significativa en esta baja fidelidad es la preservación diferencial entre los distintos grupos taxonómicos. Por ello, los estudios de conjuntos fósiles de aves, ya sean arqueológicos o paleontológicos, deben evaluar las evidencias de la acción de procesos naturales destructivos, tales como carnívoros, meteorización y abrasión sedimentaria, para estimar el grado de sesgo tafonómico del conjunto original.

Conclusiones

Los resultados obtenidos en este trabajo indican que las posibilidades de preservación de los elementos óseos de las aves son variables. Las categorías de locomoción que presentan características que propician mejores chances de preservarse son las nadadoras y corredoras de mayor tamaño. En cuanto a las partes esqueléticas, los resultados señalan que, al igual que en otros trabajos (Belardi y Stoessel, 2022; Cruz, 2003), los huesos que componen las extremidades presentan una mejor preservación en comparación al resto del esqueleto. En este sentido, el registro muestra que los huesos de las extremidades posteriores son los que más sobreviven en las aves corredoras, en tanto que en las aves nadadoras, ambas extremidades tienen más probabilidades de preservarse; finalmente, los elementos de las alas son los que presentan mayores posibilidades de supervivencia entre las aves voladoras.

Los ambientes en los que los restos se depositan también cumplen un rol clave en la preservación de estos taxones. En estos entornos, los agentes tafonómicos identificados actúan de forma diferente. En el ambiente de sierras y lagunas el proceso tafonómico más relevante en cuanto a la destrucción de los especímenes óseos es la acción de los carnívoros. En cambio, en la costa, si bien los carnívoros también aparecen como agentes importantes que intervienen en la formación de los conjuntos, los huesos están principalmente afectados por la abrasión sedimentaria. Por otro lado, la meteorización se encuentra presente en todos los ambientes, aunque está más representada en la costa. Consideramos que en este contexto costero los restos de aves (principalmente nadadoras) tienen altas posibilidades de depositarse, pero bajas chances de preservarse en el largo plazo.

Los resultados de este trabajo constituyen esfuerzos pioneros en la región pampeana para entender los procesos de acumulación, destrucción y preservación de los huesos de aves, especies que son muy abundantes en el área de estudio pero que raramente están representadas en los sitios arqueológicos. Se considera que, si bien estos estudios necesitan ser profundizados para ampliar el tamaño de las muestras e incluir nuevos ambientes, ofrecen un avance del conocimiento para entender los registros faunísticos de aves.

Agradecimientos

Estas investigaciones fueron financiadas por la Agencia Nacional de Promoción de la Investigación, el Desarrollo Tecnológico y la Innovación (PICT 2018-0686). Agradecemos al Instituto de Investigaciones Arqueológicas y Paleontológicas del Cuaternario Pampeano (INCUAPA), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) - Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (UNICEN) y la Facultad de Ciencias Sociales de la UNICEN por el apoyo institucional. También agradecemos a Mariana Picasso por brindarnos acceso a la colección de referencia de aves del Museo de La Plata con la que se pudieron realizar determinaciones taxonómicas de varias especies utilizadas en este trabajo. Por último, agradecemos a los dos evaluadores anónimos que contribuyeron a mejorar el manuscrito.

Referencias citadas

- » Álvarez, M. C. (2014). Subsistence patterns during the Holocene in the Interserrana area (Pampean region, Argentina): Evaluating intensification in resource exploitation. *Journal of Anthropological Archaeology*, 34, 54-65. <https://doi.org/10.1016/j.jaa.2014.01.002>
- » Álvarez, M. C. (2015). Utilización de *Rhea americana* (Aves, Rheidae) en el sitio Paso Otero 4 (partido de Necochea, región pampeana). *Archaeofauna. International Journal of Archaeozoology*, 24, 53-65. <https://revistas.uam.es/archaeofauna/article/view/7064/9984> (Acceso: 29 de agosto, 2023).
- » Álvarez, M. C., Kaufmann, C. A., Massigoge, A., Gutiérrez, M. A., Rafuse, D. J., Scheifler, N. A. y González, M. E. (2012). Bone modification and destruction patterns of leporid carcasses by Geoffroy's cat (*Leopardus geoffroyi*): an experimental study. *Quaternary International*, 278, 71-80. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2011.11.029>
- » Álvarez, M. C., Massigoge, A., Scheifler, N. A., González, M. E., Kaufmann, C. A., Gutiérrez, M. A. y Rafuse, D. J. (2017). Taphonomic effects of a grassland fire on a modern faunal sample and its implications for the archaeological record. *Journal of Taphonomy*, 15(1-3), 77-90. <https://journaltaphonomy.com/tag/grassland-fire/> (Acceso: 29 de agosto, 2023).
- » Bas, M., Tivoli, A. M., Briz I Godino, I., Saleme, M., Santiago, F., Belardi, J. B., Borella, F., Vales, D. G., Crespo, E. A. y Cardona, L. (2022). Changing diets over time: knock-on effects of marine megafauna overexploitation on their competitors in the southwestern Atlantic Ocean. *Paleobiology*, 49(1-15), 176-190. <https://doi.org/10.1017/pab.2022.19>
- » Behrensmeyer, A. K. (1978.) Taphonomic and ecologic information on bone weathering. *Paleobiology*, 4, 150-162. <https://doi.org/10.2307/2400283>
- » Behrensmeyer, A. K. y Dechant-Boaz, D. E. (1980). The Recent Bones of Amboseli Park, Kenya, in Relation to East African Paleoeology. En A. K. Behrensmeyer y A. P. Hill (Eds.), *Fossils in the Making. Vertebrate Taphonomy and Paleoeology* (pp. 72-92). Chicago: University of Chicago Press.
- » Behrensmeyer, A. K., Stayton, C. T. y Chapman, R. E. (2003). Taphonomy and ecology of modern avifaunal remains from Amboseli Park, Kenya. *Paleobiology*, 29, 52-70. <https://www.jstor.org/stable/4096874> (Acceso: 29 de agosto, 2023).
- » Belardi, J. B. (1999). Hay choiques en la terraza. Información tafonómica y primeras implicaciones arqueofaunísticas para Patagonia. *Arqueología*, 9, 163-185. <http://repositorio.filo.uba.ar/handle/filodigital/6412> (Acceso: 29 de agosto, 2023).
- » Belardi, J. B. y Stoessel, L. (2022). Explotación de aves voladoras en la estepa de Patagonia continental Austral: cauquenes (*Chloephaga* sp.) en el sitio Laguna Las Vegas (cuenca media del río Coyle, Argentina). *Relaciones de la Sociedad Argentina de Antropología*, 47(2), 247-268. <https://doi.org/10.24215/18521479e039>
- » Bellinzoni, J. (2018). *Análisis Zooarqueológico y Tafonómico del sitio Laguna Muscar 2 (pdo. De general Lamadrid, pcia. De Buenos Aires)* (Tesis de Licenciatura inédita). Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, Argentina.
- » Bértola, G. R., Cortizo, L. C. e Isla, F. I. (2009). Dinámica litoral de la costa de Tres Arroyos y San Cayetano, Buenos Aires. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 64, 657-671. <https://digital.cic.gba.gov.ar/handle/11746/6207>
- » Bilenca, D., Codesido, M. y González Fischer, C. (2008). Cambios en la fauna pampeana. *Ciencia Hoy*, 18, 8-17.
- » Binford, L. R. (1981). *Bones: Ancient Men and Modern Myths*. Nueva York: Academic Press.
- » Boersma, P. D., Stokes, D. L. y Yorio, P. M. (1990). Reproductive variability and historical change of Magellanic Penguins (*Spheniscus magellanicus*) at Punta Tombo, Argentina. En L. S. Davis y J. T. Darby (Eds.), *Penguin Biology* (pp. 15-43). San Diego: Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-057106-5.50008-5>

- » Bonomo, M. (2005). *Costeando las Llanuras*. Arqueología del Litoral Marítimo Pampeana. Buenos Aires: Colección Tesis Doctorales, Sociedad Argentina de Antropología.
- » Bonomo, M. y León, C. (2010). Un contexto arqueológico en posición estratigráfica en los médanos litorales. El sitio Alfar (pdo. Gral. Pueyrredón, Pcia. Bs. As.). 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. 29-45). Ayacucho: Libros del Espinillo.
- » Bovy, K. (2002). Differential Avian Skeletal Part Distribution: Explaining the Abundance of Wings. *Journal of Archaeological Science*, 29, 965-978. <https://doi.org/10.1006/jasc.2001.0795>
- » Brain, C. K. (1980). Some criteria for the recognition of bone-collecting agencies in African caves. En A. K. Behrensmeyer y A. P. Hill (Eds.), *Fossils in the making: Vertebrate taphonomy and paleoecology* (pp. 108-130). Chicago: University of Chicago Press.
- » Broughton, J. M. y Mullins, D. y Ekker, T. (2007). Avian resource depression or intertaxonomic variation in bone density? A test with San Francisco Bay avifaunas. *Journal of Archaeological Science*, 34, 374-391. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jas.2006.05.013>
- » Burkart, R., Bárbaro, N. O., Sánchez, R. O. y Gómez, D. A. (1999). *Eco-regiones de la Argentina*. San Martín: Administración de Parques Nacionales (APN), Secretaría de Recursos Naturales y Desarrollo Sustentable, Presidencia de la Nación. <http://repositorio.ub.edu.ar/handle/123456789/7567>
- » Campo de Ferreras, A. y Piccolo, C. (1999). Hidrogeomorfología de la cuenca del Río Quequén Grande, Argentina. *Papeles Geografía Universal*, 29, 35-46.
- » Cozzani, N. y Zalba, S. M. (2009). Estructura de la vegetación y selección de hábitats reproductivos en aves del pastizal pampeano. *Ecología Austral*, 19(1), 34-44. https://ojs.ecologiaaustral.com.ar/index.php/Ecologia_Austral/article/view/1366
- » Cruz, I. (1999). Pingüinos de Cabo Vírgenes (Santa Cruz). Aspectos tafonómicos e implicaciones arqueológicas. En *Actas del XIII Congreso Nacional de Arqueología Argentina*, (Tomo 4, pp. 95-108). Córdoba: Universidad Nacional de Córdoba.
- » Cruz, I. (2000). Líneas tafonómicas y ecológicas para evaluar la explotación prehistórica de aves acuáticas en la zona cordillerana (Prov. De Santa Cruz). En J. B. Belardi, F. Carballo Marina y S. Espinosa (Eds.), *Desde el país de los gigantes. Perspectivas arqueológicas en Patagonia* (Tomo I, pp. 202-217). Río Gallegos: Universidad Nacional de la Patagonia Austral.
- » Cruz, I. (2003). *Paisajes tafonómicos de restos de Aves en el sur de Patagonia continental. Aportes para la interpretación de conjuntos avifaunísticos en registros arqueológicos del Holoceno* (Tesis de Doctorado Inédita). Universidad de Buenos Aires, Argentina. <http://repositorio.filo.uba.ar/handle/filodigital/1313>
- » Cruz, I. (2004). Tafonomía de huesos de aves en Punta Medanosa (Depto. Puerto Deseado, Santa Cruz, Argentina). En M. T. Civalero, P. M. Fernández y A. G. Guraieb (Eds.), *Contra viento y marea. Arqueología de la Patagonia*, (pp. 455-468). Buenos Aires: Instituto Nacional de Antropología y Pensamiento Latinoamericano. Sociedad Argentina de Antropología.
- » Cruz, I. (2005). La representación de partes esqueléticas de aves. Patrones naturales e interpretación arqueológica. *Archaeofauna. International Journal of Archaeozoology*, 14, 69-81. <https://revistas.uam.es/archaeofauna/article/view/7436> (Acceso: 29 de agosto, 2023).
- » 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, 1252-1261. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jas.2006.10.016>
- » Cruz, I. (2009). Tafonomía de huesos de cormoranes en la costa patagónica. Primeros resultados. Arqueología de la Patagonia. En M. Salemme, F. Santiago, M. Álvarez, E. Piana, M. Vázquez y M. E. Mansur (Eds.), *Una mirada desde el último confín* (Tomo II, pp. 729-741). Ushuaia: Utopías.
- » Cruz, I. (2011). Tafonomía de huesos de aves. Estado de la cuestión y perspectivas desde el sur del Neotrópico. *Antípoda. Revista de Antropología y Arqueología*, 13, 147-174. <https://doi.org/10.7440/antipoda13.2011.08>

- » Cruz, I., Lemaire, C. R., Nauto, G. D. y Astete, F. Z. (2014). Historia natural de pingüinos y lobos marinos en la Patagonia. *Desde la Patagonia. Difundiendo Saberes*, 11(17), 2-9. <https://revele.uncoma.edu.ar/index.php/desdelapatagonia/article/view/3824> (Acceso: 29 de agosto, 2023).
- » Cruz, I. (2015). Estudios sobre meteorización de huesos en Patagonia. *Revista Chilena de Antropología*, 29, 89-94. <http://dx.doi.org/10.5354/0719-1472.2014.36212>
- » Cruz, I. y Muñoz, A. S. (2020). Between space and time. Naturalist taphonomic observations of lesser rhea (*Rhea pennata pennata*) remains in southern patagonia and its archaeological implications. *Journal of Archaeological Science*, 3, 102290. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jasrep.2020.102290>
- » Damuth, J. D. (1992). Taxon-free Characterization of Animal Communities. En A. K. Behrensmeyer, J. D. Damuth, W. A. Di Michele, R. Potts, H. Sues y S. L. Wing (Eds.), *Terrestrial Ecosystems through Time. Evolutionary Paleoecology of Terrestrial Plants and Animals* (pp. 183-204). Chicago: The University of Chicago Press.
- » Dangavs, N. (2005). Los ambientes acuáticos de la Provincia de Buenos Aires. En R. E. de Barrio, R. O Etcheverry, M. F. Caballé y E. Llambías (Eds.), *Geología y Recursos Minerales de la Provincia de Buenos Aires, XVI Congreso Geológico Argentino* (pp. 219-236). La Plata. http://naturalis.fcnym.unlp.edu.ar/repositorio/_documentos/sipcyt/bfa003759.pdf (Acceso: 29 de agosto, 2023).
- » Darrieu, C. A. y Camperi, A. R. (2001). *Nueva Lista de las Aves de la Provincia de Buenos Aires*. La Plata: Secretaría de Política Ambiental-UNLP. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/26070>
- » DeVault, T. L., Rhodes, O. E. Jr. y Shivik, J. A. (2003) Scavenging by vertebrates: behavioral, ecological, and evolutionary perspectives on an important energy transfer pathway in terrestrial ecosystems. *Oikos*, 102, 225-234. <https://doi.org/10.1034/j.1600-0706.2003.12378.x>
- » Dirrigl, F. (2001). Bone Mineral Density of Wild Turkey (*Meleagris gallopavo*) Skeletal Elements and its Effect on Differential Survivorship. *Journal of Archaeological Science*, 28, 817-832. <http://dx.doi.org/10.1006/jasc.2000.0600>
- » Ericson, P. G. P. (1987). Interpretations of archaeological bird remains: A taphonomic approach. *Journal of Archaeological Science*, 14, 65-75. [https://doi.org/10.1016/S0305-4403\(87\)80006-7](https://doi.org/10.1016/S0305-4403(87)80006-7)
- » Falabella, V., Campagna, C. y Croxall, J. (Eds.) (2009). *Atlas del Mar Patagónico. Especies y espacios*. Buenos Aires: Wildlife Conservation Society & Birdlife International.
- » Fernández, P. (2000). Rendido a tus pies: acerca de la composición anatómica de los conjuntos arqueofaunísticos con restos de Rheiformes de Pampa y Patagonia. En J. B. Belardi (Ed.), *Desde el País de los Gigantes, Perspectivas arqueológicas en Patagonia. Actas de las Terceras Jornadas de Arqueología de la Patagonia* (Tomo II, pp. 573-586). Río Gallegos: Universidad Nacional de la Patagonia Austral.
- » Fernández, P., Cruz, I. y Elkin, D. (2001). Densidad Mineral Ósea de *Pterocnemia pennata* (Aves: Rheidae). Una herramienta para evaluar frecuencias anatómicas en sitios arqueológicos. *Relaciones de la Sociedad Argentina de Antropología*, 26, 243-260. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/20561>
- » Fidalgo, F. (1992). Provincia de Buenos Aires Continental. En M. Iriondo (Ed.) *El Holoceno en Argentina*. Paraná: Cadinqua.
- » Fidalgo, F., Riggi, J. C. y Gentile, R. (1991). Los 'sedimentos postpampeanos' continentales en el ámbito sur bonaerense. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 46, 239-256.
- » Frenguelli, J. (1931). Nomenclatura estratigráfica patagónica. *Anales de la Sociedad Científica Santa Fé*, 3, 1-115.
- » Frenguelli, J. (1950). Rasgos Generales de la Morfología y la Geología de la Provincia de Buenos Aires. *Publicaciones del LEMIT*, 2(33), 3-72.
- » Frenguelli, J. (1956). Rasgos generales de la hidrografía de la Provincia de Buenos Aires. *Publicaciones del LEMIT*, 2(62), 5-19. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/46285>

- » Frontini, R. (2012). *El aprovechamiento de animales en valles fluviales y lagunas del sur bonaerense durante el Holoceno* (Tesis de Doctorado inédita). Universidad de Buenos Aires, Argentina.
- » Frontini, R. y Salemme, M. (2011). The exploitation of Rheidae in Pampa and Patagonia (Argentina) as recorded by chroniclers, naturalists and voyagers. *Journal of Anthropological Archaeology*, 30, 473-483. <https://doi.org/10.1016/j.jaa.2011.08.001>
- » Frontini, R. y Bayón, C. (2017). El registro malacológico del sitio Puente de Fierro (provincia de Buenos Aires, Argentina). *Arqueología*, 23(3), 91-106. <http://revistascientificas.filo.uba.ar/index.php/Arqueologia/article/view/4009> (Acceso: 29 de agosto, 2023).
- » Giardina, M. A. (2010). *El aprovechamiento de la avifauna entre las sociedades cazadoras recolectoras del sur de Mendoza: un enfoque arqueozoológico* (Tesis de Doctorado inédita). Universidad Nacional de La Plata, Argentina.
- » Gilbert, B. M., Martin, L. D. y Savage, H. G. (1996). *Avian Osteology*. Columbia: Missouri Archaeological Society.
- » Gutiérrez, M. A. y Kaufmann, C. A. (2007). Criteria for the Identification of Formation Processes in Guanaco (*Lama guanicoe*) Bone Assemblages in Fluvial-Lacustrine Environments. *Journal of Taphonomy*, 5(4), 151-176. <http://hdl.handle.net/11336/167915>
- » 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, 57-84. <http://revistascientificas.filo.uba.ar/index.php/Arqueologia/article/view/3277> (Acceso: 29 de agosto, 2023).
- » Gutiérrez, M. A., Kaufmann, C. A., González, M. E., Scheifler, N. A., Rafuse D. J., Massigoge, A. y Álvarez, M. C. (2016). The role of small carnivores in the movement of bones: implications for the Pampas archaeofaunal record, Argentina. *Archaeological Anthropological Science*, 8, 257-276. <https://dx.doi.org/10.1007/s12520-015-0272-1>
- » Gutiérrez, M. A., Rafuse, D. J., Álvarez, M. C., Massigoge, A., González, M. E., Scheifler N. A. y Kaufmann, C. A. (2018). Ten years of actualistic taphonomic research in the Pampas region of Argentina: Contributions to regional archaeology. *Quaternary International*, 492, 40-52. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2017.09.025>
- » Haynes, G. (1980). Evidence of carnivore gnawing on Pleistocene and recent mammalian bones. *Paleobiology*, 6(3), 341-351. <http://www.jstor.org/stable/2400350>
- » Higgins, J. (1999). Túnel: A case study of avian zooarchaeology and taphonomy. *Journal of Archaeological Science*, 26, 1449-1457. <https://doi.org/10.1006/jasc.1999.0429>
- » Josens, M. L., Pretelli, M. G. y Escalante, A. H. (2009). Censos de aves acuáticas en sus colonias reproductivas en lagunas del sudeste de la Provincia de Buenos Aires. *El Hornero*, 24, 7-12.
- » Kaufmann, C. A. y Álvarez, M. C. (2007). La arqueofauna del sitio Calera (Sierras Bayas, región pampeana): un abordaje a los aspectos rituales del descarte de huesos de animales. En C. Bayón, A. Pupio, M. I. González, N. Flegenheimer y M. M. Frère (Eds.), *Arqueología en las Pampas* (Tomo 2, pp. 334-344). Buenos Aires: Sociedad Argentina de Antropología.
- » Kaufmann, C., Gutiérrez, M. A., Álvarez, M. C., González, M. E. y Massigoge, A. (2011). Fluvial dispersal potential of guanaco bones (*Lama guanicoe*) under controlled experimental conditions: the influence of age classes to the hydrodynamic behavior. *Journal of Archaeological Science*, 38, 334-344. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jas.2010.09.010>
- » Leveau, L. M. y Leveau, C. M. (2004). Riqueza y abundancia de aves en agroecosistemas pampeanos durante el período post-reproductivo. *Ornitología Neotropical*, 15, 371-380.
- » Livingston, S. (1989). The Taphonomic Interpretation of Avian Skeletal Part Frequencies *Journal of Archaeological Science*, 16, 537-547. [https://doi.org/10.1016/0305-4403\(89\)90072-1](https://doi.org/10.1016/0305-4403(89)90072-1)
- » Lyman, R. L. (1994). *Vertebrate Taphonomy*. Cambridge: Cambridge University Press.
- » Martínez, G. (2007). Procesos de formación de sitios en reparos rocosos de Tandilia. *Cazadores-Recolectores del Cono Sur. Revista de Arqueología*, 3, 105-127. <http://suquia.ffyh.unc.edu.ar/handle/suquia/16331>

- » Martínez, G. y Gutiérrez, M. A. (2004). Tendencias en la explotación humana de la fauna durante el Pleistoceno final y Holoceno en la Región Pampeana (Argentina). En Mengoni Goñalons G. (Ed.), *Zooarchaeology of South America* (pp. 81-98). Oxford: International Series #1298, British Archaeological Reports (BAR).
- » Martínez, G., Gutiérrez, M. A., Messineo, P. G., Kaufmann, C. A. y Rafuse, D. J. (2016). Subsistence strategies in Argentina during the late Pleistocene and early Holocene. *Quaternary Science Reviews*, 144, 51-65. <http://dx.doi.org/10.1016/j.quascirev.2016.05.014>
- » Massigoge, A., González, M. E., Kaufmann, C. A. y 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., Rafuse, D. J., Álvarez, M. C., González, M. E., Gutiérrez, M. A., Kaufmann, C. A. y Scheifler, N. A. (2015). Beached penguins on the Atlantic Coast in the Pampas region of Argentina: Taphonomic analysis and implications for the archaeological record. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 436, 85-95. <http://dx.doi.org/10.1016/j.palaeo.2015.06.045>
- » Matteucci, S. (2012). Ecorregión Pampa. En J. Morello, S. Matteucci, A. Rodríguez y M. Silva (Eds.), *Ecorregiones y complejos ecosistémicos argentinos* (pp. 391-446). Buenos Aires: Orientación Gráfica.
- » Messineo, P. G. (2011). Investigaciones arqueológicas en la cuenca superior del Arroyo Tapalqué. Un modelo de ocupación humana para el centro de la subregión Pampa Húmeda durante el Holoceno tardío. *Intersecciones en Antropología*, 12, 275-291. <http://hdl.handle.net/11336/27959>
- » Muñoz, A. S. y Savanti, F. (1998). Observaciones tafonómicas sobre restos avifaunísticos de la costa noreste de Tierra del Fuego. *Revista del Museo de Historia Natural de San Rafael (Actas del XI Congreso Nacional de Arqueología Argentina - 8ª Parte - Metodología y Ciencia en Arqueología)*, 20, 107-121.
- » Narosky, S. (1969) Nidificación de algunas aves en la región central de la Pcia. De Buenos Aires. *El Hornero*, 11(1), 27-32.
- » Narosky, T. e Yzurieta, D. (2010) *Aves de Argentina y Uruguay, Guía de Identificación: edición total - Birds of Argentina and Uruguay, a Field Guide: total edition*. Buenos Aires: Vázquez Mazzini Editores.
- » Olsen, S. L. y Shipman, P. (1988). Surface modification on bone: trampling versus butchery. *Journal of Archaeological Science*, 15, 535-553. [https://doi.org/10.1016/0305-4403\(88\)90081-7](https://doi.org/10.1016/0305-4403(88)90081-7)
- » Petracci, P. y Carrizo, M. (2017). Cauquén Colorado (*Chloephaga rubidiceps*), Nuevo hallazgo en la Provincia de Buenos Aires, Argentina. *Nótulas Faunísticas*, 222, 1-9.
- » Prates, L. (2009). El uso de recursos por los cazadores-recolectores posthipánicos de Patagonia continental y su importancia arqueológica. *Relaciones de la Sociedad Argentina de Antropología*, 34, 201-229. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/20982>
- » Politis, G. y Salemme M. (1990). Prehispanic mammal exploitation in the eastern Pampa Subregion (Argentina). En L. B. Davis y B. O. K. Reeves (Eds.), *Hunters of the Recent Past* (pp. 352-372). Londres: One World Archaeology series, Unwin Hyman.
- » Prosser, P., Natrass, C. y Prosser, C. (2008). Rate of removal of bird carcasses in arable farmland by predators and scavengers. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 71(2), 601-608. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2007.10.013>
- » Quintana, C. (2004). Acumulaciones de restos óseos en reparos rocosos de las sierras de Tandilia Oriental, Argentina. *Estudios Geológicos*, 60, 37-47. <https://doi.org/10.3989/egol.04601-271>
- » Quintana, C. (2015). Tafonomía de contenidos dispersos de egagrópilas de *Tyto alba* en un ambiente serrano. *Historia Natural*, 5(1), 29-47. <https://fundacionazara.org.ar/revista-historia-natural-volumen-5-numero-1-2015/> (Acceso: 29 de agosto, 2023).

- » Quintana, C. (2016). Microvertebrados del sitio arqueológico Cueva El Abra, Tandilia oriental: tafonomía y paleoambiente. *Comechingonia. Revista de Arqueología*, 20(1), 203-229. <https://doi.org/10.37603/2250.7728.v20.n1.17943>
- » Quintana, C. y Mazzanti, D. (2001) Selección y aprovechamiento de recursos faunísticos. En D. Mazzanti y C. Quintana (Eds.), *Cueva Tixi: Cazadores y Recolectores de las Sierras de Tandilia. 1. Geología, Paleontología y Zooarqueología* (pp. 181-209). Mar del Plata: Publicación Especial del Laboratorio de Arqueología 1, Universidad Nacional de Mar del Plata.
- » Quintana, C., Valverde, F. y Albino, A. (2003). Registro de fauna del sitio Cueva El Abra, Tandilia Oriental, Provincia de Buenos Aires. En *Actas XIII Congreso Nacional de Arqueología Argentina* (Tomo 3, pp. 317-324). Córdoba.
- » Quirós, R., Rennella, A., Boveri, M., Rosso, J. J. y Sosnovsky, A. (2002). Factores que afectan la estructura y el funcionamiento de las lagunas pampeanas. *Ecología Austral*, 12, 175-185. https://ojs.ecologiaaustral.com.ar/index.php/Ecologia_Austral/article/view/1556 (Acceso: 29 de agosto, 2023).
- » Rafuse, D. J. (2017). Early to Middle Holocene subsistence strategies in the Pampas region: Evidence from the Arroyo Seco 2 site. *Journal of Archaeological Science*, 12, 673-683. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jasrep.2017.03.031>
- » Rafuse, D. J., González, M. E., Kaufmann, C. A., Álvarez, M. C., Gutiérrez, M. A. y Massigoge, A. (2014). Análisis Comparativo de los Patrones de Modificaciones Óseas de Dos Carnívoros Sudamericanos: El Gato Montés (*Leopardus geoffroyi*) y el Zorro Pampeano (*Lycalopex gymnocercus*). Aportes para la Identificación de la Acción de Pequeños Carnívoros en el Registro Arqueológico. *Magallania*, 42, 165-184. <http://hdl.handle.net/11336/125317>
- » Rafuse, D. J., Kaufmann, C. A., Gutiérrez, M. A., González, M. E., Scheifler, N. A., Álvarez, M. C. y Massigoge, A. (2019). Taphonomy of modern communal burrow systems of the Plains vizcacha (*Lagostomus maximus*, Chinchillidae) in the Pampas region of Argentina: implications for the fossil record. *Historical Biology*, 31(5), 517-534. <https://doi.org/10.1080/08912963.2017.1374957>
- » Recofsky, M. (2021). *Tafonomía de aves en el sudeste de la región pampeana: un abordaje naturalista* (Tesis de Licenciatura inédita). Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, Argentina.
- » Rodríguez, J. M. (2018). Análisis faunístico del sitio Las Toscas 5 (Tres Arroyos, provincia de Buenos Aires). Contribución al conocimiento de la subsistencia de cazadores recolectores pampeanos en el Holoceno medio. *Intersecciones en Antropología*, 19, 49-60. <http://ridaa.unicen.edu.ar/xmlui/handle/123456789/1804>
- » Rodríguez-Hidalgo, A., Saladié, P., Marín, J. y Canals, A. (2016). Bird-bone modifications by Iberian lynx: A taphonomic analysis of non-ingested red-legged partridge remains. *Quaternary International*, 421, 228-238. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2015.11.078>
- » Salemme, M. (2014). Zooarqueología y paleoambientes. En G. G. Politis, M. A. Gutiérrez y C. Scabuzzo (Eds.), *Estado Actual de las Investigaciones en el Sitio Arqueológico Arroyo Seco 2 (partido de Tres Arroyos, provincia de Buenos Aires, Argentina)* (pp. 67-96). Olavarría: Serie Monográfica 5, Instituto de Investigaciones Arqueológicas y Paleontológicas del Cuaternario Pampeano (INCUAPA), Facultad de Ciencias Sociales, Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (UNICEN).
- » Salemme, M. y Madrid, P. (2007). The Archaeofaunas from Laguna Tres Reyes 1 Site: taxonomic richness and abundance during the beginning of the Late Holocene in the south-east Pampean Region (Argentina). En M. Gutiérrez, L. Miotti, G. Barrientos, G. Mengoni Goñalons y M. Salemme (Eds.), *Taphonomy and Zooarchaeology in Argentina* (pp. 121-143). Oxford: International Series #1601, British Archaeological Reports (BAR).
- » Salemme, M., Escosteguy, P. y Frontini, R. (2012). La fauna de porte menor en sitios arqueológicos de la región pampeana, Argentina. Agente disturbador vs. Recurso económico. *Archaeofauna, International Journal of Archaeozoology*, 21, 163-185. <http://repositoriodigital.uns.edu.ar/handle/123456789/3738>

- » Savanti, F. (1994). *Las Aves en la Dieta de los Cazadores-Recolectores Terrestres de la Costa Fueguina*. Buenos Aires: Programas de Estudios Prehistóricos (PREP), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET).
- » Scheifler, N. A. (2014). Zooarqueología de los pequeños vertebrados del sitio calera (cuenca superior del Arroyo Tapalqué, provincia de Buenos Aires). Aprovechamiento humano, depredación por aves rapaces y acción hídrica. *Relaciones de la Sociedad Argentina de Antropología*, 39(1), 145-173. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/39004>
- » Scheifler N. A., Massigoge, A., Kaufmann, C. A., Rafuse, D. J., González, M. E, Gutiérrez, M. A. y Álvarez, M. C. (2020) Modern Bone Distribution in the Pampas of Argentina: Taphonomic Implications for the Regional Archaeological Record. En S. Martínez, A. Rojas y F. Cabrera (Eds.), *Actualistic Taphonomy in South America. Topics in Geobiology* (Volumen 48, pp. 193-220). Cham: Springer. http://dx.doi.org/10.1007/978-3-030-20625-3_11
- » 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://dx.doi.org/10.31048/1852.4826.v15.n3.38010>
- » Shipman, P. y Rose, J. J. (1988). Bone tools: an experimental approach. En S. L. Olsen (Ed.), *Scanning electron microscopy in archaeology* (pp. 303-335). Oxford: International Series #452, British Archaeological Reports (BAR).
- » SAREM (2019). *Categorización 2019 de los mamíferos de Argentina según su riesgo de extinción. Lista Roja de los mamíferos de Argentina*. Buenos Aires: Sociedad Argentina para el Estudio de los Mamíferos (SAREM), Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible <http://cma.sarem.org.ar> (Acceso: 29 de agosto 2023).
- » Tricart, J. (1973) *Geomorfología de la pampa deprimida* (Vol. 12). Colección Científica. Buenos Aires: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA).
- » Zárate M. y Rabassa J. (2005). Geomorfología de la Provincia de Buenos Aires. En R. E. de Barrio, R. O. Etcheverry, M. F. Caballé y E. Llambias (Eds.), *Geología y Recursos Minerales de la Provincia de Buenos Aires, XVI Congreso Geológico Argentino* (pp. 119-128). La Plata.