

# NEO-TAFONOMÍA DE RESTOS DE PEQUEÑOS MAMÍFEROS ACUMULADOS POR LA LECHUZA DE CAMPANARIO (*TYTO ALBA*) EN EL GRAN CHACO SUDAMERICANO (ARGENTINA): UN MARCO DE REFERENCIA PARA SITIOS DE PERCHA Y ANIDAMIENTO

JULIÁN MIGNINO<sup>1\*</sup>, ANDRÉS IZETA<sup>2</sup>, JESSICA MANZANO GARCÍA<sup>3</sup>, ROXANA CATTÁNEO<sup>2</sup> Y ORNELLA BRANCOLINI PEDETTI<sup>4</sup>

<sup>1</sup> IDACOR-CONICET, Museo de Antropología, Facultad de Filosofía y Humanidades, Universidad Nacional de Córdoba, Avenida Hipólito Yrigoyen 174, 5000 Córdoba, Argentina.

<sup>2</sup> IDACOR-CONICET, Museo de Antropología, Departamento de Antropología, Facultad de Filosofía y Humanidades, Universidad Nacional de Córdoba. Avenida Hipólito Yrigoyen 174, 5000 Córdoba, Argentina.

<sup>3</sup> IDACOR-CONICET, Museo de Antropología, Facultad de Filosofía y Humanidades, Universidad Nacional de Córdoba. Avenida Hipólito Yrigoyen 174, 5000 Córdoba, Argentina

<sup>4</sup> Facultad de Filosofía y Humanidades, Universidad Nacional de Córdoba, Avenida Hipólito Yrigoyen 174, 5000 Córdoba, Argentina.

\* julianmignino@ffyh.unc.edu.ar

**RESUMEN.-** Los restos óseos y dentarios de micromamíferos son frecuentes en sitios arqueológicos, paleontológicos y en espacios urbanos y rurales. La Lechuza de Campanario (*Tyto alba*), distribuida en todo el continente americano, es uno de los acumuladores más comunes de este tipo de restos. En este sentido, es necesario analizar su comportamiento de depredación en relación con las presas obtenidas y descartadas en sus egagrópilas en ambientes específicos. Este trabajo tiene como objetivo realizar un análisis tafonómico de restos óseos y dentarios en egagrópilas de Lechuza de Campanario colectadas en dos tipos de sitios (percha y nido) y dos zonas ecológicas (Chaco Árido y Chaco Serrano) diferentes del área seca de la ecorregión Gran Chaco, en el sur de América del Sur. Se evaluó la composición taxonómica, la abundancia relativa de partes esqueléticas, patrones de fractura, digestión en elementos craneales y postcraneales para caracterizar los patrones tafonómicos generados por este depredador. Los resultados confirman su inclusión en la categoría de modificación ligera. Sin embargo, los valores de digestión y fractura obtenidos en este análisis difieren de los modelos reportados en otros estudios realizados en África, Europa y Sudamérica. La sobrerepresentación de roedores caviomorfos (ca. 60%) en uno de los conjuntos analizados resulta novedosa para el cono sur de América del Sur. Entre ellos, se reporta el primer registro del Cuis chaqueño (*Microcavia jayat*) para zonas bajas de la provincia de Córdoba. Se espera que los resultados puedan utilizarse como marco de referencia o análogo moderno en la interpretación de la formación de registros arqueológicos y fósiles, así como para reforzar y fortalecer las inferencias paleoambientales.

**PALABRAS CLAVE:** *análogos modernos, Argentina, Córdoba, egagrópilas, Gran Chaco, microvertebrados, rapaces.*

**ABSTRACT.-** NEO-TAPHONOMY OF SMALL MAMMAL REMAINS ACCUMULATED BY THE BARN OWL (*TYTO ALBA*) IN THE SOUTH AMERICAN GRAN CHACO (ARGENTINA): A FRAMEWORK OF REFERENCE FOR NEST AND ROOST SITES. Small mammal bones and teeth remains are frequent in archaeological and palaeontological sites, and in modern urban and rural areas. Distributed throughout the American continent, the Barn Owl (*Tyto alba*) is one of the most common accumulators of this kind of remains. Therefore, it is necessary to analyze its predation behavior concerning the prey obtained and discarded within pellets in specific environments elsewhere. This work aims to conduct a taphonomic analysis of bone and dental remains from pellets of Barn Owl collected in two different site types (roost and nest) and ecological zones (Arid Chaco and Mountain Chaco) of the dry area of the Great Chaco ecoregion, in southern South America. Taxonomic composition, relative abundance of skeletal elements, breakage patterns, digestion in cranial and postcranial elements were evaluated to characterize the taphonomic patterns generated by this predator. The results confirm their inclusion in the light modification category. However, the digestion and breakage values obtained in this analysis differ from the actualistic models reported in other studies carried out in Africa, Europe, and South America. The overrepresentation of caviomorph rodents (ca. 60%) in one of the assemblages analyzed is novel for the South American southern cone. Among them, the first record of Jayat's Chacoan Cavy (*Microcavia jayat*) for lowland areas of the province of Córdoba is reported. We expect these results to be used as a reference framework or modern analogue in the interpretation of archaeological and fossil record formation as well as to reinforce and strengthen palaeoenvironmental inferences.

## INTRODUCCIÓN

La identificación de los agentes y/o procesos involucrados en la acumulación de restos de fauna en contextos arqueológicos o paleontológicos constituye un objetivo fundamental de la tafonomía (Andrews 1990). En este sentido, los estudios neo-tafonómicos son una herramienta analítica útil para evaluar a los agentes responsables del depósito de restos faunísticos (e.g., Gutiérrez 2009).

Desde la década de 1970, estos enfoques innovadores han contribuido positivamente a una comprensión adecuada de los procesos ecológicos a pequeña escala, proporcionando información ventajosa para desarrollar interpretaciones paleoecológicas (Mayhew 1977, Dodson y Wexlar 1979, Stahl 1996, Pardiñas 1999, Fernández et al. 2017, López et al. 2017b, 2018, Mignino et al. 2018).

El análisis de pequeños restos de vertebrados ( $\leq 1$  kg), junto con otras acumulaciones óseas, adquiere especial relevancia en el conocimiento de los procesos culturales y naturales que ocurren durante la formación de sitios arqueológicos y paleontológicos. Desde esta línea de análisis, es necesario considerar que las aves rapaces son los agentes acumuladores más frecuentes de este tipo de restos (Mayhew 1977, Dodson y Wexlar 1979, Andrews 1990). Por esta razón, el estudio de las señales tafonómicas en los restos de sus presas posee una alta riqueza interpretativa a la hora de realizar inferencias paleobiológicas y paleoecológicas basadas en restos de pequeños vertebrados en contextos fósiles y arqueológicos (e.g. Andrews 1990, Pardiñas 1999, Fernández et al. 2011).

En la década de 1990, cuando Andrews (1990) describió su metodología pionera sobre tafonomía de pequeños mamíferos, no se incluyeron muestras de presas y depredadores provenientes de América del Sur (Fernández et al. 2017). Dado que se han detectado diferencias tafonómicas en conjuntos óseos de presas consumidas por tipos similares de depredadores en regiones geográfica y ambientalmente diferentes, esto sin duda se convierte en un aspecto más que relevante. Este patrón se ha relacionado con el tamaño, la disponibilidad de presas y la “capturabilidad”, así como las condiciones ambientales y la estacionalidad, entre otros aspectos clave (e.g. Andrews 1990, Meek et al. 2012).

El estudio tafonómico de microvertebrados acumulados por diferentes depredadores naturales ha

experimentado un marcado aumento en los últimos veinte años en el sur de América del Sur, junto con la co-construcción de un corpus teórico vinculado a contextos arqueológicos y/o paleontológicos locales (para mayor detalle, véase Montalvo y Fernández [2019]). Sin embargo, existe una variación en las regiones, con varias áreas ecológicas que van desde ambientes mésicos a áridos, desde el nivel del mar en el este hasta alturas que alcanzan los  $\sim 6900$  msnm en el oeste. En este contexto, el análisis comparativo de restos de pequeños mamíferos acumulados en egagrípulas de depredadores siguiendo una perspectiva neo-tafonómica aún no está completamente desarrollado en el área del Gran Chaco, una ecorregión que se extiende desde el centro de Argentina hasta Bolivia, Paraguay y el suroeste de Brasil (ver bibliografía en Mignino et al. [2018], Montalvo et al. [2020]).

Por ello, en este trabajo, realizamos un estudio neo-tafonómico comparativo de restos de pequeños mamíferos presa acumulados por la Lechuza de Campanario (*Tyto alba*). El estudio se centra en los restos óseos y dentarios recuperados de egagrípulas en dos contextos de procedencia distintos (nido y perchas) y zonas ecológicas (Chaco Árido y Chaco Serrano) en la ecorregión del Gran Chaco. Ambas zonas ecológicas difieren considerablemente en sus rangos de altitud, temperatura promedio, nivel de precipitación, vegetación, tipo de suelo y grado de impacto antrópico sobre el ambiente (Cabido et al. 2018). Además, se incorpora la variable estacional de las muestras a fin de evitar promedios generales en los hábitos y comportamiento de alimentación de la Lechuza de Campanario.

Aunque la Lechuza de Campanario es considerada uno de los acumuladores de restos de pequeños mamíferos más frecuentes (Andrews 1990, Pokines y Kerbis 1997, Pardiñas 1999, Williams 2001, Fernández et al. 2011, 2012), resulta fundamental evaluar los patrones tafonómicos locales para construir análogos modernos de grano fino y de mayor precisión. Para nuestra área de interés, existe un vacío de información sobre este tema. Así, en este trabajo se muestran los resultados de un análisis cualitativo y cuantitativo de las acumulaciones generadas por la Lechuza de Campanario en una época determinada (seca y fría) y sitios con condiciones ambientales variables. Por ello, el objetivo principal de este trabajo radica en proporcionar un marco actualista para evaluar los procesos y agentes involucrados en la acumulación de restos de pequeños mamíferos en sitios arqueológicos y paleontológicos, como también en aportar datos como

insumo de utilidad para reforzar y fortalecer las inferencias paleoambientales en la segunda ecorregión forestal con mayor amplitud de América del Sur. A la vez, se pretenden incluir y discutir los resultados de este estudio dentro del marco de referencias previas generadas a través del estudio de egagrópilas de aves rapaces y heces de mamíferos carnívoros de Sudamérica.

## MÉTODOS

### Especie de estudio

Se han realizado investigaciones sobre la dieta de lechuzas pertenecientes al género *Tyto* en todo el mundo, incluido el sur de América del Sur (Nores y Gutiérrez 1990, Bellocq 2000, Bó et al. 2007, Gómez et al. 2012, Nanni et al. 2012). Las observaciones sobre el comportamiento de esta rapaz cosmopolita indican que posee hábitos nocturnos y crepusculares (Taylor 1994). En Argentina, la Lechuza de Campañario se distribuye por todo su territorio. En el Chaco Seco, existen registros en sectores rurales, urbanos y periurbanos, donde utiliza huecos de árboles, barrancos de acantilados, aleros, cuevas y edificios abandonados para anidar (e.g., Nores y Gutiérrez 1990, Mignino et al. 2018). Los estudios sobre su etología

indican preferencias por áreas abiertas de variada topografía y vegetación, aunque tiene una considerable flexibilidad y capacidad para adaptarse a diferentes características geográficas, incluso en sectores muy perturbados y antropogénicos (e.g., Taylor 1994). El rango de acción para adquirir sus presas varía de 1 a 10 km, probablemente debido a factores como la disponibilidad de alimentos y la estación del año (e.g., Mikkola 1983).

Su importante capacidad para cazar brinda a los investigadores la oportunidad de construir muestras de referencia de vertebrados a partir de sus egagrópilas, incluso más completas que las obtenidas por otros métodos (e.g., trampenos) (Heisler et al. 2016). Su dieta consiste principalmente en micromamíferos como marsupiales y roedores. Otros vertebrados como quirópteros, aves, reptiles y anfibios también se han registrado como parte de sus presas (e.g., Bellocq 2000, Gómez et al. 2012). En otros casos, se ha documentado la presencia de insectos, aunque en proporciones subordinadas (Bellocq 2000).

### Área de estudio

El área de estudio corresponde a dos zonas dentro del extremo sur de la ecorregión Gran Chaco (Cabido et al. 2018) (Fig. 1). Esta región se localiza en el cen-

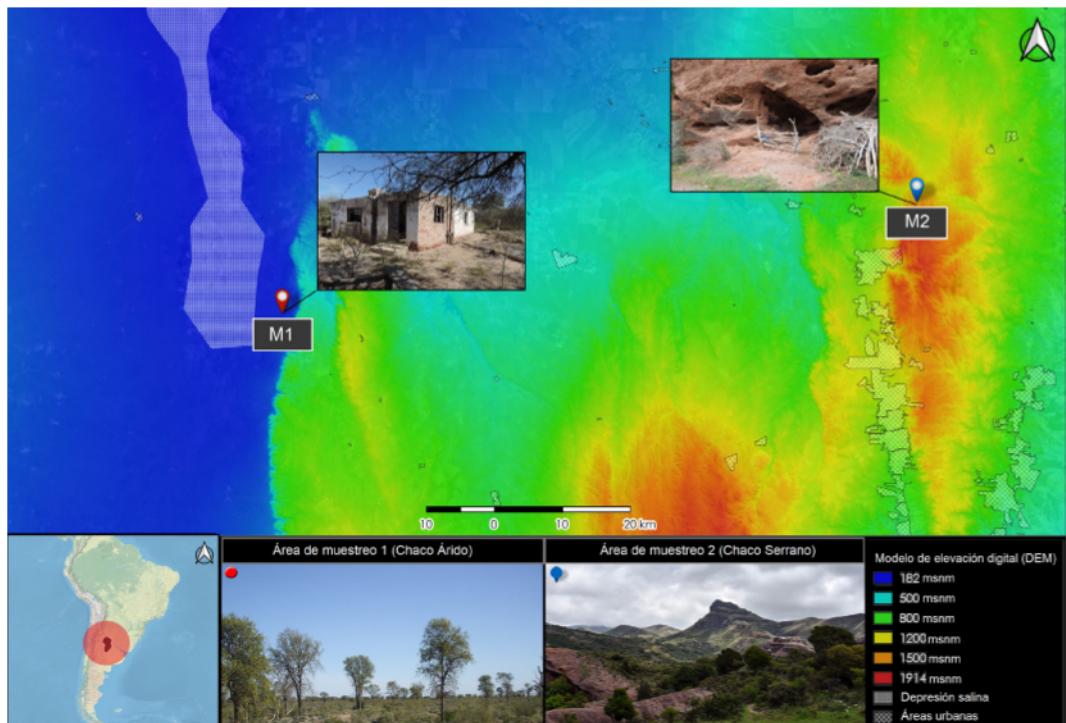


Figura 1. Área de estudio. A la izquierda (M1), sitio de anidamiento en el Chaco Árido ( $30^{\circ} 59' S$ ,  $65^{\circ} 28' O$ ). A la derecha (M2), sitio percha en el Chaco Serrano ( $30^{\circ} 46' S$ ,  $64^{\circ} 24' O$ ).

**Tabla 6.** Muestras arqueológicas, correspondientes a estudios tafonómicos sobre micromamíferos, utilizadas para comparar los resultados obtenidos en el presente trabajo. Abreviaturas: Número de Especímenes Identificados por Taxón (NISP); Años antes del presente (AP).

Sitio	Ubicación	NISP	Ambiente	Cronología	Referencia
Cueva Galpón	41°09'S, 65°47'O	4594	Desierto de Monte (Cueva)	de 2885 ± 52 AP a 1957 ± 49 AP	Fernández et al. (2016)
Cueva Huenu 1	36°56'S, 69°47'O	1426	Desierto de Monte (Cueva)	de 1416 ± 37 AP a 13844 ± 75 AP	Fernández et al. (2012)
Laguna el Sosneado 3	34°51'S, 69°53'O	5869	Patagónico y Altoandino (Cueva)	2145 ± 41 AP a Holoceno tardío final	Montalvo et al. (2015)
Vaquería Gruta 1	32°35'S, 69° 02'O	9280	Desierto de Monte (Alero)	de 3100 ± 80 AP a 380 ± 65 AP	López et al. (2016)

tro-sur de América del Sur, en los territorios actuales de Bolivia, Paraguay, Argentina y un pequeño sector del sudeste de Brasil. Por un lado, esta ecorregión se divide en Chaco Húmedo y Semiárido (al este de las sierras centrales de Córdoba) y por otro lado en Chaco Árido y el Chaco Serrano (Hoyos et al. 2018).

De acuerdo con la caracterización del paisaje y tipo de vegetación (Cabido et al. 2018), la muestra 1 (M1 en adelante) proviene de una localidad ubicada en las zonas bajas del Chaco Árido (150-210 msnm) (30°59'S, 65°28'O). En este sector, las lluvias se restringen a un área rodeada de montañas que actúan como barrera natural. El área muestra una marcada diferencia en términos de temporadas húmedas (noviembre-abril) y secas (mayo-octubre). La precipitación media entre 2013 y 2018, para los meses más fríos y secos, fue de 74.20 mm, mientras que para la época húmeda los valores de precipitación promediaron 424.50 mm. La cubierta vegetal es característica de suelos salinos, tipificados por arbustos, especialmente jumes (*Heterostachys ritteriana* y *Allenrolfea patagonica*) y jarillas (*Larrea divaricata* y *L. cuneifolia*). En los suelos de mayor elevación con menor salinidad, se encuentran especies como Quebracho Colorado (*Schinopsis lorentzii*), Quebracho Blanco (*Aspidosperma quebracho-blanco*) y Brea (*Parkinsonia praecox*) (Cabido et al. 2018). Como producto de las políticas conservacionistas, esta área ha mantenido su flora y fauna nativa, aunque parte de ella se encuentra en una severa retracción (Costa y Barri 2018).

A su vez, la muestra 2 (M2 en adelante) proviene de un área ubicada en altitudes promedio de ~ 900-1500 msnm, en el norte de las Sierras Chicas (30°46'S, 64°24'O), en el Chaco Serrano (Cabido et al. 2018). Esta área incluye un conglomerado geológico del Cretácico (Zárate 2016). Contiene abrigos rocosos de tamaño variable, que conforman recintos que muestran evidencia de ocupación humana en diferentes momentos a lo largo del Holoceno (Cattáneo

e Izeta 2016). El clima de la zona se caracteriza como templado continental, con veranos calurosos y húmedos e inviernos fríos y secos. Entre junio y julio, hay nevadas ocasionales por encima de los 1000 msnm. Actualmente, se registran rangos de temperatura de 9°C en junio-julio a 25°C en enero-febrero. Las precipitaciones en el sector marcan un patrón estacional, quizás como una réplica de las fluctuaciones anticlónicas en el Atlántico y el Pacífico Sur (Piovano et al. 2009). Los valores de precipitación oscilan entre ~10 mm en la estación seca (invierno) y ~150 mm en la estación cálida y lluviosa (verano) con un promedio anual de ~ 870 mm. A pesar de un marcado patrón de lluvias, Yanes et al. (2014) reportaron para 2011 un promedio mensual de humedad relativa que varió de 64% en septiembre a 93% en junio, generando una media anual de 85%. El estrato arbóreo está dominado por la presencia de Molle de Beber (*Lithraea molleoides*); Horco Quebracho (*Shinopsis hankeana*), Aguaribay (*Schinus areira*) y Coco (*Zanthoxylum coco*) (Robledo 2016), así como por algunas plantas introducidas como Ligustró Chino (*Ligustrum lucidum*), Paraíso (*Melia azedarach*) y diferentes especies de pinos (*Pinus spp.*). En este caso, la zona ha sufrido un impacto antrópico más significativo por la introducción de flora exótica y actividades agrícolas y ganaderas.

### Colecta de muestras

Se recolectaron 56 egagrópilas en M1 el 17 de agosto de 2018 y de 45 egagrópilas en M2 el 17 de septiembre de 2018 (época fría y seca). Ambas muestras correspondieron a conjuntos acumulados por individuos adultos registrados en el momento de la recolección. M1 correspondió a un sitio de anidación con un área de aproximadamente 25 m<sup>2</sup> desde el interior de un puesto abandonado, mientras que M2 estuvo ubicado en un alero rocoso de aproximadamente 100 m de extensión y 15 m de altura (Fig. 1). El M2, ubicado en el Chaco Serrano, correspondió a un sitio perchado (Mignino et al. 2018), situación de muestreo

óptimo para el análisis de hábitos tróficos y cambios en la dieta durante distintas estaciones (Marti et al. 2007) que ofrece la posibilidad de evaluar la presencia y representatividad de los pequeños vertebrados en la zona (Yom-Tov y Wool 1997, Hernández y Mancina 2011).

### Identificación y análisis de datos

Todos los restos óseos y dentales recuperados fueron identificados taxonómicamente y anatómicamente utilizando muestras comparativas y literatura específica (Fernández et al. 2011, Patton et al. 2015, Mignino et al. 2018, Montalvo et al. 2020). Se recuperaron restos de insectos, aves y anuros ( $n = 633$ ). Sin embargo, el presente estudio solo muestra los resultados de evaluaciones sobre restos de pequeños mamíferos.

La evaluación tafonómica se realizó empleando una lupa binocular Motic SMZ-140-N2GG, con una cámara de 3.0 megapíxeles y un microscopio electrónico de barrido de emisión de campo - FES-EM (Zeiss FE-SEM Sigma). Este último se encuentra ubicado en el Laboratorio de Microscopía Electrónica y Análisis de Rayos X (LaMARX) de la Facultad de Astronomía, Matemática y Física de la Universidad Nacional de Córdoba.

El número de especímenes identificados por taxón (NISP, por sus siglas en inglés) y el número mínimo de individuos (MNI, por sus siglas en inglés) se calcularon basándose en el elemento craneal homólogo mejor representado. También se calculó el número mínimo de elementos (MNE, por sus siglas en inglés) (ver Lyman et al. [2003] para una definición de las unidades de análisis). Para medir la diversidad taxonómica en los conjuntos se calculó el índice de diversidad de Shannon-Wiener ( $H'$ ) y se estimó el índice de equitatividad de Shannon ( $J'$ ) en base al logaritmo natural de la riqueza específica ( $S$ ) (Magurran 2003).

Para las evaluaciones sobre dieta en ambos sitios se estimó la biomasa de las presas. Este cálculo se expresó como  $(Bi) = [(Spi Ni)/\sum(Spi Ni)] \times 100$ , donde Spi es el peso de la especie i y Ni es el número de individuos consumido de la especie i. En función de este cálculo se estimó la proporción en que cada taxón contribuyó al total de biomasa (peso) consumida (Marti et al. 2007).

Siguiendo el enfoque propuesto por Andrews (1990), se calculó la proporción entre elementos esqueléticos mediante los índices de poscráneo y cráneo y la relación entre elementos distales y proximales. Para evaluar la preservación diferencial de restos se utilizó el índice de abundancia relativa de partes esqueléticas propuesto por Andrews (1990) y Fernández-Jalvo y Andrews (1992). Este índice se expresó como  $Ri = MNEi / (Ei * MNI) * 100$ , donde: Ri = abundancia relativa del elemento I; MNEi = número de elementos i en la muestra; Ei = frecuencia del elemento i en el esqueleto; y MNI = número mínimo de individuos.

Para la evaluación de fracturas en elementos craneales, se implementó la metodología propuesta en Montalvo et al. (2020) tanto para aquellos elementos que se recuperaron completos como para los que preservaron las porciones más resistentes. Se evaluó la fragmentación de elementos postcraneales para fémures, tibias, húmero, cúbito y radios. La fragmentación se agrupó en cuatro categorías (Andrews 1990). Para evaluar la digestión en dientes y elementos postcraneales se siguieron las pautas propuestas por Andrews (1990), Fernández-Jalvo y Andrews (1992) y Fernández et al. (2017).

A fin de complementar la evaluación tafonómica se realizaron Análisis de Componentes Principales (PCA) utilizando datos publicados en otras muestras modernas acumuladas por aves estríiformes, falconiformes, accipitriformes y mamíferos carnívoros. Asimismo, se compararon los resultados con aquellos obtenidos en sitios arqueológicos en donde se hipotetizó la presencia de estríiformes (plausiblemente la Lechuza de Campanario) como principales agentes acumuladores (Tabla 6). Ambos PCA se realizaron sobre una matriz de datos compuesta por índices calculados, promedios de abundancia relativa de elementos esqueléticos, porcentaje de digestión en incisivos, molares y elementos postcraneales, y el porcentaje de fracturas en elementos craneales y postcraneales.

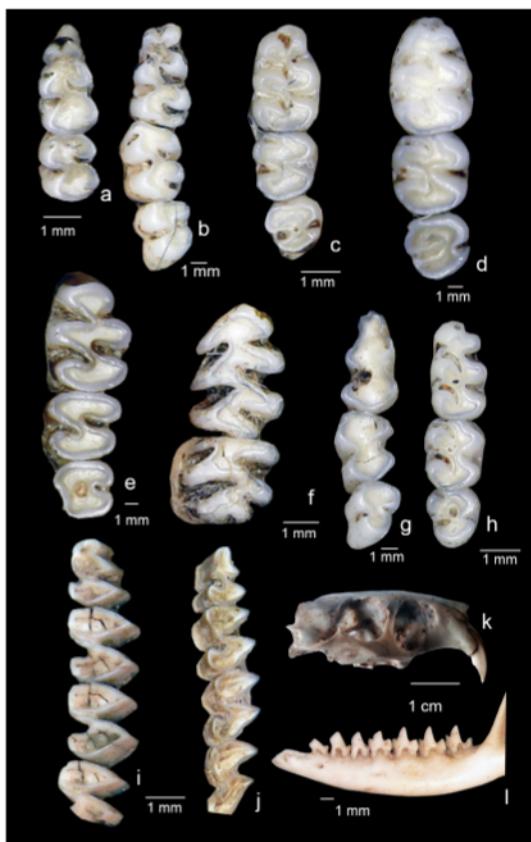
Para comparar patrones de preservación de elementos anatómicos con otros agentes acumuladores se calculó el coeficiente de correlación de Spearman ( $\rho$ ). Para ello se utilizó el software PAST -PAleontological STatistics- versión 4.02 (Hammer et al. 2001).

## RESULTADOS

### Evaluaciones taxonómicas

La muestra M1 estuvo compuesta por más del 60% de roedores Caviinae y, en frecuencias subordinadas, por roedores cricétidos y marsupiales. Por el contrario, M2 presentó proporciones más elevadas de roedores cricétidos y marsupiales por sobre roedores Caviinae (Tabla 1; Fig. 2).

Respecto de la biomasa, el Cuis Chaqueño (*Microcavia jayat*) y el Pericote Común (*Graomys griseoflavus*) aportaron más del 65% de la misma en M1 (40.24% y 25.68%, respectivamente). Mientras que, en M2, el Pericote Orejudo (*Phyllotis xanthopygus*) fue el taxón con mayor aporte (40.35%) seguido por el Ratón Mai-cero (*Calomys musculinus*) (10.13%). Los índices de diversidad en base a Shannon resultaron en  $H' = 1.26$ ,



**Figura 2.** Especies de micromamíferos detectadas en egagrípulas de la Lechuza de Campanario. En norma oclusal: a- serie inferior izquierda, *Akodon polopi*; b- serie inferior izquierda, *Akodon dolores*; c- serie superior derecha, *Calomys musculinus*; d- serie superior derecha, *Calomys venustus*; e- serie superior derecha, *Phyllotis xanthopygus*; f- serie inferior izquierda, *Graomys griseoflavus*; g- serie inferior izquierda, *Oligoryzomys flavescens*; h- serie superior derecha, *Galea leucoblephara*; i- serie inferior derecha, *Microcavia jayat*; (norma lateral) k- *Ctenomys sp.*; l- hemimandíbula izquierda, *Thylamys pallidior*.

para M1, y  $H' = 1.91$ , para M2, mientras que la equitatividad fue de  $J' = 0.70$  para M1 y  $J' = 0.83$  para M2.

### Análisis tafonómico

#### Representación anatómica

El número mínimo de elementos (MNE) total calculado fue de 3928. El número mínimo de individuos (MNI) para el Chaco Árido (M1) fue de 27, mientras que el MNI calculado para el Chaco Serrano (M2) fue de 64. El promedio total de abundancia relativa de partes esqueléticas resultó en 57.19% y 55.22%, respectivamente. En las muestras del Chaco Árido, fémures, húmeros, pelvis (todos con un promedio de 100%), cíbitos (98.1%), mandíbulas (94.4%) y tibias (90.7%) son los elementos más representados. En las muestras de Chaco Serrano se destacaron fémures (100%), radios (95.3%), cíbitos (94.5%), tibias (94.5%), mandíbulas (91.4%), maxilares (85.2%) y húmero (75.8%) (Tabla 2).

Respecto del índice postcráneo/cráneo (pc/c), M2 (394.30%) presentó una mayor conservación del primer conjunto que M1 (363.36%). Por el contrario, el índice  $h + f / md + mx$  mostró una representación equitativa en los ensambles de M2 (99%) y una dominación de los huesos postcraneales en M1 (124%). La relación entre los elementos distales y proximales indicó proporciones equitativas en las muestras de M2 (108%) mientras que M1 se observó mayor representatividad de los elementos proximales sobre los distales (75.92%) (Tabla 2).

#### Patrones de fractura

Se observó un 30.5% de elementos craneales completos en M1, mientras que los elementos restantes se recuperaron con algún tipo de fractura (Tabla 3). En cuanto a M2, todos los elementos presentaron algún tipo de fragmentación. El porcentaje más significativo de fracturas del cráneo se observó en la categoría 9 -hemimaxilar- con un valor del 34.9%. Le siguen los agrupados en la categoría 3 con un 27% (cráneos fragmentados con huesos frontales y región cigomática intacta). La categoría 8 (premaxilar con nasal) mostró un índice del 17%. El resto de los elementos se ubicaron en las categorías 7 (hemimaxilar y premaxilar 12%), 2 (cráneos con huesos maxilares y frontales intactos, y al menos la mitad de la bóveda craneal 5.5%), 4 (fragmento maxilar sin apófisis cigomática y premaxilar con o sin incisivos 4.6%) y 5 (premaxilar con o sin incisivos 0.9%). En cuanto a las

**Tabla 1.** Composición taxonómica de micromamíferos presa contenidos en egagrípulas de Lechuza de Campanario en el Chaco Árido y Chaco Serrano. Abreviaturas: Número Mínimo de Individuos absoluto y porcentual (MNI, %MNI), porcentaje de Biomasa (%B), diversidad en base a Shannon ( $H'$ ), equitatividad en base a Shannon ( $J'$ ).

TAXÓN masa corporal (g)	M1, Nido (Chaco Árido)			M2, Percha (Chaco Serrano)		
	MNI	%MNI	%B	MNI	%MNI	%B
RODENTIA	-	-	-	-	-	-
Cricetidae	-	-	-	-	-	-
<i>Akodon polopi</i> (25g)	-	-	-	6	9.3	5.58
<i>Akodon dolores</i> (50g)	1	3.7	2.39	5	7.8	9.31
<i>Calomys musculinus</i> (17g)	-	-	-	16	25	10.13
<i>Calomys venustus</i> (25g)	-	-	-	2	3.1	1.86
<i>Phyllotis xanthopygus</i> (57g)	-	-	-	19	29.7	40.35
<i>Graomys griseoflavus</i> (67g)	8	29.6	25.68	-	-	-
<i>Oxymycterus rufus</i> (80g)	-	-	-	3	4.7	8.94
<i>Oligoryzomys flavescens</i> (21g)	-	-	-	3	4.7	2.34
Caviidae	-	-	-	-	-	-
<i>Galea leucoblephara</i> (190g)	2	7.4	18.20	1	1.6	7.07
<i>Microcavia jayat</i> (60g)	14	51.8	40.24	-	-	-
Ctenomyidae	-	-	-	-	-	-
<i>Ctenomys</i> sp. (266g)	1	3.7	12.74	1	1.6	9.91
DIDELPHIMORPHIA	-	-	-	-	-	-
Thylamyini	-	-	-	-	-	-
<i>Thylamys pallidior</i> (15g)	1	3.7	0.71	8	12.5	4.47
Total	27	100	100	64	100	100
Total Biomasa (g)	-	-	2087	-	-	2684
NTaxa	6	-	-	10	-	-
$H'$	1.26	-	-	1.91	-	-
$J'$	0.70	-	-	0.83	-	-

mandíbulas, el 84.6% de la muestra estaba completa. En menor proporción, se registraron algunas mandíbulas con pérdida de la región articular y posterior (categorías 2 = 14.5% y 3 = 0.9%). Los restos mandibulares mostraron concordancia en ambas muestras con presencia de un porcentaje elevado de elementos anatómicos completos agrupados en la categoría 1.

Los restos postcraneales mostraron un porcentaje significativo de elementos enteros en ambas muestras (Tabla 4). Solo se recuperaron rotos el 2.88% de los elementos de M1 y el 6.28% de M2. Los elementos recuperados de M1 mostraron más completitud que los de M2. Entre ellos se destacan húmeros (100%) y radios (100%). Además, las tibias (98%), cúbitos (96.2%) y fémures (90,9%) registran menores por-

centajes de completitud. Los tipos de fractura se agruparon principalmente en la categoría distal (fémur = 7.3%), en menores porcentajes en diáfisis (cúbito = 3.8%, tibias = 2%), y solo un elemento se asignó a la categoría proximal (fémur = 1.8%).

#### Acción digestiva

Se detectó una baja proporción de elementos con trazas por corrosión digestiva (Tabla 5; Fig. 3). Estas modificaciones se observaron en mayor proporción en M2 que en M1. No se detectaron grados fuertes o extremos de modificación. M1 presentó mayores porcentajes de huesos sin acción digestiva. En menor medida, los daños también se asignaron a las categorías leve y moderada.

**Tabla 2.** Número mínimo de elementos esqueléticos determinados (MNE) y sus porcentajes de abundancia relativa (Ri) calculados sobre un MNI de 27 en la Muestra 1 (M1, Chaco Árido) y un MNI de 64 en la Muestra 2 (M2, Chaco Serrano)

Elemento	MNE		Abundancia relativa (Ri) (%)	
	M1, nido	M2, percha	M1, nido (MNI = 27)	M2, percha (MNI = 64)
Mandíbula	51	117	94.4	91.4
Maxilar	36	109	66.7	85.2
Escapula	37	68	68.5	53.1
Húmero	54	97	100	75.8
Radio	33	122	61.1	95.3
Ulna	53	121	98.1	94.5
Pelvis	54	89	100	69.5
Fémur	54	128	100	100
Tibia	49	121	90.7	94.5
Vertebra	384	695	39.5	30.1
Incisivo aislado	7	13	6.5	5
Molar aislado	20	13	5.9	1.3
Calcáneo	13	29	24.1	23
Astrágalo	7	20	13	15.7
Costilla	267	669	41.2	43.6
Metapodio	110	267	5.4	5.6
Total	1250	2678	-	-
Promedio Ri	-	-	57.19	55.22
Postcráneo/Cráneo (%)				
$[(f+t+h+r+u) \times 8 / (mb+mx+m) \times 5] \times 100$	363.36	394.30	-	-
$[(h+f) / (mb+mx)] \times 100$	124	99	-	-
Distal /Proximal (%)				
$[(t+r) / (f+h)] \times 100$	75.92	108	-	-

*La Lechuza de Campanario en comparación con otros depredadores conocidos*

Para el análisis de componentes principales (PCA) se incluyeron catorce depredadores diferentes, muchos de ellos aves rapaces, pero también otros mamíferos carnívoros como el Puma (*Puma concolor*), el Zorro Gris (*Lycalopex gymnocercus*) y el Zorrino (*Conepatus chinga*). Como resultado, el componente 1 del PCA describe casi el 80% de la varianza en la selección (Fig. 4). Junto con el componente 2, representan casi el 90% de la varianza de esta muestra. Esto significa que las muestras de Lechuza de Campanario de M1 y M2 están emparentadas y agrupadas en el cuadrante correspondiente independientemente de su procedencia (nido o percha). Otros taxones se ubican

en el sector negativo del componente 1, tales como la Lechucita de las Vizcacheras (*Athene cunicularia*) (M1, Chaco Árido), Lechuza Chaqueña (*Strix chacoensis*) y Ñacurutú (*Bubo virginianus*). Todos ellos tienen un origen geográfico similar a los de M1 y M2.

La variación entre los tipos de alimentación de la Lechuza de Campanario (Chaco Árido y Chaco Serrano) y de otros depredadores se indican en la Tabla 1 y Figura 4, respectivamente. Un hecho notable es que tanto las áreas de nido como de percha, aunque con pequeñas diferencias en los índices tafonómicos, no están separadas en el resultado de PCA. En primera instancia, esto puede estar relacionado con la temporada de recolección en la que no se registró la presencia de ejemplares juveniles.

**Tabla 3.** Categorías y porcentuales de fractura en restos cráneos y mandíbulas de micromamíferos presa presentes en egagrópilas de Lechuza de Campanario en el Chaco Árido y Chaco Serrano, Argentina. Abreviaturas: Mínimo Número de Elementos (MNE).

Categorías de fractura	M1, nido		M2, perchera	
	MNE	%	MNE	%
Cráneo				
1 Completo	11	30.5	0	0
2 Preserva el maxilar y los frontales intactos, y al menos la mitad de la bóveda craneana	1	2.7	6	5.4
3 Fracturado con los huesos frontales y la región zygomática intacta	2	5.5	29	27
4 Fragmento de maxilar sin el proceso zygomático, con premaxilar	4	11.1	5	4.5
5 Premaxilares, con o sin incisivos	0	0	1	0.8
6 Maxilares, sin el proceso zygomático, ni premaxilares	0	0	0	0
7 Maxilar y premaxilar izquierdo o derecho	2	5.5	13	12
8 Premaxilar derecho o izquierdo	6	16.6	17	15.5
9 Fragmento de maxilar derecho o izquierdo	10	27.7	38	34.8
Total	36	100	109	100
Mandíbula				
1 Completa	39	76.4	99	84.6
2 Rama ascendente fracturada	12	23.6	17	14.5
3 Sin rama ascendente	0	0	1	0.9
4 Sin rama ascendente y borde inferior roto	0	0	0	0
5 Sínfisis, con o sin incisivo	0	0	0	0
Total	51	100	117	100



**Figura 3.** Elementos anatómicos con modificaciones por acción digestiva. A. Húmero distal (digestión moderada) (M2); B. fémur proximal (digestión moderada) (M1); C. fémur proximal (digestión moderada) (M2); D. fémur proximal (digestión leve) (M1); E. m1 *Phyllotis xanthopygus* (digestión leve) (M2); F. incisivo de cricétido (digestión moderada) (M1). Escala 2 mm.

Con respecto a la representación anatómica, se registró una correlación positiva alta entre los valores de los ensambles producidos por la Lechuza de Campanario, en ambos sectores, y aquellos obtenidos en conjuntos acumulados por Ñacurutú ( $\rho = 0.92$ ,  $P < 0.01$ ,  $n = 15$ ). En menor medida, los conjuntos de Lechuza de Campanario procedentes de M1 presentan una alta correlación positiva con los ensambles producidos por la Lechucita de las Vizcacheras en el Chaco Árido ( $\rho = 0.92$ ,  $P < 0.01$ ,  $n = 15$ ). El ensamble de M2 mostró mayor correlación con los valores de representación anatómica calculados para la Lechuza Chaqueña ( $\rho = 0.91$ ,  $P < 0.01$ ,  $n = 15$ ). Las correlaciones con falconiformes, accipitriformes y mamíferos carnívoros fueron no significativas ( $P > 0.20$  en todos los casos).

#### *La Lechuza de Campanario como agente acumulador de micromamíferos en contextos arqueológicos*

Los resultados obtenidos en este trabajo fueron comparados con estudios arqueológicos en distintas regiones de Sudamérica (Fig. 5). Para ello, se realizó un PCA incluyendo estudios tafonómicos actualistas sobre aves rapaces diurnas, nocturnas

y mamíferos carnívoros sudamericanos, junto con ensambles arqueológicos en los que se interpretó la presencia de estrigiformes (posiblemente Lechuza de Campanario) como principales agentes acumuladores de micromamíferos.

En el PCA, los componentes 1 (83.46%) y 2 (9.71%) explicaron el 93.17% de la varianza total (Fig. 5). En primera instancia, los valores obtenidos agruparon las muestras arqueológicas (CG, CH, LS3, VQG1) con los ensambles modernos de aves rapaces estrigiformes (Lechuza de Campanario, Lechucita de las Vizcacheras y Ñacurutú), separándolos de conjuntos producidos por accipitriformes y mamíferos carnívoros (Águila Mora, Puma, Zorrino, etc.).

Los estudios sobre ensambles reportados por Fernández et al. (2016) para el sitio Cueva Galpón y por

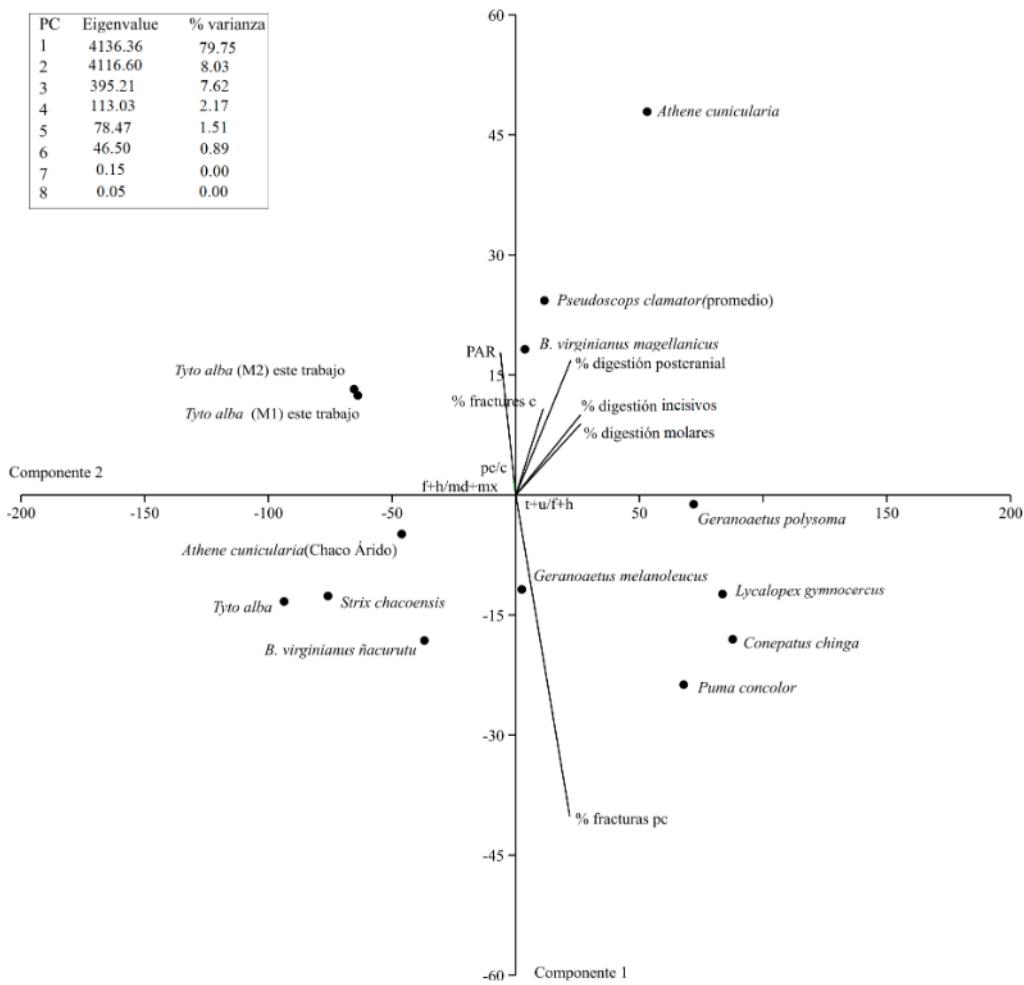
López et al. (2016) para el sitio Vaquería Gruta 1 (CII y CIII) se ubicaron cercanos a los conjuntos producidos por Lechuza de Campanario de la localidad de San José, en el centro-occidente argentino. Los conjuntos de Cueva Huenul 1 (Fernández et al. 2012) se ubicaron próximos a los patrones generados por el Ñacurutú, y los recientemente descriptos para la Lechucita de las Vizcacheras (Montalvo et al. 2020).

## DISCUSIÓN

### Depredadores, presas y contribuciones potenciales para reforzar las inferencias paleoambientales

Los resultados taxonómicos presentados en este trabajo coinciden ampliamente con otros estudios realizados en el cono sur de América del Sur. Bellocq

PC	Eigenvalue	% varianza
1	4136.36	79.75
2	4116.60	8.03
3	395.21	7.62
4	113.03	2.17
5	78.47	1.51
6	46.50	0.89
7	0.15	0.00
8	0.05	0.00



**Figura 4.** Análisis de Componentes Principales (PCA) basados en variables tafonómicas de acumulaciones de pequeños mamíferos en egagrópilas de Lechuza de Campanario en sitios de anidamiento y perchera. Comparación con otros depredadores sudamericanos conocidos. Lechucita de las Vizcacheras (Montalvo et al. 2020); Lechuza de Campanario (Iglesias 2009); Lechuza Chaqueña (López et al. 2018); Búho Magallánico (*Bubo virginianus magellanicus*) (Montalvo et al. 2015); Ñacurutú (Gómez 2005); Lechuzón Orejudo (Rudzic et al. 2015); Águila Mora y Aguilucho Común (López et al. 2017); Zorro Gris (Gómez y Kaufmann 2007); Zorrino (Montalvo et al. 2008); Puma (Montalvo et al. 2007).

**Tabla 4.** Evaluaciones sobre fracturas de elementos postcraneales contenidos en egagrópilas de la Lechuza de Campanario en dos sitios de estudio en el Chaco Árido y Chaco Serrano, Argentina. Abreviaturas: Mínimo Número de Elementos (MNE).

		Fémur		Tibia		Húmero		Ulna		Radio	
		MNE	%	MNE	%	MNE	%	MNE	%	MNE	%
M1, nido	Completo	50	90.9	48	98	54	100	51	96.2	33	100
	Proximal	1	1.8	-	0	-	0	-	0	-	0
	Diáfisis	-	0	1	2	-	0	2	3.8	-	0
	Distal	3	7.3	-	0	-	0	-	0	-	0
	Total	54	100	49	100	54	100	53	100	33	100
M2, percha	Completo	103	79.8	111	91.7	95	97.9	121	100	121	99.2
	Proximal	3	2.3	4	3.3	-	0	-	0	1	0.8
	Diáfisis	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0
	Distal	22	17.9	6	5	2	2.1	-	0	-	0
	Total	128	100	121	100	97	100	121	100	122	100

**Tabla 5.** Evaluaciones sobre grados de modificación por acción digestiva en elementos anatómicos de micromamíferos presa contenidos en egagrópilas de Lechuza de Campanario en los sitios de muestreo en el Chaco Árido y el Chaco Serrano, Argentina (sensu Fernández et al. 2017).

		%ausente	%leve	%moderada	%fuerte	%extrema
M1, nido	Molar <i>in situ</i>	80	20	0	0	0
	Incisivo <i>in situ</i>	72.6	10	17.4	0	0
	Molar (aislado)	50	25	25	0	0
	Incisivo (aislado)	80	20	0	0	0
	Fémur	60.7	24.4	14.9	0	0
	Humero	74.1	22.4	3.5	0	0
M2, percha	Molar <i>in situ</i>	73.2	16.4	10.4	0	0
	Incisivo <i>in situ</i>	71.8	22.2	6	0	0
	Molar (aislado)	23.1	76.9	0	0	0
	Incisivo (aislado)	84.6	15.4	0	0	0
	Fémur	53.5	43.4	3.1	0	0
	Humero	72.1	27.9	0	0	0

(2000) señala que los mamíferos (e.g., roedores, marsupiales, murciélagos) representan en promedio el 90% de la dieta de la Lechuza de Campanario. Entre ellos, los roedores cricétidos son los más frecuentes (ca. 80%), seguidos de aves y, en menor medida, insectos, anfibios y reptiles. Así, la identificación de restos de roedores Caviinae y Ctenomyidae en más del 60% de los casos aquí analizados para el Chaco Árido (M1) es particularmente destacable ya que no existen antecedentes en la región sobre casos de elevada representación de roedores caviomorfos en la dieta de esta rapaz. De hecho, otras evaluaciones realizadas en la misma ecorregión destacan la representación mayoritaria de roedores cricétidos y marsupiales, con

proporciones subordinadas de roedores caviomorfos (Gómez et al. 2012, Nanni et al. 2012).

Desde una perspectiva ecológica, el Pericote Común prefiere hábitats complejos, abiertos y cerrados, con bosques y una gran cobertura de arbustos, mientras que el Ratón Cordobés (*Akodon dolores*) se asocia con estepas arbustivas con alta cobertura, pastizales espesos y arbustos dispersos, y el Cuis Chaqueño se restringe a bosques de matorrales espinosos del Chaco Seco (Patton et al. 2015, Teta et al. 2017). En relación a esta última especie, este trabajo constituye y confirma el primer registro de este taxón en la provincia de Córdoba.

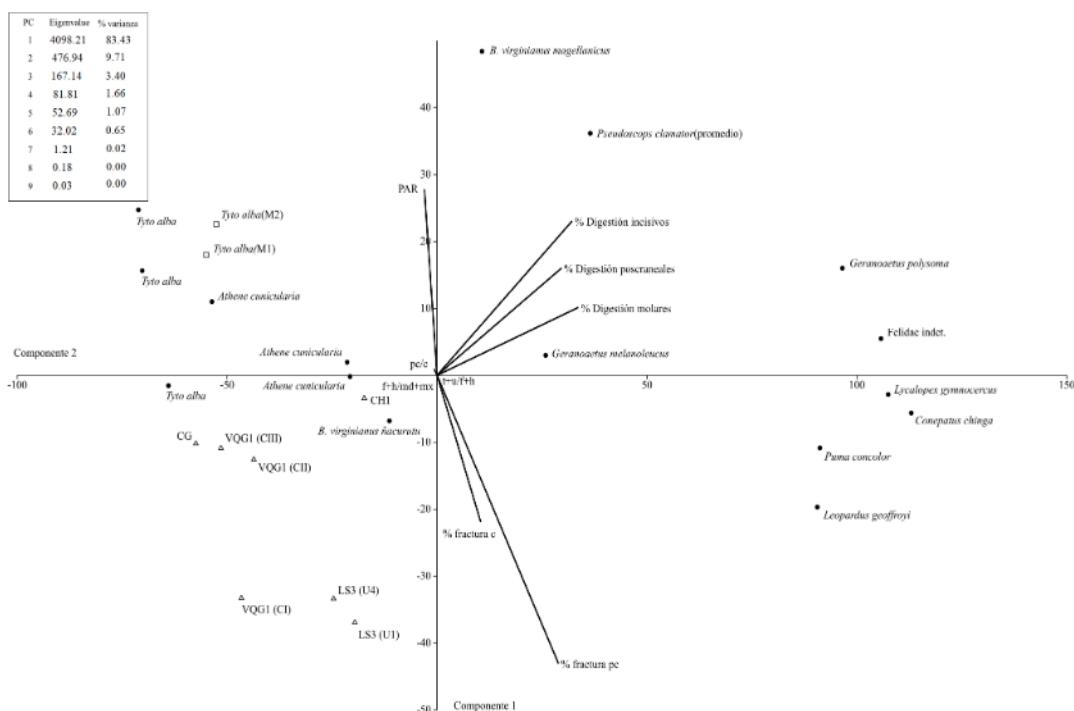
Los roedores Cricétidos que poseen hábitos más generalistas dominan las muestras de M2. Las especies detectadas representan elementos típicos de pastizales de altura, arbustos, sustratos rocosos, como el Pericote Panza Gris y el Ratón Hocicudo Rojizo (*Oxymycterus rufus*), y áreas de bosques de mayor y menor densidad, como la Marmosa Pálida (*T. pallidior*) (Albanese 2010, Patton et al. 2015). En suma, estas evaluaciones indican que la Lechuza de Campanario depredó en diferentes microambientes, lo que lo convertiría en un elemento confiable para realizar inferencias de índole paleoambiental (Meek et al. 2012, Heisler et al. 2016).

Con respecto a la biomasa, el Cuis Chaqueño aportó el 40.24% de biomasa en M1, mientras que, en M2, el Pericote Orejudo fue la especie presa con mayor contribución (40.35%). En contraposición, en muestras de la Lechucita de las Vizcacheras se registró un mayor aporte de biomasa de Pericote Común (55.04%), y los roedores caviomorfos contribuyeron en un 28.22% (Montalvo et al. 2020, Chaco Árido). Sin embargo, las evaluaciones estacionales en ambientes perturbados realizadas por Nanni et al. (2012), al igual que los análisis realizados por Gómez et al. (2012) sobre muestras de la Lechuza de Campanario,

indicaron que *Calomys* spp. marcaron una dominancia en términos de biomasa en la dieta. Estos estudios en zonas adyacentes reportaron que la Lechuza de Campanario consumió una mayor amplitud y variabilidad de especies que las registradas en M1, mientras que se observaron concordancias con las evaluaciones de especies presa determinadas en M2.

Para M1 se requiere una mayor exploración de las posibles causas ecológicas y etológicas vinculadas a la sobrerrepresentación de roedores caviomorfos en la dieta a fin de obtener información más detallada sobre este proceso. Sin embargo, no hay que perder de vista que el peso promedio del Cuis Chaqueño de ca. 60 g, el taxón mayormente representado en M1. Este hecho podría explicar su alta representatividad en la dieta de la Lechuza de Campanario.

Simultáneamente, esta zona ha sufrido un menor impacto antrópico en el avance de agroecosistemas, flora y fauna exótica. En este sentido, Teta et al. (2014) plantearon, a partir de un análisis exhaustivo, que el avance de agroecosistemas y fauna exótica podrían haber ocasionado un impacto de dimensiones suficientes como para pauperizar distintas poblaciones de micromamíferos. Entre ellas podrían mencio-



**Figura 5.** Análisis de Componentes Principales (PCA) basados en variables tafonómicas de acumulaciones de micromamíferos en sitios arqueológicos de Sudamérica. Comparación con depredadores sudamericanos conocidos. Cueva Huenu 1 (CH1) (Fernández et al. 2012); Cueva Galpón (Fernández et al. 2016); Laguna el Sosneado 3 (LS3) (Montalvo et al. 2015); Vaquería Gruta 1 (VQG1) (López et al. 2016); Lechucita de las Vizcacheras (Montalvo et al. 2020); Lechuza de Campanario (López 2020); Ñacurutú (Gómez 2005); Lechuzón Orejudo (Rudzic et al. 2015); Aguilucho Común (López et al. 2017a); Zorro Gris (Gómez y Kaufmann 2007); Zorrino (Montalvo et al. 2008); Puma (Montalvo et al. 2007).

narse a roedores de hábitos subterráneos, como los tuco-tucos y cuises (*Ctenomys* spp., *Microcavia* spp., respectivamente). Como contraparte, la sobrerepresentación de roedores en el conjunto de M2, como el Ratón Maicero, un filotino oportunista de hábitos generalistas, coincidiría con un marcado impacto antrópico sobre el ambiente.

### Aspectos tafonómicos y modelos previos de referencia

En términos generales, los resultados obtenidos del análisis tafonómico de restos óseos de pequeños mamíferos acumulados por la Lechuza de Campanario corresponden a un patrón típico de estrigiformes (Andrews 1990). El promedio de abundancia relativa ( $R_i$ ) de los elementos recuperados en las egagrópilas de M1 y M2 fue elevado. Los valores promedio de abundancia relativa coinciden con otros estudios tafonómicos sobre el mismo depredador en sitios percha de América del Sur (e.g., Gómez 2007, Iglesias 2009) donde se indicó baja pérdida de elementos. Sin embargo, los valores fueron superiores a los reportados por Andrews (1990) para Europa y África y por López (2020) para el centro oeste argentino, aunque menores a los reportados por Pokines y Kerbis (1997) en Israel y Patagonia (Andrade 2015).

Los valores sobre representación esqueletaria presentan correlaciones estadísticamente significativas con los ensambles producidos por Ñacurutú (Gómez 2005) y otras rapaces. En contraposición se determinaron correlaciones poco significativas, o débiles, con los ensambles producidos por accipitriformes y mamíferos carnívoros. Estos indicadores referirían a una alta integridad de los conjuntos producidos por estas estrigiformes, con porcentajes bajos de rotura y pérdida ósea.

Según el índice postcráneo/cráneo (pc/c), M2 mostró una conservación más significativa de este último que M1, mientras que el índice  $h + f / md + mx$  mostró una representación equitativa en ambos ensambles. En comparación, Montalvo et al. (2016), (2020), Ruzdzik et al. (2015) y López et al. (2018, 2020) reportaron valores equivalentes en restos acumulados por Ñacurutú, Lechucita de las Vizcacheras, Lechuzón Orejudo (*Pseudoscops clamator*), Lechuza de Campanario, y Lechuza Chaqueña, respectivamente. La relación entre los elementos distales y proximales indica una representación proporcional en M2, mientras que M1 exhibe una mayor representatividad de los elementos proximales sobre los distales. En este caso, Iglesias

(2009) y López (2020) reportaron valores equivalentes en muestras de Lechuza de Campanario.

Las fracturas de los elementos del cráneo contenidos en egagrópilas de la Lechuza de Campanario mostraron variaciones en ambos sitios. Por un lado, se registró una mayor completitud en los elementos recuperados en M1, cuya composición estuvo dada principalmente por roedores caviomorfos. Por otro lado, todos los ejemplares recuperados en egagrópilas de M2, cuya composición fue mayoritariamente de roedores cricétidos, presentaron algún tipo de fractura. Esto podría deberse a la gran representación de estos últimos en las egagrópilas, ya que es un grupo taxonómico cuyos elementos anatómicos resultan más propensos a la fracturación temprana en su bóveda craneal debido a una estructura extremadamente delicada frente a otros taxones como los caviomorfos. Esto contrasta con el ensamble del nido de M1, cuya composición se destaca por una fuerte presencia de roedores Caviinae y Ctenomyidae, los cuales presentan un mayor nivel de completitud en los restos de cráneo. Esto podría estar asociado con una estructura más resistente de la bóveda craneal de estos especímenes en comparación con otros taxones más pequeños.

En contraposición, Saavedra y Simonetti (1998), basados en un estudio sobre la variabilidad intrataxonómica de patrones de fracturas en huesos contenidos en egagrópilas de Lechuza de Campanario, registraron que los cráneos de roedores cricétidos se preservaron con mayores niveles de completitud que los de roedores caviomorfos. En el caso de los restos de mandíbulas, se registraron proporciones elevadas de elementos completos en ambos conjuntos. Al respecto, Saavedra y Simonetti (1998), Iglesias (2009) y López (2020) registraron proporciones similares en conjuntos acumulados por Lechuza de Campanario.

La fracturación de elementos postcraneales fue baja con una elevada completitud de los elementos. En correlato, se observaron tendencias similares en elementos digeridos por la Lechuza Chaqueña en el Desierto de Monte (Mendoza, Argentina) (López et al. 2018). Sin embargo, Saavedra y Simonetti (1998) e Iglesias (2009) reportaron valores para Lechuza de Campanario que superaron el 30 y 10%, respectivamente.

Los porcentajes de fracturación obtenidos sobre cráneos en ambos conjuntos estudiados presentan

variabilidad con aquellos reportados en África y Europa por Andrews (1990). Tal es así que este autor detectó un 25% de fracturas sobre este elemento anatómico, mientras que en este trabajo se recuperó sólo un 30% de elementos completos en uno de los conjuntos analizados (M1, Chaco Árido). Por otro lado, se observó una proporción baja a moderada de elementos modificados por corrosión digestiva. La mayoría de las muestras presentaban signos de corrosión digestiva leve, mientras que en menor porcentaje se identificaron modificaciones moderadas. No se observaron modificaciones relacionadas con las categorías fuerte y extrema. Sin embargo, los porcentajes de marcas de digestión en los dientes y los elementos postcraneales fueron más altos que los relevados en otros continentes como África y Europa (Andrews 1990, Williams 2001). Los valores reportados incluso muestran discordancia con los estudios realizados en la región Patagónica y la región Pampeana (Iglesias 2009, Andrade 2015). Este aspecto es particularmente interesante porque se ha planteado desde los modelos neo-tafonómicos emergentes que la digestión es la variable más confiable a la hora de analizar el origen de las acumulaciones en sitios arqueológicos y paleontológicos (Andrews 1990, Fernández et al. 2017), debido a que los procesos postdepositacionales (e.g., pisoteo) pueden sesgar la representatividad y grados de fracturas de elementos.

Al comparar los conjuntos de ambas áreas, algunos patrones son similares mientras que otros difieren de las observaciones hechas por Andrews (1990) y Williams (2001) en los sitios nido y percha. Una de las similitudes radica en que no se registraron diferencias consistentes entre los promedios de abundancia relativa de partes esqueléticas entre ambos sitios. Sin embargo, los porcentajes de fracturación de huesos del cráneo son más bajos en las muestras de nidos del Chaco Árido (M1) que los registrados en las muestras del sitio percha del Chaco Serrano (M2). Por otra parte, Andrews (1990) y Williams (2001) confirmaron que en los nidos los porcentajes de fracturas y digestión de huesos son mayores por la presencia de aves juveniles ya que los ejemplares jóvenes producen un número más significativo de modificaciones en los restos ingeridos que los adultos. Esto parece representar un escenario plausible, ya que los individuos jóvenes ejercen un mayor aprovechamiento de las presas para optimizar la ingesta durante las etapas iniciales de desarrollo (Taylor 1994). Sin embargo, como se indica aquí, esta situación es viable si los individuos juveniles ocupan el nido. De lo contrario,

tal diferencia pasará desapercibida. El período estudiado en este trabajo no indicó la presencia de individuos de esa edad en el nido. De hecho, se observó una pareja de adultos ocupando el sector en el mes de agosto. Teniendo esto en cuenta, se debe realizar una evaluación tafonómica del nido en época reproductiva para contrarrestar estas observaciones.

#### **Patrones tafonómicos y sus aplicaciones sobre conjuntos arqueológicos**

Las evaluaciones estadísticas realizadas sobre la base de los patrones tafonómicos detectados en muestras arqueológicas, como en conjuntos actualísticos producidos por diversos depredadores, ilustran sobre la importancia de generar marcos de referencia que se constituyen como análogos modernos de mayor precisión.

Las variaciones observadas en el PCA entre los ensambles pretéritos y actuales se encuentran modeladas por procesos postdepositacionales y los efectos del tiempo promedio (López 2020). Por ello, variables como la representación anatómica y la fracturación podrían verse sobreestimadas en el registro. Un ejemplo de ello lo constituye el agrupamiento de muestras arqueológicas en el PCA, así como las procedentes de Cueva Huénul 1, que originalmente fueron interpretadas como producto de la acción acumuladora de la Lechuza de Campanario, y los patrones tafonómicos recientemente descriptos para la Lechucita de las Vizcacheras. Esta rapaz fractura en mayor medida los huesos de sus presas, pero frecuenta ambientes abiertos de baja cobertura vegetal y no aleros o cuevas. Esto resulta interesante, puesto que demanda ajustar y reforzar algunos aspectos de los análisis tafonómicos (e.g., fracturación) más propensos a la equifinalidad y que podrían sesgar nuestras interpretaciones sobre los conjuntos.

Por otra parte, la comparación de los modelos tafonómicos con datos desarrollados localmente ajusta las inferencias e interpretaciones sobre el registro arqueológico. En este sentido, las variaciones observadas en los patrones tafonómicos generados por la Lechuza de Campanario en el Chaco Árido y en Chaco Serrano fueron más fuertes de lo conocido para otras regiones. A ello hay que agregarle el marcado impacto antrópico generado sobre el ambiente, hecho que implica tomar con cautela las inferencias tafonómicas y ecológicas sobre los registros.

## CONCLUSIÓN

Considerando los atributos analizados en este trabajo, podemos afirmar que en ambas áreas muestreadas se registraron principalmente modificaciones leves en huesos y dientes permitiéndonos incluir a la Lechuza de Campanario en la categoría 1/modificación leve (Andrews 1990, Montalvo y Fernández 2019). Sin embargo, los valores registrados para las variables analizadas resultaron más fuertes que los registrados en otras investigaciones.

Por otro lado, la diferencia en los patrones de fracturas y modificaciones de la digestión entre los dos sectores podría basarse en la variabilidad intrataxonómica en las egagrópilas y en el tamaño y edad del agente productor. Asimismo, el registro en proporciones elevadas de roedores Caviinae y Ctenomyidae para el Chaco Árido es novedoso. Sin embargo, se requiere un muestreo más amplio y continuo para confirmar este patrón.

Este trabajo proporciona una referencia actualizada para evaluar los procesos y agentes involucrados en la acumulación de pequeños mamíferos en sitios arqueológicos y paleontológicos. Además, introduce herramientas útiles para fortalecer y reforzar las inferencias paleoambientales en ambientes áridos y semiáridos del centro de Argentina.

Al comparar los ensambles del Chaco con otros modelos taxonómicos y tafonómicos, se destacan diferencias en distintas variables. Dichas variables son la mayor proporción de roedores caviomorfos por sobre los cricétidos en las egagrópilas de Lechuza de Campanario, valores de corrosión digestiva y tipos de fracturas en elementos del cráneo. Las discusiones también incluyen la posibilidad de interpretar si esas diferencias corresponden a los sitios de anidación o perchas, así como las implicaciones ambientales involucradas en esa variación. Sin embargo, estos resultados aún son preliminares y necesitan ser evaluados, incluyendo muestras de otras temporadas que permitan expandir la variabilidad temporal de nuestra investigación. Desde la perspectiva neo-tafonómica es necesario continuar con muestreos sistemáticos y estacionales para dilucidar aspectos relacionados con los depósitos de pequeños mamíferos en contextos de diversas fisionomías.

Por último, en términos paleoambientales, saber cómo covarián las condiciones estacionales y ambientales se vuelve crucial. Esa información será vital

para construir marcos de referencia más complejos y precisos para usar como análogos en la interpretación arqueológica y paleontológica.

## AGRADECIMIENTOS

Mónica y Miguel Supaga, Paul y Nicky Quintero, Lucho Garay, Dr. Thiago Costa y Oscar Vives. El Dr. Pablo Teta aportó información sobre *Microcavia jayat*. Especiales agradecimientos al Dr. Manuel Nores, el cual aportó sus conocimientos en tareas de campo y ornitología. La Dra. Claudia Montalvo y el Dr. José Manuel López realizaron una lectura crítica y pormenorizada de la versión original de este manuscrito. Dos revisores anónimos y el Dr. José H. Sarasola mejoraron considerablemente la calidad de este trabajo. Soporte financiero PICT 2016-0264 (Roxana Cattaneo, Directora) CONICET PIP 11220130100137CO (Andrés Izeta, Director).

## BIBLIOGRAFÍA

- ALBANESE MS (2010) *Ecología de la Marmosa Pálida, Thylamys pallidior (Marsupialia, Didelphidae), en el desierto de Monte Central*. Tesis doctoral, Universidad de Buenos Aires, Argentina
- ANDRADE A (2015) Distinguishing between cultural and natural depositional agents: micromammal taphonomy from archaeological site Cueva y Paredón Locoman (Patagonia, Argentina). *Journal of Archaeological Science: Reports* 3:122-131
- ANDREWS P (1990) *Owls, caves and fossils. predation, preservation, and accumulation of small mammal bones in caves, with the analysis of the pleistocene cave faunas from Westbury-Sub-Mendip, Somerset, UK*. University of Chicago Press, Chicago
- BELLOCQ I (2000) A review of the trophic ecology of the Barn Owl in Argentina. *Journal of Raptor Research* 34:108-119
- BÓ MS, BALADRÓN AV Y BIONDI LM (2007) Ecología trófica de Falconiformes y Strigiformes: tiempo de síntesis. *Hornero* 22:97-115
- CABIDO M, ZEBALLOS SR, ZAK M, CARRANZA M, GIORGIS M, CANTERO J Y ACOSTA A (2018) Native woody vegetation in central Argentina: Classification of Chaco and Espinal forests. *Applied Vegetation Science* 21:298-311
- CATTÁNEO R Y IZETA AD (eds) (2016) *Arqueología en el Valle de Ongamira, 2010-2015*. Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba
- COSTA T Y BARRI F (2018) *Lama guanicoe* remains from the Chaco ecoregion (Córdoba, Argentina): an osteological

- cal approach to the characterization of a relict wild population. *PLoS ONE* 13:e0194727
- DODSON P Y WEXLAR D (1979) Taphonomic investigations of owl pellets. *Paleobiology* 5:275-284
- FERNÁNDEZ FJ, DEL PAPA L, MOREIRA G, PRATES L Y DE SANTIS L (2011) Small mammal remains recovered from two archaeological sites in the middle and lower Negro River valley (Late Holocene, Argentina). Taphonomic issues and paleoenvironmental implications. *Quaternary International* 245:136-147
- FERNÁNDEZ FJ, MONTALVO CI, FERNÁNDEZ-JALVO Y, ANDREWS P Y LÓPEZ JM (2017) A reevaluation of the taphonomic methodology for the study of small mammal fossil assemblages of South America. *Quaternary Science Review* 155:37-49
- FERNÁNDEZ FJ, TETA P, BARBERENA R Y PARDIÑAS UFJ (2012) Small mammal remains from Cueva Huenul 1, northern Patagonia, Argentina: Taphonomy and paleoenvironments since the Late Pleistocene. *Quaternary International* 278:22-31
- FERNÁNDEZ FJ, TETA P, MANGE E, PRATES L, GONZÁLEZ VENANCI L Y PARDIÑAS UFJ (2016) Micromamíferos del sitio arqueológico Cueva Galpón (Río Negro, Argentina): aspectos tafonómicos y reconstrucción paleoambiental para el Holoceno Tardío en Norpatagonia oriental. *Arqueología* 22:105-124
- FERNÁNDEZ-JALVO Y Y ANDREWS P (1992) Small mammal taphonomy of Gran Dolina, Atapuerca (Burgos), Spain. *Journal of Archaeological Science* 19:407-428
- GÓMEZ DM, FONTANARROSA G., ORTIZ PE Y JAYAT P (2012) Pequeños mamíferos predados por la Lechuza de Campanario (*Tyto alba*) en la ecorregión del Chaco Seco en el Noroeste Argentino. *Hornero* 27:127-135
- GÓMEZ GN (2007) Predators categorization based on taphonomic analysis of micromammal's bone: a comparison to proposed models. Pp. 1-16 en: GUTIERREZ MA, MIOTTI L, BARRIENTOS G, MENGONI GOÑALONS G Y. SALLEMNE M (eds) *Taphonomy and Zooarchaeology in Argentina*. British Archaeological Reports, International Series, Oxford
- GÓMEZ GN (2005) Analysis of Bone Modifications of *Bubo virginianus'* Pellets from Argentina. *Journal of Taphonomy* 3:1-16
- GÓMEZ GN Y KAUFMANN C (2007) Taphonomic analysis of *Pseudalopex griseus* (Gray, 1837) scats assemblages and their archaeological implications. *Journal of Taphonomy* 5:59-70.
- GUTIÉRREZ MA (2009) Tafonomía: ¿Tiranía o multivocalidad? Pp. 55-88 en: BARBERENA R, BORRAZO K. Y BORRERO LA (eds) *Perspectivas actuales en arqueología Argentina*. Editorial Dunken, Buenos Aires
- HAMMER Ø, HARPER DAT Y RYAN PD (2001) PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica* 4:1-9
- HEISLER LM, SOMERS CM Y POULIN RG (2016) Owl pellets: a more effective alternative to conventional trapping for broad-scale studies of small mammals communities. *Methods in Ecology and Evolution* 7:96-103
- HERNÁNDEZ A Y MANCINA CA (2011) La dieta de la lechuza (*Tyto alba*) (Aves: Strigiformes) en hábitats naturales y antropogénicos de la región central de Cuba. *Revisita Mexicana de Biodiversidad* 82:217-226
- HOYOS LE, CABIDO MR Y CINGOLANI AM (2018) A multivariate approach to study drivers of land-cover changes through remote sensing in the Dry Chaco of Argentina. *International Journal of Geo-Information* 7:170
- IGLESIAS AC (2009) *Tafonomía de pequeños vertebrados depredados por Buteo polyosoma (Aves, Falconiformes)*. Tesina de Licenciatura, Universidad Nacional de La Pampa, Santa Rosa
- LÓPEZ JM, CHIAVAZZA H Y ROSI MI (2016) Small mammal remains recovered from two archaeological sites in northwestern Mendoza (late Holocene, Argentina): taxonomic composition, taphonomic issues and paleoenvironmental implications. *Quaternary International* 391:26-37
- LÓPEZ JM (2020) Actualistic taphonomy of barn owl pellet-derived small mammal bone accumulations in arid environments of South America. *Journal of Quaternary Science* 35:1057-1069
- LÓPEZ JM, FERNÁNDEZ FJ, CASTILLO L Y PEREYRA-LOBOS R (2018) Taphonomy of small mammal bone accumulations generated by the Chaco Owl (*Strix chacoensis*, Strigiformes): a contribution to South American archaeological and palaeontological studies. *Boreas* 47:80-791
- LÓPEZ JM, FERNÁNDEZ FJ, MONTALVO C, CHIAVAZZA H Y DE SANTIS N (2017a) The role of the Accipitrids *Geranoaetus melanoleucus* and *Geranoaetus polyosoma* as small mammals bones accumulator in modern and archaeological sites from central western Argentina. *Journal of Taphonomy* 15:91-108
- LÓPEZ JM, ROSI MI, TABENI S, BENDER B Y CHIAVAZZA H (2017b) Taphonomic analysis of mammal bone remains preyed upon by wildcats (Carnivora: Felidae) from central Monte Desert (Mendoza, Argentina). *Boreas* 46:282-293
- LYMAN RL, POWER E Y LYMAN RJ (2003) Quantification and sampling of faunal remains in owl pellets. *Journal of Taphonomy* 1:3-14
- MAGURRAN AE (2003) *Measuring biological diversity*. Wiley Blackwell, Oxford

- MARTI CD, BECHARD M Y JAKSIC FM (2007) Food habits. Pp. 129-152 en: BIRD DM Y BILDSTEIN KL (eds) *Raptor research and management techniques*. Hancock House, Blaine
- MAYHEW DF (1977) Avian predators as accumulators of fossil mammal material. *Boreas* 6:25-31
- MEEK W, BURMAN P, SPARKS T, NOWAKOWSKY M Y BURMAN N (2012) The use of Barn Owl *Tyto alba* pellets to assess population change in small mammals. *Bird Study* 59:166-174
- MIGNINO J, IZETA A Y CATTÁNEO R (2018) Modern and archaeological owl pellets as paleoenvironmental and taphonomic markers in human occupation contexts in the Ongamira Valley, Córdoba, Argentina. *Journal of Archaeological Science: Reports* 18:65-77
- MIKKOLA H (1983) *Owls of Europe*. T&D Poyser, London
- MONTALVO CI Y FERNÁNDEZ FJ (2019) Review of the actuaristic taphonomy of small mammals ingested by South American predators: its importance in the interpretation of the fossil record. *Publicación Electrónica de la Asociación Paleontológica Argentina* 19:18-46
- MONTALVO CI, FERNÁNDEZ F Y TALLADE P (2016) The role of *Bubo virginianus magellanicus* as rodent bone accumulator in archaeological sites: a case study for the Atuel river (Mendoza, Argentina). *International Journal of Osteoarchaeology* 26:974-986
- MONTALVO CI, FERNÁNDEZ FJ, TOMASSINI R, MIGNINO J, KIN M Y SANTILLAN MA (2020) Spatial and temporal taphonomic study of bone accumulations of the burrowing owl (*Athene cunicularia*) in central Argentina. *Journal of Archaeological Science: Reports* 30:102197
- MONTALVO CI, PESSINO MEM Y BAGATTO F (2008) Taphonomy of the bones of rodents consumed by Andean hog nosed skunks (*Conepatus chinga*, Carnivora, Mephitidae) in central Argentina. *Journal of Archaeological Science* 35:1481-1488
- MONTALVO CI, PESSINO MEM Y GONZÁLEZ V (2007) Taphonomic analysis of remains of mammals eaten by pumas (*Puma concolor carnívora*, Felidae) in central Argentina. *Journal of Archaeological Science* 34:2151-2160
- NANNI SA, ORTIZ PE, JAYAT P Y MARTIN E (2012) Variación estacional de la dieta de la Lechuza de Campanario (*Tyto alba*) en un ambiente perturbado del Chaco Seco Argentino. *Hornero* 27:149-157
- NORES AL Y GUTIÉRREZ M (1990). Dieta de la Lechuza de Campanario (*Tyto alba*) en Córdoba, Argentina. *Hornero* 13:129-132
- PARDIÑAS UFJ (1999) *Roedores Muroideos del Pleistoceno tardío-Holoceno en la Región Pampeana (sector este) y Patagonia (República Argentina): Aspectos taxonómicos, importancia bioestratigráfica y significación paleoambiental*. Tesis Doctoral, Universidad Nacional de La Plata, La Plata
- PATTON JL, PARDIÑAS UFJ Y D'ELIA G (2015) *Mammals of South America. Volume 2-Rodents*. University of Chicago Press, Chicago
- PIOVANO ELD, ARIZTEGUI F, CORDOBA M, CIOCCALE Y SYLVESTRE F (2009) Hydrological variability in South America below the Tropic of Capricorn (Pampas and Patagonia, Argentina) during the last 13.0 ka. Pp. 323-351 en: VIMEUX F, SYLVESTRE F Y KHODRI, M (eds) *Past climate variability in South America and surrounding regions*. Springer, Dordrecht
- POKINES J Y KERBIS J (1997) Barn Owl (*Tyto alba*) taphonomy in the Negev Desert, Israel. *Israel Journal of Zoology* 43:19-27
- ROBLEDO A (2016) *Estudios antracológicos en los espacios de combustión del Alero Deodoro Roca, Ongamira, Córdoba*. Archaeopress Publishing Ltd, Oxford
- RUDZIK SM, FERNÁNDEZ FJ Y CARRERA JD (2015) Taphonomic analysis of micromammal remains from striped owl (*Pseudoscops clamator*) in Northeastern Buenos Aires Province, Argentina: implications for archaeological sites formation. *International Journal of Osteoarchaeology* 25:550-563
- SAAVEDRA B Y SIMONETTI JA (1998) Small mammals taphonomy: Intraspecific bone assemblage comparison between South and North American Barn Owl, *Tyto alba*, populations. *Journal of Archaeological Science* 25:165-170
- STAHL PW (1996) The recovery and interpretation of microvertebrate bone assemblages from archaeological contexts. *Journal of Archaeological Method and Theory* 3:31-75
- TAYLOR L (1994) *Barn Owls: predator-prey relationships and conservation*. Cambridge University Press, New York
- TETA P, FORMOSO A, TAMMONE M, DE TOMMASO D, FERNÁNDEZ F J, TORRES J Y PARDIÑAS UFJ (2014) Micromamíferos, cambio climático e impacto antrópico: ¿cuánto han cambiado las comunidades del sur de América del Sur en los últimos 500 años? *Therya* 5:7-38
- TETA P, OJEDA R, LUCERO S Y D'ELIA G (2017) Geographic variation in cranial morphology of the Southern Mountain Cavy, *Microcavia australis* (Rodentia, Caviidae): taxonomic implications, with the description of a new species. *Zoological Studies* 56: e29
- WILLIAMS JP (2001) *Small mammal deposits in archaeology: a taphonomic investigation of Tyto alba (barn owl) nesting and roosting sites*. PhD dissertation, University of Sheffield, Sheffield
- YANES Y, IZETA, A, CATTÁNEO R, COSTA T Y GORDILLO S (2014) Holocene (4.5-1.7 cal. Kyr BP) Paleoenvironmental conditions inferred from entire-shell and intra-shell stable isotope composition of terrestrial gastropods. *Holocene* 180:135-144

YOM-TOV Y y WOOL D (1997) Do the contents of barn owl pellets accurately represent the proportion of prey species in the field? *Condor* 99:972-976

ZÁRATE M (2016) Explorando la historia geológica del Alero Deodoro Roca. Pp. 43-56 en: CATTÁNEO R y IZETA AD (eds) *Arqueología en Ongamira*. Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba