

HISTORIA NATURAL

Tercera Serie | Volumen 5 (1) | 2015/29-47

TAFONOMÍA DE CONTENIDOS DISPERSOS DE EGAGRÓPILAS DE *Tyto alba* EN UN AMBIENTE SERRANO

Taphonomy of scattered pellets contents from Tyto alba in a mountain environment

Carlos A. Quintana

Laboratorio de Arqueología Regional Bonaerense, Universidad Nacional de Mar del Plata
Funes 3350 (7600), Mar del Plata, Buenos Aires, Argentina. quintanamdp@gmail.com

F H N
FUNDACIÓN
DE HISTORIA NATURAL
FÉLIX DE AZARA

Resumen. Se analizaron restos óseos dispersos provenientes de egagrópilas de *Tyto alba* acumulados sobre una superficie rocosa en sierra La Peregrina. Los atributos predeposicionales se corresponden con los determinados para ese depredador en muestras frescas. Las alteraciones posdeposicionales resultaron poco desarrolladas o ausentes, permitiendo reconocer estadios de aparición de las mismas respecto de muestras fósiles. Estos resultados se corresponden con una etapa de la historia tafonómica que se dispone entre las muestras que estuvieron enterradas y las egagrópilas completas y frescas de superficie. Las características de la muestra analizada es un caso que permite optimizar las analogías realizados en yacimientos paleontológicos o arqueológicos basadas sobre estudios actualísticos de egagrópilas enteras.

Palabras clave. *Tyto alba*, Egagrópilas, Tafonomía, Tandilia.

Abstract. Dispersed skeletal remains from pellets of *Tyto alba* found on a rocky surface in Sierra La Peregrina were analyzed. The pre depositional attributes correspond to those determined for the predator in fresh samples. The post-depositional alterations were underdeveloped or unexpressed, allowing recognize stages of developing the same respect fossil samples. These results correspond to a stage of taphonomic history between buried samples and complete and fresh pellets surface. The characteristics of the analyzed sample are a case that optimizes the analogies made in paleontological or archaeological sites based on actualistic studies of whole pellets.

Key words. *Tyto alba*, Pellets, Taphonomy, Tandilia.

INTRODUCCIÓN

Los depredadores que consumen pequeños vertebrados generan señales características en los restos de sus presas (Dodson y Wexlar, 1979). En el caso de los microvertebrados esas señales fueron exploradas por diversos investigadores que construyeron patrones actualísticos basados sobre la conservación diferencial de las diversas partes del esqueleto de esas presas y de los daños producidos durante su captura y consumo (Dodson y Wexlar, 1979; Denys, 1985; Denys *et al.*, 1995; Andrews, 1990; Fernández Jalvo y Andrews, 1992; Fernández, 2012; Gómez, 2007; Montalvo y Tallade, 2009; entre otros). Resultados independientes coinciden en reconocer al menos tres tipos de acumulaciones diferentes según el tipo de depredador que las genera: aves rapaces nocturnas (lechuzas), aves rapaces diurnas (halcones y águilas) y mamíferos carnívoros (Andrews, 1990; Terry, 2007; Gómez, 2007; entre otros). Estos enfoques tafonómicos sobre muestras actuales son realizados mayormente con el objetivo de obtener un patrón de referencia para interpretar el origen de las acumulaciones óseas fósiles. Esos registros, además, presentan otras fuentes de información que se generan a partir de su asentamiento en la superficie y durante las diversas etapas de su enterramiento (Lyman, 1994). Esos rasgos posdepositacionales permiten reconstruir los fenómenos bioestratinómicos y fosildia-genéticos que actuaron sobre los conjuntos óseos, contribuyendo a la comprensión de los procesos de formación de los yacimientos y de las tanatocenosis. Sin embargo, esta ganancia de información tafonómica en los registros fósiles de microvertebrados, recuperados en el seno de estratos durante excavaciones, oculta parcialmente la información de la muestra cuando conformaba

el depósito original. Las alteraciones producidas por la meteorización, por la diagénesis y por la intervención humana sobre los esqueletos de microvertebrados pueden resultar en falsos patrones respecto de los generados por depredadores actuales (Stahl, 1996; Quintana, 2015). Por ejemplo estas discordancias fueron advertidas en varias oportunidades respecto de proporciones esqueléticas o de frecuencias de fracturas (Fernández y De Santis, 2013; Stahl, 1982; Dewar y Jerardino, 2007; Montalvo *et al.*, 2012a, b; Scheifler, 2014). En consecuencia la aplicación de analogías requiere prudencia en las interpretaciones de los conjuntos fósiles que fueron afectados por la combinación de procesos pre y pos depositacionales.

A diferencia de los estudios actualísticos sobre vertebrados pequeños y grandes (Cruz, 2005; Borella y Muñoz, 2006; Gutiérrez y Kaufmann, 2007; Mondini, 2007; entre otros) en el caso de los microvertebrados son menores los aportes que describen las fuentes de sesgo del estado de los conjuntos originales, como depósitos distintos del mismo depredador, la acción de agentes meteóricos, la dispersión o alteraciones en procesos iniciales de enterramiento (Frontini y Vecchi, 2014; Montalvo y Tallade, 2009; Montalvo *et al.*, 2012a; Stahl, 1982). Con el objetivo de evaluar la expresión de las alteraciones posdepositacionales y su efecto sobre los procesos predepositacionales, en esta contribución se analiza la tafonomía de una acumulación de egagrópilas de *Tyto alba* cuyo contenido se disponía disperso en una superficie rocosa de un alero serrano.

MATERIALES Y MÉTODOS

La muestra de microvertebrados analizadas fue hallada durante el año 1999 en

un alero de la sierra La Peregrina (37° 55' 33,76" S 57° 49' 7,93" O) del establecimiento Paititi. Debido a la desagregación de las egagrópilas por agentes naturales los restos óseos estaban dispersos en la superficie rocosa y parcialmente atrapados en grietas donde se desarrollan gramíneas y helechos. La identificación del acumulador de los restos se logró por la comunicación personal del Mg. Esteban Zugasti que observó la actividad de un ejemplar de *Tyto alba* en ese refugio rocoso. Los materiales están depositados en la colección del Laboratorio de Arqueología Regional Bonaerense de la Universidad Nacional de Mar del Plata.

Para conocer la abundancia taxonómica de la muestra completa se calcularon los siguientes índices: NISP (número de especímenes identificados por taxón), NMI (número mínimo de individuos) y MNE (número mínimo de elementos esqueléticos). El MNI se calculó considerando la lateralidad del elemento anatómico más numeroso de cada taxón.

Para el análisis tafonómico se siguió la metodología de Andrews (1990). La abundancia anatómica de los mamíferos se calculó sobre la base de los siguientes índices: abundancia relativa: $Ri = MNE_i / (E_i \cdot NMI) \times 100$, donde MNE_i es el número mínimo de elementos recuperados en la muestra y E_i es el número de cada elemento en el esqueleto; relación entre los elementos del cráneo y del poscráneo: $F+H/Rm+Mx = 100$. (MNE fémur + húmero / MNE (ramas mandibulares + maxilares) y $PC/C = 2/5 = 100$. ((MNE fémur + húmero + tibia + radio + ulna) . 2) / MNE (maxilares + ramas mandibulares) . 5; relación entre elementos distales y proximales de los miembros $T+R/F+H = 100$. (MNE tibia + radio / MNE fémur + húmero) y $T+R+U/F+H = 2/3 = 100$. ((MNE tibia + radio + ulna) . 2) / (MNE fémur + húmero) . 3; índice de preservación relati-

va de miembros $Mant/Mpost = 100$. ((MNE Húmero + Radio + Ulna + Omóplato) . 3) / (MNE (Fémur + Tibia + Pelvis) . 4).

La fragmentación se analizó sobre la base del NISP% de cada parte preservada (hueso entero, cada epífisis y diáfisis) de los huesos largos (tibia, fémur, húmero y ulna). Para el caso del cráneo se calcularon las diversas proporciones de preservación de los cráneos incompletos. Para las ramas mandibulares se consideraron las proporciones de elementos enteros, con el proceso angular roto, con la base del cuerpo mandibular fracturado, ausencia de rama ascendente y ausencia de sínfisis. La conservación de dientes está sesgada debido a que no se recolectaron piezas sueltas en el campo, pero se desprendieron molares e incisivos durante la manipulación, traslado y almacenamiento de la colección.

Las alteraciones pre y pos depositacionales evaluadas fueron: patologías, corrosión digestiva (en las epífisis proximales de fémures y distales de húmeros) y (sólo en los fémures) fracturas, impresiones de ácidos radiculares, adherencias de minerales, absorción de óxidos de manganeso, mordeduras de roedores, hoyos de disolución química y descamaciones.

Las fracturas se ponderaron en dos categorías: fractura en estado fresco o húmedo (superficies de fractura lisas, de ángulos agudos u obtusos y bordes lineales) y fractura en estado seco (superficies de fractura rugosas, de ángulos rectos y bordes irregulares, quebrados o almenados). Las medidas de longitud de fémures se tomaron con calibre digital.

Para el caso de las aves se aplicaron los criterios de cuantificación de la fragmentación descriptos por Bochenski (2005) y Bochenski y Tornberg (2003). La abundancia relativa se calculó del mismo modo que en los mamíferos. Las relaciones proporcio-

nales del esqueleto se basaron sobre los siguientes índices: relación entre elementos distales y proximales de los miembros (Bochenski y Nekrasov, 2001) $EDaves = 100 \cdot (MNE \text{ escápula} + \text{coracoides} + \text{húmero} + \text{fémur} + \text{tibiotarso}) / (MNE \text{ escápula} + \text{coracoides} + \text{húmero} + \text{fémur} + \text{tibiotarso}) + (MNE \text{ ulna} + \text{radio} + \text{carpometacarpo} + \text{tarsometatarso})$; índice de preservación relativa de miembros (Ericson, 1987) $Mant/Mpost: 100 \cdot (MNE \text{ Húmero} + \text{Ulna} + \text{carpometacarpo}) / (MNE \text{ Húmero} + \text{Ulna} + \text{carpometacarpo}) + (MNE \text{ Fémur} + \text{Tibiotarso} + \text{Tarsometatarso})$; relación entre las cinturas y los miembros ICM (Bramwell et al., 1987) $ICM = 100 \cdot (MNE \text{ Esternón} + \text{Coracoides} + \text{Escápula} + \text{Pelvis}) / (MNE \text{ Esternón} + \text{Coracoides} + \text{Escápula} + \text{Pelvis}) + (MNE \text{ Húmero} + \text{Ulna} + \text{Radio} + \text{Carpometacarpo} + \text{Fémur} + \text{Tibiotarso} + \text{Tarsometatarso})$.

Para los anuros se calcularon los siguientes índices de proporciones entre partes del esqueleto: relación entre el MNE los elementos del cráneo y del poscráneo: $F+H/Rm+Mx = 100 \cdot (MNE \text{ fémur} + \text{húmero}) / MNE \text{ (ramas mandibulares} + \text{maxilares)}$; relación entre elementos distales y proximales de los miembros $TF+RU/F+H = 100 \cdot (MNE \text{ tibiofíbula} + \text{radioulna}) / MNE \text{ fémur} + \text{húmero}$ (Montalvo y Tejerina, 2009); índice de preservación relativa de miembros $H+RU/F+TF: 100 \cdot (MNE \text{ Húmero} + \text{Radioulna}) / MNE \text{ (Fémur} + \text{Tibiofíbula})$.

Las alteraciones pre y pos depositacionales en anuros y aves se analizaron sobre toda la muestra con los mismos criterios que para mamíferos, excepto la corrosión digestiva. Esta alteración para el caso de las aves se cuantificó en las epífisis de todos los elementos de los miembros y la frecuencia se calculó sobre el total de epífisis analizadas. Para los anuros se evaluó en todo el esqueleto.

Para comparar los resultados se utilizaron datos publicados de Andrews (1990), Gómez (2007) y Fernández *et al.*, (2009) y para poner a prueba las proporciones entre partes del esqueleto se aplicó el test de Chi cuadrado.

RESULTADOS

Abundancia taxonómica

La muestra (NISP 6017) está dominada cuantitativamente por mamíferos, seguidos de aves y anuros (Tabla 1). Se reconocieron restos de insectos adheridos a algunos elementos óseos, pero no fueron identificados ni cuantificados debido a su gran estado de deterioro y por la pérdida de evidencia a causa de la desintegración de las egagrópilas.

Entre los mamíferos se registraron, en orden de abundancia, roedores cricétidos, múridos, didélfidos, roedores caviomorfos y quirópteros (Tabla 2). El MNI se calculó sobre las ramas mandibulares por ser los elementos más numerosos, excepto en el caso de *Reithrodon auritus*, *Monodelphis dimidiata* y Quiróptera porque están representados solamente por maxilares.

Los mamíferos que más contribuyen a la muestra (MNI % 91,46) corresponden a las especies más pequeñas (< 80 g). El tamaño de las presas también fue analizado en función de la longitud máxima del fémur de mamíferos. Las tallas resultantes generan una curva cuya mayor proporción de ejemplares (80%) son fémures entre 10 mm y 18 mm, correspondiendo a presas pequeñas (Figura 1). Una mínima cantidad de fémures (N= 14; 3,35%) se distribuye hacia la derecha de la curva en el sector de las longitudes máximas con valores mayores a 22 mm.

	NISP	NISP %	MNI
Mamíferos	5657	94,01	277
Aves	192	3,19	13
Anuros	168	2,79	15

Tabla 1 - Abundancia taxonómica general de microvertebrados.

Las aves todavía no fueron identificadas a niveles taxonómicos inferiores. El cálculo de MNI se realizó sobre los elementos más abundantes (Tabla 3). Los anuros presentan al menos dos taxones pequeños: *Hyla* sp. y *Odontophrynus americanus*. El MNI se estableció sobre la base de 15 fémures derechos.

		RMI	RMD	NISP	MNI
Especies pequeñas	<i>Thylamys</i> sp.	1		1	1
	* <i>Monodelphis dimidiata</i>			3	2
	<i>Akodon azarae</i>	51	48	99	51
	<i>Calomys</i> sp.	71	82	153	82
	<i>Necomys obscurus</i>	9	6	15	9
	<i>Oligoryzomys flavescens</i>	35	33	68	35
	<i>Mus</i> sp.	12	10	22	12
Especies grandes	* Quiróptera			2	1
	<i>Rattus</i> sp.	3	3	6	3
	<i>Oxymycterus rufus</i>	9	9	18	9
	<i>Holochilus brasiliensis</i>	3	3	6	3
	* <i>Reithrodon auritus</i>			2	2
	<i>Cavia aperea</i>		1	1	1
No identificados		80	65	145	80

Tabla 2 - Abundancia taxonómica de mamíferos. RMI: rama mandibular izquierda. RMD: rama mandibular derecha. * Calculado sobre maxilares.

	NISP	Izquierdo		Derecho		MNI
		Ep.Prox.	Ep.Dist.	Ep.Prox.	Ep.Dist.	
Fémur	11	4	6	4	5	6
Tibiotarso	18	7	5	4	4	7
Tarsometatarso	16	7	9	7	7	9
Húmero	18	11	11	7	6	11
Ulna	24	9	11	13	13	13
Rama mandibular	11	5		6		6

Tabla 3 - Número mínimo de individuos de aves. Ep.Prox.: epifisis proximal. Ep.Dist.: epifisis distal.

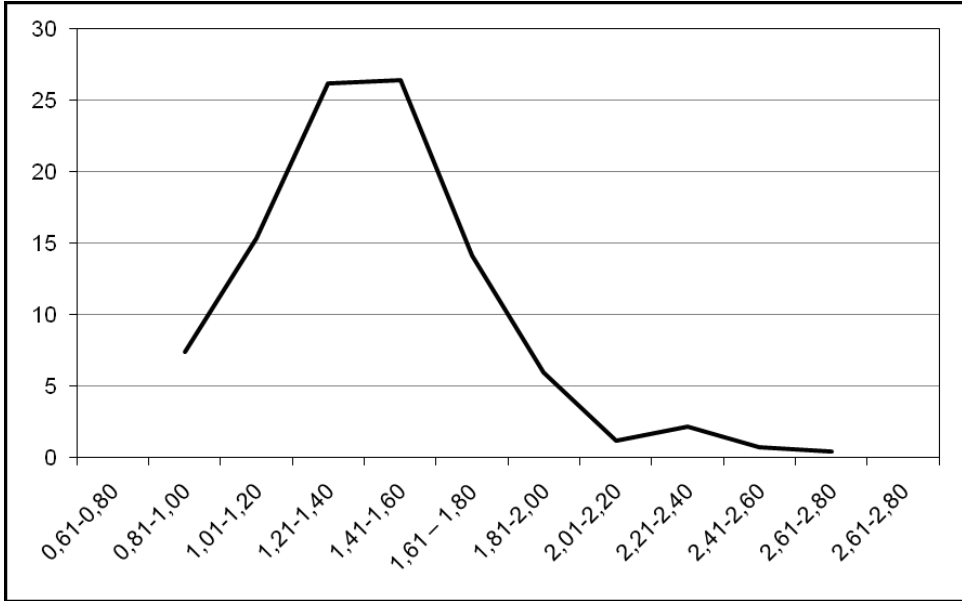


Figura 1 - Frecuencias en centímetros de longitudes máximas de fémures de mamíferos agrupadas en clases de 2 milímetros. N: 417. Media: 1,43. Rango: 0,83-2,67. Desviación estándar: 0,31.

Alteraciones pre-depositacionales

Se registraron dos tibias de mamíferos con alteraciones patológicas no traumáticas.

Los mamíferos presentan alteraciones producidas por digestión de las categorías ligera y moderada en porcentajes totales menores al 29% en las epífisis proximales de los fémures y al 22% en las epífisis distales de los húmeros (Tabla 4). La categoría ligera es la de mayor frecuencia, mientras que la moderada no llega al 1% en los fémures ni en los húmeros.

La corrosión digestiva en las aves se presentó sólo en los elementos de los miembros (Tabla 5). Debido a que la muestra es pequeña se cuantificó la digestión en ambas epífisis de toda la muestra. Se identificó sólo la categoría ligera. La proporción de epífisis con evidencias de digestión varía entre el 13,33% y el 55%, mientras que el promedio de epífisis alteradas es del 32,87%.

Las trazas de digestión en los anuros son poco numerosas, sólo se identificaron en 11 elementos con alteraciones de bajo impacto (6,54%) (Tabla 6).

NISP		% Ausente		% Ligera		% Moderada	
Fp	Hd	Fp	Hd	Fp	Hd	Fp	Hd
515	302	71,45	78,14	27,57	21,19	0,97	0,66

Tabla 4 - Frecuencia de trazas de digestión en epífisis proximales de fémures (Fp) y epífisis distales de húmeros (Hd) de mamíferos.

	Epífisis con Digestión	Fracturas		Bordes Adelgazados
		Fresco	Seco	
Coracoides	38,7	22,22	5,55	5,55
Húmero	28,57	5,55	5,55	
Radio	26,08			
Ulna	45,65	4,16	8,33	
Carpometacarpo	13,33		37,5	
Fémur	26,31	27,27	27,27	
Tibiotarso	55	61,11	5,55	16,66
Tarsometatarso	16,66	18,75		18,75

Tabla 5 - Frecuencia (NISP%) de epífisis de aves afectadas con trazas de digestión y tipos de fracturas en elementos de los miembros de aves.

Húmero	3 (epífisis distales)
Fémur	3 (1 en extremo de diáfisis, 2 en epífisis)
Tibiofíbula	3 (1 en extremo de diáfisis, 2 en epífisis)
Íleon	2 (en acetábulo)

Tabla 6 - Elementos (NISP) de anuros con trazas de digestión.

Alteraciones pos-depositacionales

No se registraron adherencias ni precipitaciones de minerales, tampoco descamaciones de las superficies óseas. Las marcas de dientes de roedores se hallaron en un fémur de anuro y en dos tarsometatarsos y una ulna de ave.

La muestra de mamíferos presenta escasas alteraciones a causa de la meteorización, como grietas corticales y disolución química (Tabla 7). Algunos elementos presentan una coloración blanca uniforme con los bordes desgastados y grietas longitudinales. Las alteraciones más numerosas son las fracturas (12,23%) de las cuales las realizadas sobre el

hueso en estado fresco duplican a las efectuadas sobre el hueso seco (Tabla 7). Las evidencias provenientes del enterramiento son escasas entre las que preponderan las marcas de raíces. Estas son superficiales y poco extendidas, en general se trata de apenas una mancha marrón rojiza que no alcanza a alterar la estructura cortical. En otros casos la raíz ocasionó una impronta que se desvanece con la manipulación. Menos del 1% de los ejemplares analizados presentan la superficie cortical áspera y agrietada como resultado de la exposición aérea.

El 24,63% de los elementos de los miembros de las aves presentan fracturas, cuya morfología indica que el 16,66% ocurrieron en estado fresco del hueso y el 7,97% en estado seco. En siete elementos (un coracoides, tres tibiotarsos y tres tarsometatarsos) las fracturas frescas presentaron signos de adelgazamiento por digestión (Tabla 5). No se registraron marcas de raíces.

La muestra de anuros fue alterada por la desarticulación de los huesos del cráneo, de la mandíbula y de las cinturas y por pocas

NISP	Raíces	Hoyos Químicos	Grietas	Fracturas	
				Fresco	Seco
515	8	5	3	41	22
%	1,55	0,97	0,58	7,96	4,27

Tabla 7 - Alteraciones posdepositacionales en fémures de mamíferos.

fracturas de los huesos largos. La pérdida de la mayoría las epífisis cartilaginosas, además, ocasionó que los bordes de las epífisis se presenten ligeramente afectados, pero sin evidencias de colapsos como los registrados por Montalvo y Tejerina (2009) y Pinto Llona y Andrews (1999).

Patrones de preservación esquelética

Los mamíferos se caracterizan por haber preservado todas las partes del esqueleto con una ligera preponderancia del cráneo sobre el esqueleto poscraniano (Tabla 8). Esta diferencia es altamente significativa en los dos índices aplicados. Este predominio craneano está influido por la pérdida de elementos del zeugopodio y del miembro anterior respecto del posterior, en ambos casos las diferencias son altamente significativas (Tabla 8). Así, el cráneo es la parte mejor preservada en función de lo esperado por el MNI, seguido por las ramas mandibulares, el fémur y la tibia (Tabla 9; Figura 2).

		χ^2
F+H/Md+Mx	85,72	P < 0,01
PC/C 2/5	70,95	P < 0,01
T+R/F+H	81,84	P < 0,01
T+R+U/F+H x 2/3	70,27	P < 0,01
Mant/Mpost	45,67	P < 0,01
Abundancia relativa	41,11	

Tabla 8 - Parámetros de preservación del esqueleto de mamíferos. χ^2 = resultado del test de chi cuadrado.

		NISP%	MNE	Ri
Cráneo	Maxilar	34,58	534	96,38
	Rama mandibular	40,06		
	Premaxilar	25,35		
Húmero	Entero	90,63	324	58,48
	Epífisis Proximal	1,51		
	Diáfisis	0,6		
	Epífisis Distal	7,25		
Ulna	Entero	80,75	213	38,44
	Epífisis Proximal	19,24		
	Diáfisis			
	Epífisis Distal			
Fémur	Entero	86,69	529	95,48
	Epífisis Proximal	11,09		
	Diáfisis	0,18		
	Epífisis Distal	2,03		
Tibia	Entero	86,07	520	93,86
	Epífisis Proximal	3,61		
	Diáfisis	2,35		
	Epífisis Distal	7,95		
Radio			179	32,31
Pelvis			365	65,88
Calcáneo			15	2
Astrágalo			4	0,72
Omóplato			147	26,53
Costilla			351	4,87
Vértabras			1235	16,51
Metapodios			219	1,97
Falanges			3	0,019

Tabla 9 - Abundancia relativa (Ri) y fragmentación del esqueleto de mamíferos. El MNE y la Ri de las vértebras se calcularon sin incorporar a las vértebras caudales debido a la variabilidad entre las especies.

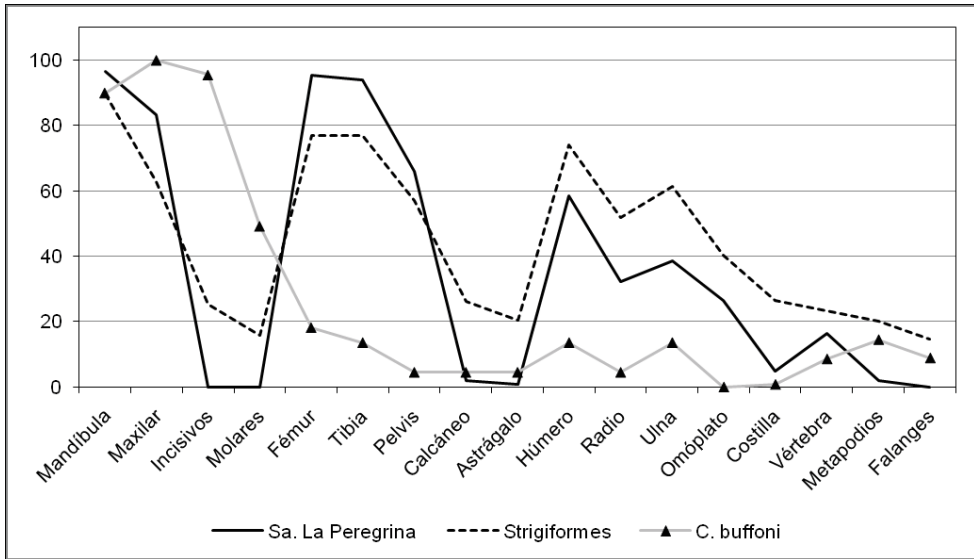


Figura 2 - Abundancia relativa del esqueleto de mamíferos comparada con el promedio de Strigiformes (Andrews, 1990, pp:213) y con el Accipitriformes *Circus buffoni* (Gómez, 2007).

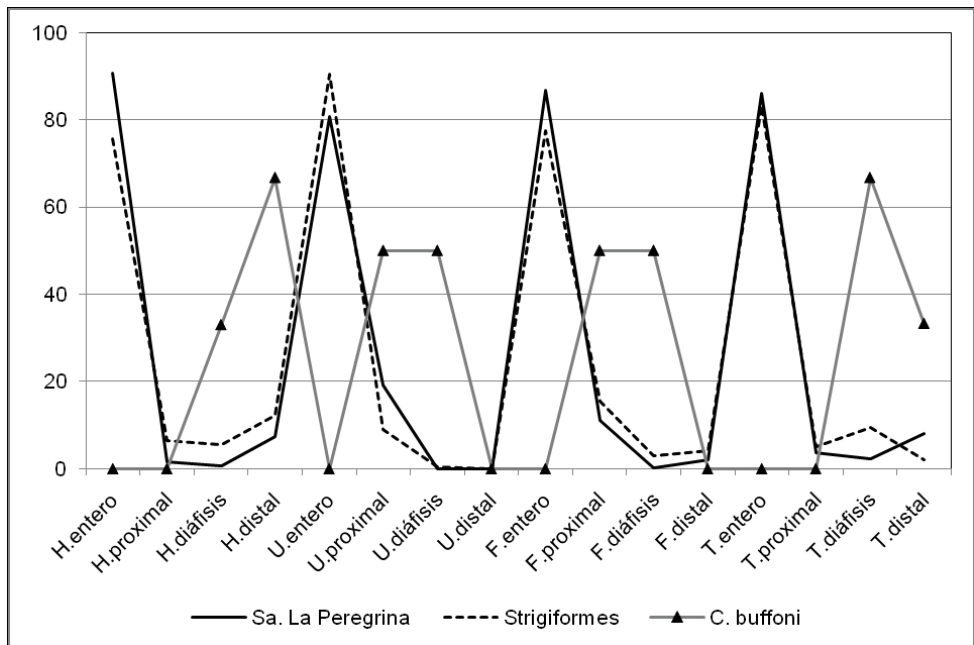


Figura 3 - Fragmentación del esqueleto apendicular de mamíferos comparada con el promedio de Strigiformes (Andrews, 1990, pp:51) y con el Accipitriformes *Circus buffoni* (Gómez, 2007).

Se registró poca fragmentación de los miembros debido a que los elementos enteros dominan la muestra con porcentajes del

NISP entre el 80,75% de la ulna y el 90,63% del húmero. La preservación de las diáfisis como cilindros sin epífisis es muy bajo (Tabla

9; Figura 3). Pocos cráneos están completos (NISP 2), la mayor preservación se presentó como maxilares (45,38%) o premaxilares (25,76%) no articulados, seguidos de maxilares + premaxilares + frontales articulados (15,23%) y de maxilares + premaxilares articulados (13,12%). Las ramas mandibulares están mejor preservadas, la mayoría están enteras (53,52%) o sólo les falta el proceso angular (30,25%). Las más dañadas carecen de la rama ascendente (17,22%) y presentan el borde inferior del cuerpo mandibular roto (6,3%) o la sínfisis fracturada (1,68%).

Se recuperaron elementos de casi todas las partes del esqueleto de las aves, con una abundancia relativa general de 46,45. Las alas están ligeramente mejor representadas que el miembro posterior (Mant/Mpost: 56,81) pero las diferencias no son significativas $P > 0,05$). Las partes más numerosas fueron la ulna, el húmero y el coracoides, seguidos por el tarsometatarso (Tabla 10; Figura 4). Los elementos distales están ligeramente mejor representados (55,55%) respecto de los proximales (EDaves= 50), aunque sin diferencias significativas ($P > 0,05$). Los huesos de las cinturas son escasos ya que comprenden el 32,88% respecto de los miembros (ICM: 21,87) siendo diferencias altamente significativas ($P < 0,01$).

La fragmentación de los miembros de las aves es baja y con frecuencias altas de elementos enteros. Las partes proximales de los miembros posteriores y la escápula son los que sufrieron más eventos de fracturas (Tabla 10; Figura 5). La preservación del cráneo es pobre, solamente uno se preservó completo. El resto consiste en una parte anterior, un pico y una bóveda craneana. Cuatro mandíbulas están completas, mientras que se registraron dos ramas mandibulares aisladas y una sínfisis.

La cintura pélvica consiste en dos ileones y dos regiones acetabularias. El esternón preservó dos ejemplares casi completos y dos con menos del 50% del elemento.

Cráneo	NISP%		MNE	Ri
	Rama mand.	73,33		
	Premaxilar	6,66	14	53,84
	Cráneo entero	20		
Coracoides	Entero	72,22		
	Epífisis prox.	22,22		
	Diáfisis			
	Epífisis Distal	5,55		
Escápula	Entero	66,66	3	11,73
	Epífisis prox.	33,33		
	Diáfisis			
	Epífisis Distal	33,33		
Húmero	Entero	94,44	18	69,23
	Epífisis prox.	5,55		
	Diáfisis			
	Epífisis Distal			
Ulna	Entero	91,66	24	92,3
	Epífisis prox.			
	Diáfisis			
	Epífisis Distal	8,33		
Radio	Entero	91,66	12	46,15
	Epífisis prox.			
	Diáfisis			
	Epífisis Distal	8,33		
Carpometacarpo	Entero	87,5	8	30,76
	Epífisis prox.	12,5		
	Diáfisis			
	Epífisis Distal			
Fémur	Entero	54,54	9	34,61
	Epífisis prox.	18,18		
	Diáfisis			
	Epífisis Distal	27,27		
Tibiotarso	Entero	33,33	12	46,15
	Epífisis prox.	33,33		
	Diáfisis	11,11		
	Epífisis Distal	22,22		
Tarsometatarso	Entero	81,25	16	61,53
	Epífisis prox.			
	Diáfisis			
	Epífisis Distal	18,75		
	Esternón		4	30,76
	Sinsacro		5	38,46
	Pelvis		4	23,07

Tabla 10 - Abundancia relativa (Ri) y fragmentación del esqueleto de aves.

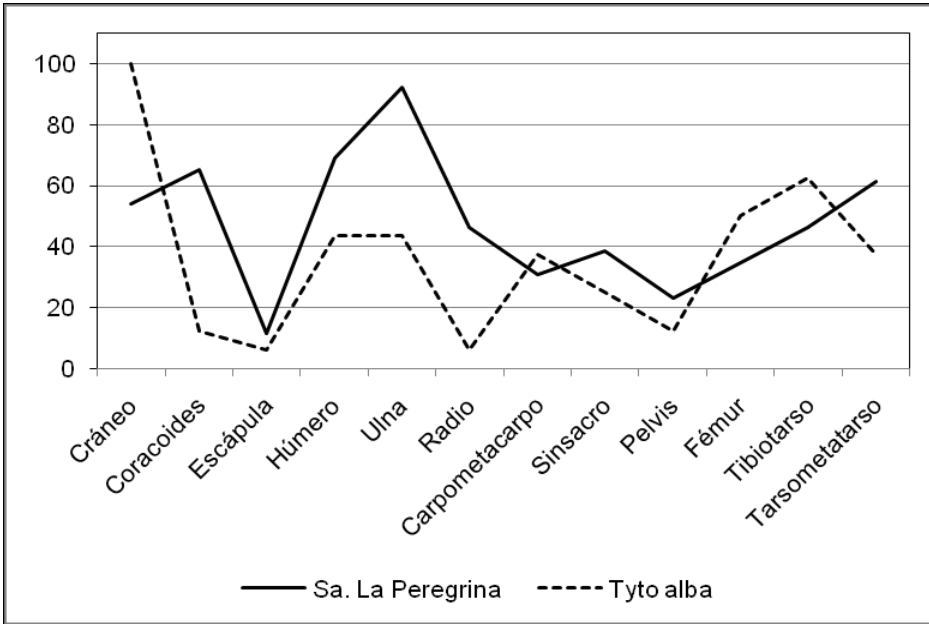


Figura 4 - Abundancia relativa del esqueleto de aves comparada con una muestra (58 egagrópilas) de *Tyto alba* (Fernández *et al.*, 2009).

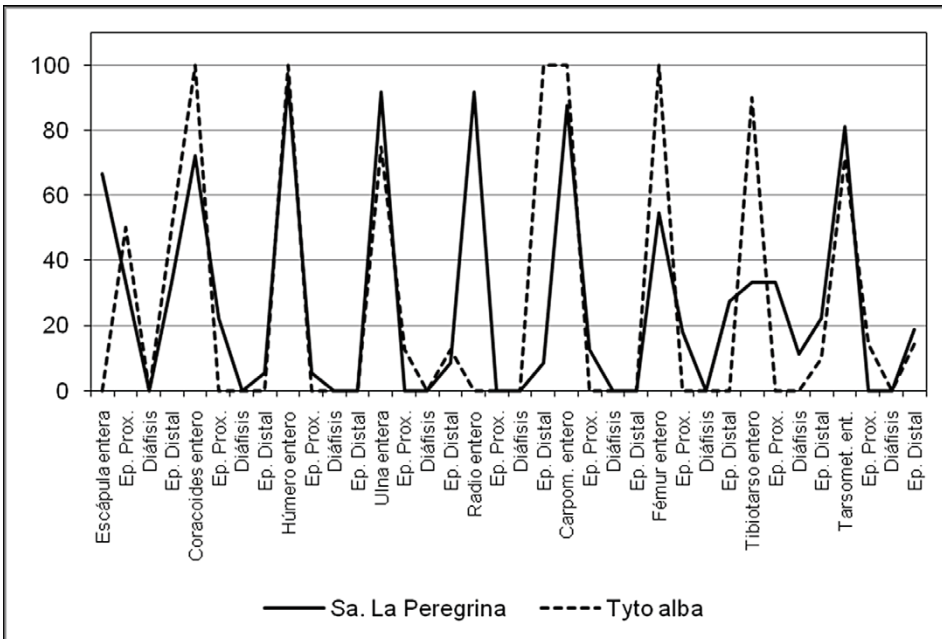


Figura 5 - Fragmentación (NISP %) del esqueleto poscraneano de aves comparada con una muestra (58 egagrópilas) de *Tyto alba* (Fernández *et al.*, 2009).ç

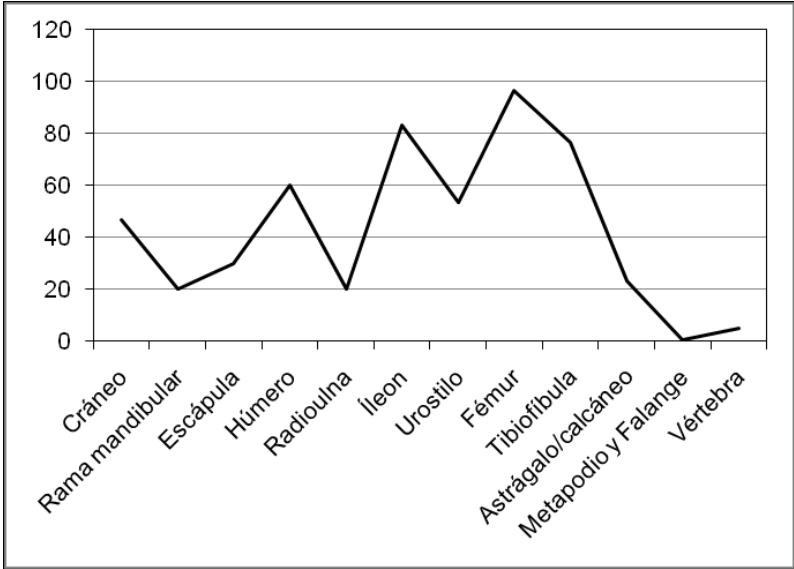


Figura 6 - Abundancia relativa del esqueleto de anuros.

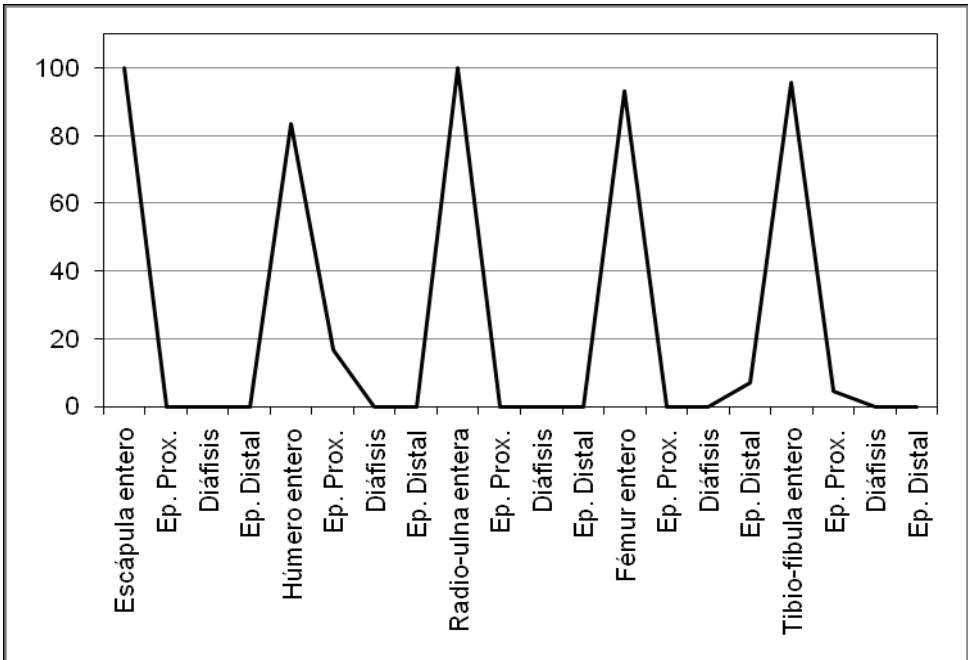


Figura 7 - Fragmentación (NISP %) de la escápula y del esqueleto apendicular de anuros.

DISCUSIÓN

	MNE	Ri
Cráneo	1	
Parasfenoides	6	46,66
Maxilar	5	
Otros craneanos	6	
Rama mandibular	6	20
Escápula	9	30
Húmero	18	60
Radioulna	6	20
Ileon	25	83,33
Urostilo	8	53,33
Fémur	29	96,66
Tibiofíbula	23	76,66
Astrágalo/calcáneo	14	23,33
Vértebra	7	5,18
Metapodio y Falange	5	0,46
F+H/MX+RM	427,27	
TF+RU/F+H	61,7	
H+RU/F+TF	31,57	
Ri promedio		42,96

Tabla 11- Abundancia anatómica e índices de partes del esqueleto de anuros. Ri: abundancia relativa.

Los anuros están representados por casi todas las partes del esqueleto, siendo el poscráneo claramente preponderante sobre los restos craneanos ($P < 0,01$) y el miembro posterior sobre el anterior ($P < 0,01$) (Tabla 11; Figura 6). Los elementos mejor preservados en función de lo esperado por el MNI son los fémures, seguidos por los ileones y las tibiofíbulas. Los huesos distales, principalmente las radioulnas (Tabla 11), están sub representados respecto de los proximales siendo diferencias estadísticamente significativas ($P < 0,05$). La mayor pérdida de información ocurrió en las vértebras, las falanges y la mayoría de los elementos de la cintura escapular.

La fragmentación del esqueleto poscraneano de los anuros es muy baja (7,05%), sólo tres húmeros, dos fémures y una tibiofíbula están fracturados (Figura 7). No se registraron cráneos o mandíbulas enteros debido a la desarticulación.

La diversidad taxonómica de la muestra analizada revela que el agente acumulador no discriminó entre las especies de micromamíferos disponibles en el ambiente serrano (Velasco *et al.*, 2013), aunque con una muy baja representación de quirópteros. Esto es consistente con la determinación de los hábitos generalistas de *Tyto alba* (Bellocq, 2000; Bó *et al.*, 2007). La preponderancia de mamíferos terrestres y de menor frecuencia de aves, anfibios e insectos también es coincidente con la plasticidad del nicho trófico de esta lechuza (Bó *et al.*, 2007). Antes bien, se reconoce una selección sobre las especies pequeñas debido a que las grandes contribuyen con menos individuos a la muestra (8,53%). Se destaca la muy baja frecuencia de *Reithrodon auritus* el cual puede ser más abundante en egagrópilas de *Tyto alba* (Bellocq, 2000) y en registros fósiles serranos de Tandilia (Mazzanti y Quintana, 2002; Quintana, 2001; Quintana, 2015; Scheifler, 2014). La presencia de *Cavia aperea* no es rara en la dieta de esta lechuza, a pesar de su tamaño (Aliaga-Rossel y Tarifa, 2005; Bellocq, 2000), particularmente en proporciones ínfimas y de ejemplares juveniles como la registrada. La talla de las presas, determinada a través de la longitud de los fémures, confirma la tendencia de captura sobre ejemplares de menor masa (Tabla 1; Figura 1). Las aves también son de tamaño pequeño, posiblemente todas pertenecientes a passeriformes, mientras que los elementos identificados de los anuros indican a organismos diminutos como *Hyla* sp. y *Odontophrynus americanus*. La proporción relativamente alta de anuros sugiere que las egagrópilas fueron depositadas durante la estación húmeda y cálida.

Todos los taxones analizados presentan trazas de digestión con preponderancia

de la categoría ligera. La proporción de elementos óseos de mamíferos con evidencias de digestión (25,20%) se diferencia de los depredadores más destructivos (rapaces diurnas y mamíferos carnívoros) y se corresponde con registros actuales de egagrópilas de *Tyto alba* (Andrews, 1990; Gómez, 2007) aunque con algunos casos de digestión moderada. La muestra de aves tiene un rango amplio de frecuencias de epífisis afectadas por digestión, pero el promedio de esos valores (32,87%) es mayor que el determinado en los fémures de los mamíferos. La mayor proporción de elementos de aves con trazas de digestión, respecto de los mamíferos de una misma muestra, es un fenómeno recurrente que fue relacionado con la mayor fragilidad de los huesos aviares (Fernández *et al.*, 2009). En el caso de los anuros los elementos alterados por ácidos digestivos posiblemente estén sub representados debido a la pérdida de las epífisis articulares cartilaginosas de la mayoría de los huesos largos.

La preservación de las diversas partes del esqueleto de los microvertebrados analizados de Sa. La Peregrina es consistente con los estudios actualísticos de egagrópilas de *Tyto alba* y diferente de depredadores, como mamíferos y rapaces diurnas, que alteran más profundamente el esqueleto de las presas (Andrews, 1990; Gómez, 2007) (Figura 2, 4 y 6). Están representadas casi todas las partes del esqueleto de los micromamíferos con abundancias relativas similares a las determinadas en muestras actuales de Strigiformes. Por ejemplo la comparación de las abundancias relativas con el Accipitriiformes *Circus buffoni* revela un patrón del esqueleto poscraneano mejor preservado en la muestra de Sa. La Peregrina y similar a *T. alba* (Figura 2).

La disgregación natural del contenido de las egagrópilas facilitó la pérdida de

elementos por el traslado causado por agentes eólicos y pluviales. Estos agentes fueron señalados como causantes de movilidad y pérdida de huesos de microvertebrados (Dodson, 1973; Fernández Jalvo y Andrews, 1992; Montalvo *et al.*, 2012b). En consecuencia, las principales diferencias con *T. alba* están relacionadas con la recuperación de los elementos más pequeños como las falanges y metapodios, y la dispersión y pérdida de los dientes desprendidos *in situ*.

La preservación del esqueleto de las aves también es buena y comparable a la muestra de referencia de *T. alba* (Fernández *et al.*, 2009) (Figura 4). Los elementos con valores más altos de abundancia relativa (ulna, húmero, coracoides y tarsometatarso) coinciden con los determinados por Bochenski (2005) para acumulaciones de aves rapaces. En restos de aves pequeñas procesadas por Strigiformes se esperan proporciones iguales en la relación de los miembros anteriores y posteriores (Bochenski, 1997) lo cual es consistente con la muestra de Sa. La Peregrina. La relación 1:1 de los elementos distales de las aves no es frecuente en egagrópilas de Strigiformes (Bochenski y Nekrasov, 2001) por lo que podría estar representando un artefacto del registro.

La muestra de anuros tiene todas las frecuencias analizadas de partes esqueléticas con sesgos respecto de la proporción esperada. Las relaciones de preservación son similares a las descripta para restos de anuros consumidos por *Athene cunicularia* (Montalvo y Tejerina, 2009) aunque con preponderancia del miembro anterior en lugar del posterior.

La alteración principal del esqueleto de los microvertebrados analizados fueron las fracturas, aunque en proporciones relativamente bajas en comparación

con registros fósiles serranos (Quintana, 2015; Scheifler, 2014). La mayor frecuencia se determinó en los huesos de aves, lo que estaría relacionado con su fragilidad. Se destaca que las fracturas ocasionadas sobre el hueso fresco duplican a las producidas sobre el hueso seco, tanto en mamíferos como en aves. Las primeras habrían ocurrido en el momento de la captura y del consumo, mientras que las segundas durante su depósito sobre roca, posiblemente por pisoteo. Esta proporción relativa de tipos de fractura está invertida con relación a las muestras fósiles relevadas en este sistema serrano (Quintana, 2015).

La exposición breve en superficie fue suficiente para iniciar la desarticulación de los huesos del cráneo de los mamíferos, pero no para alterar profundamente las ramas mandibulares como ocurre en las muestras fósiles (Quintana, 2015; Quintana y Mazzanti, 2008).

La fragmentación del esqueleto apendicular de los mamíferos de la muestra de Sa. La Peregrina es baja (13,49%), con parámetros casi idénticos a los determinados para egagrópilas de Strigiformes (Andrews, 1990) y con un patrón inverso (mayor proporción de huesos enteros) respecto de rapaces diurnas como *Circus buffoni* (Figura 3). La fragmentación de las aves también es baja (32,16%), muestra similitudes con Strigiformes que consumen aves como *T. alba*, y se caracteriza por la mejor preservación de huesos largos enteros. La mayor proporción de fracturas en la muestra estudiada disminuye los parámetros en algunos elementos, particularmente del miembro posterior (Figura 5). Los elementos de los anuros casi no presentan fracturas ni se registraron bordes de diáfisis colapsados hacia el canal medular, correspondiendo a la categoría 1 (más baja) de fragmentación que ocupa *T. alba* según la propuesta de Pinto

Llona y Andrews (1999). Esta situación difiere de conjuntos actuales de anuros consumidos por *Athene cunicularia* (Montalvo y Tejerina, 2009) y puede estar determinada, además de la baja alteración que ocasiona *T. alba*, por el depósito tardío de las egagrópilas que contenían a este taxón.

CONCLUSIONES

La muestra analizada informa sobre los procesos ocurridos en una situación que fue poco explorada en acumulaciones de microvertebrados: la desagregación natural de las egagrópilas sobre un sustrato de roca dura con dispersión de su contenido, exposición aérea breve y enterramiento incipiente.

La presencia de pelos y de fragmentos de insectos adheridos a algunos elementos, son evidencias que la acumulación estuvo expuesta a los agentes naturales durante poco tiempo. Así, las alteraciones que ocurren en superficie, como las mordeduras de roedores y la meteorización, presentan baja frecuencia y poco impacto. Las fracturas posdeposicionales fueron la mayor fuente de modificación de la muestra, aunque con frecuencias bajas en relación con los casos fósiles.

Los procesos posdeposicionales de fase sub aérea son incipientes en comparación con muestras fósiles de microvertebrados relevados en este sistema serrano. La poca magnitud de las alteraciones diagenéticas, como ausencia de precipitaciones de minerales en las superficies óseas y la baja incidencia de marcas radicales y de transformaciones químicas, son emergentes del enterramiento incompleto y breve de parte de la muestra.

De este modo la meteorización y la diagénesis incidieron mínimamente sobre las mo-

dificaciones ocasionadas sobre el esqueleto de las presas durante su captura y consumo. En consecuencia se pudieron reconocer a los atributos generados por el depredador en proporciones similares a los determinados en egagrópilas frescas y enteras, particularmente en la muestra de micromamíferos.

Antes bien, se determinó que los procesos posdeposicionales sobre los elementos desprendidos de las egagrópilas ocurren tempranamente en superficie, pero requieren de mayor tiempo de exposición para que se expresen con mayor intensidad. Esos procesos pueden generar atributos sesgados de las propiedades originales de las muestras como pérdida de dientes y de elementos óseos por rodamiento lo que influye en las relaciones entre partes del esqueleto. Esta situación transferida al registro fósil ocasiona patrones alterados de preservación, aún en casos como el estudiado con poco efecto de procesos bioestratigráficos y sin la incidencia de la diagénesis.

La determinación de las alteraciones ocasionadas por procesos de superficie breves y de enterramiento incipiente permite reconocer secuencias de aparición de información tafonómica. En este caso se relevaron pocas partes articuladas (en registros frescos de *Tyto alba* son más numerosos), comenzó la desarticulación de los huesos del cráneo, las ramas mandibulares se separaron pero no se fracturaron significativamente, no se inició el colapso de extremos de diáfisis de anuros y comenzó la pérdida de información por transporte de elementos.

Los mayores sesgos en las proporciones esqueléticas se registraron en la preservación de los elementos distales y de las cinturas de las aves, en todas las relaciones del esqueleto de los anuros y en los dientes y partes más pequeñas de los mamíferos. Las fracturas posdeposicionales empezaron a generarse antes del enterramiento de modo

proporcionalmente diferente entre los taxones (aves > mamíferos > anuros) y en menor frecuencia que los contextos enterrados. En la parte de la muestra que estuvo enterrada parcialmente las raíces generaron improntas apenas perceptibles y sin afectar la integridad de la superficie cortical, el desarrollo de alteraciones de origen químico es muy bajo y la precipitación de minerales no se desarrolló sobre las superficies óseas. Algunas de estas características están ausentes en las muestras provenientes de egagrópilas frescas completas y otras se manifiestan o se intensifican a partir del enterramiento prolongado.

AGRADECIMIENTOS

Al Mg. E. Zugasti por su hospitalidad durante las estancias en el establecimiento Paititi. Estas investigaciones son parte de proyectos financiados por la Secretaría de Investigación de la Universidad Nacional de Mar del Plata y por el PICT 2013 proyecto 1979 de la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica.

BIBLIOGRAFÍA

- Aliaga-Rossel, E. y Teresa, T. 2005. *Cavia* sp. como principal presa de la lechuza de campanario (*Tyto alba*) al final de la estación seca en una zona intervenida al norte del Departamento de La Paz, Bolivia. *Ecología en Bolivia*, 40(1): 35-42.
- Andrews, P. 1990. *Owls, caves and fossils*. University Press, 231 p.
- Belloq, M. 2000. A review of the trophic ecology of the Barn Owl in Argentina. *Journal of Raptor Research*, 34: 108-119.
- Bó, M., Baladrón A. y Biondi, L. 2007. Ecología trófica de Falconiformes y Strigiformes: tiempo de síntesis. *Hornero*, 22: 97-115.
- Bochenski, Z. 1997. Preliminary taphonomic studies on damage to bird bones by Snowy Owls

- Nyctea scandiaca*, with comments on the survival of bones in palaeontological sites. *Acta zoológica cracoviensis*, 40(2): 279-292.
- Bochenski, Z. 2005. Owls, diurnal raptors and humans: signature on avian bones. En: T. O'Connor (ed.), *Biosphere and Lithosphere. New studies in vertebrate taphonomy*, pp. 31-45. Ox-bow Books, Oxford.
- Bochenski, Z. y Nekrasov, A. 2001. The taphonomy of Sub-Atlantic bird remains from Bazhukovo III, Ural Mountains, Russia. *Acta Zoologica Cracoviensis*, 44 (2): 93-106.
- Bochenski, Z. y Tornberg, R. 2003. Fragmentation and preservation of bird bones in uneaten food remains of the Gyrfalcon *Falco rusticolus*. *Journal of Archaeological Science*, 30: 16
- Borella, F. y Muñoz, S., 2006. Observaciones tafonómicas sobre restos de pinnípedos en la costa norte fueguina (Argentina). *Intersecciones en Antropología*, 7: 399-403.
- Bramwell, D., Yalden, D. y Yalden, P. 1987. Black grouse as the prey of the golden eagle at an archaeological site. *Journal of Archaeological Science*, 14: 195-200.
- Cruz, I. 2005. La representación de partes esqueléticas de aves. Patrones naturales e interpretación arqueológica. *Archaeofauna*, 14: 69-81.
- Dens, C. 1985. Nouveaux critères de reconnaissance des concentrations de microvertébrés d'après l'étude des pelotes de chouette du Botswana (Afrique australe). *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 4: 879-933.
- Dens, C., Fernández Jalvo, Y. y Dauphin, Y. 1995. Experimental taphonomy: preliminary results of the digestion of micromammal bones in the laboratory. *Paléontologie/Paleontology C. R. Academie Sciences*, 321: 803-809.
- Dewar, G. y Jerardino, A. 2007. Micromammals: when humans are the hunters. *Journal of Taphonomy*, 5: 1-14.
- Dodson, P. 1973. The Significance of Small Bones in Paleoecological Interpretation. *Rocky Mountain Geology*, 12: 15-19.
- Dodson, P. y Wexlar, D. 1979. Taphonomic investigations of owl pellets. *Paleobiology*, 5: 275-284.
- Ericson, P. 1987. Interpretations of archaeological birds remains a taphonomic approach. *Journal of Archaeological Science*, 14: 65-75.
- Fernández, F. 2012. *Microvertebrados del Holoceno de sitios arqueológicos en el sur de Mendoza (República Argentina): aspectos tafonómicos y sus implicancias en la subsistencia humana*. Tesis de Doctorado. Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata.
- Fernández, F., Moreira G., Ballejo, F. y De Santis, L. 2009. Novedosos registros de aves exhumadas del sitio arqueológico Laguna El Sosneado (LS-3) para el Holoceno tardío en el sur de Mendoza: aspectos tafonómicos. *Intersecciones en Antropología*, 10: 327-342.
- Fernández, F. y De Santis, L. 2013. Tafonomía de restos de micromamíferos recuperados del sitio arqueológico Agua de La Mula (Mendoza, Argentina) y su implicancia en la subsistencia humana. *Cuadernos del Instituto Nacional de Antropología y Pensamiento Latinoamericano - Series Especiales*, 1 (1): 181-195.
- Fernández Jalvo, Y. y Andrews, P. 1992. Small mammal taphonomy of Gran Dolina, Atapuerca (Burgos), Spain. *Journal of Archaeological Science*, 19: 407-428.
- Frontini, R. y Vecchi, R. 2014. Thermal alteration of small mammal from El Guanaco 2 site (Argentina): an experimental approach on armadillos bone remains (Cingulata, Dasypodidae). *Journal of Archaeological Science*, 44: 22-29.
- Gómez, G. 2007. Predators categorization based on taphonomic analysis of micromammals bones: a comparison to proposed models. En: Gutierrez, M.A.; Miotti, L.; Barrientos, G.; Mengoni Goñalons, G. y Salemme, M. (eds.) *Taphonomy and Zooarchaeology in Argentina, BAR S1601 (British Archaeological Report)*, 89-103.
- Gutiérrez, M. y Kaufmann, C. 2007. Methodological Criteria for the Identification of Formation Processes in Guanaco (*Lama guanicoe*) Bone Assemblages in Fluvial-Lacustrine Environments. *Journal of Taphonomy*, 5: 151-176.
- Lyman, R. 1994. *Vertebrate Taphonomy*. Cambridge University Press. Cambridge.
- Mazzanti, D. y Quintana C. 2002. Replica a: "Micromamíferos y paleoambientes del Holoceno en el Sudeste de la provincia de Buenos Aires (Argentina): el caso de Cueva Tixi.". *Publicación Especial*, 2: 1-10.
- Mondini, M. 2007. Tafonomía de vertebrados en la Puna argentina: atrición y modificaciones óseas por carnívoros. *Human and Faunal Relationships Reviewed: An Archaeozoological Approach* (ed. por E. Coronao-M. y J. Arroyo Cabrales). *British Archaeological Reports, Inter-*

- national Series* (BAR s1627), Oxford. pp. 95-112
- Montalvo, C. y Tallade, P. 2009. Taphonomy of the accumulations produced by *Caracara plancus* (Falconidae). Analysis of prey remains and pellets. *Journal of Taphonomy*, 7: 235-248.
- Montalvo, C. y Tejerina, P. 2009. Análisis tafonómico de los huesos de anfibios y roedores depredados por *Athene cunicularia* (Strigiformes, Strigidae) en La Pampa, Argentina. En: M. Berón; L. Luna; M. Bonomo, C.I. Montalvo; C. Aranda & M. Carrera Aizpitarte (eds.) *Mamíferos Mapu: pasado y presente desde la arqueología pampeana*. Ediciones Libros del Espinillo, 1: 323-334.
- Montalvo, C., Cheme Arriaga, L., Tallade, P. y Sosa, R. 2012a. Owl pellet dispersal by wind: observations and experimentations. *Quaternary International*, 278: 63-70.
- Montalvo, C., Tomassini, R, Visconti, G. y Tiranti, S. 2012b. Análisis tafonómico de micromamíferos del Pleistoceno Superior del Quequén Salado, provincia de Buenos Aires, Argentina. *Revista Brasileira de Paleontología*, 15(3): 345-358.
- Pinto Llona, A. y Andrews, P. 1999. Amphibian taphonomy and its application to the fossil record of Dolina (middle Pleistocene, Atapuerca, Spain). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 149: 411-429.
- Quintana, C. 2001. Composición y cambios en la secuencia faunística. En: Mazzanti y Quintana Eds. *Cueva Tixi: cazadores y recolectores de las sierras de Tandilia oriental. I. Geología, Paleontología y Zooloarquología*. Publicación Especial 1. ARBO-UNMDP. pp. 37-64.
- Quintana, C. 2015. Patrón esqueletario de roedores cávidos en la secuencia arqueológica de Cueva Tixi, Tandilia Oriental (Pleistoceno tardío - Holoceno tardío) Argentina. *Archaeofauna. International Journal of Archaeozoology*, 24. En prensa.
- Quintana, C. y Mazzanti D. 2008. Análisis del Esqueleto de Micromamíferos del Sitio Arqueológico Cueva Tixi (Pleistoceno Tardío- Holoceno Tardío), Sierras de Tandilia Oriental. *Ier Congreso Nacional de Zooloarquología Argentina, Malargüe, Mendoza. Libro de Resúmenes* pp. 29.
- Scheifler, N. 2014. Zooloarquología de los pequeños vertebrados del sitio Calera (cuena 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.
- Stahl, P. 1982. On small mammals remains in archaeological context. *American Antiquity*, 4: 822-829.
- Stahl, P. 1996. The recovery and interpretation of microvertebrate bone assemblages from archaeological contexts. *Journal of Archaeological Method and Theory*, 3: 31-75.
- Terry, R. 2007. Inferring predator identity from skeletal damage of small-mammal prey remains. *Evolutionary Ecology Research*, 9: 199-219.
- Velasco M., Lutz, M., Berkunsky, I., Kacolis, F. y López-Santoro, M., 2013. Mammals of protected area "La Poligonal" and neighborhood areas in Tandilia hills, Buenos Aires, Argentina. *Check List*, 9(6): 1510-1513.

Recibido: 30/04/2015 - Aceptado: 18/05/2015