

UCH-FC
B. Ambiental
A 321
C. 1



UNIVERSIDAD DE CHILE-FACULTAD DE CIENCIAS-ESCUELA DE PREGRADO

LAS AVES FÓSILES DE LA LAGUNA DE TAGUA TAGUA

Seminario de título entregado a la Universidad de Chile en cumplimiento parcial de los requisitos para optar al título de:

BIÓLOGO CON MENCIÓN EN MEDIO AMBIENTE

Por

JHONATAN ANDRÉS ALARCÓN MUÑOZ

Director del Seminario de Título

DR. MICHEL SALLABERRY AYERZA

Co-Director del Seminario de Título

DR. DAVID RUBILAR ROGERS

Enero, 2016
Santiago-Chile



INFORME DE APROBACIÓN SEMINARIO DE TÍTULO

Se informa a la Escuela de Pregrado de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Chile que el Seminario de Título, presentado por el Sr. Jhonatan Andrés Alarcón Muñoz

“Las Aves Fósiles de la Laguna de Tagua Tagua”

Ha sido aprobado por la Comisión de Evaluación, en cumplimiento parcial de los requisitos para optar al Título de Biólogo con mención en Medio Ambiente

Dr. Michel Sallaberry Ayerza
Director Seminario de Título

Dr. David Rubilar Rogers
Co-Director Seminario de Título

Comisión Revisora y Evaluadora

Dr. Alexander Vargas Milne
Presidente Comisión

Dr. Claudio Veloso Iriarte
Evaluador



Santiago de Chile, Enero de 2016

BIOGRAFÍA



Jhonatan Andrés Alarcón Muñoz nació el 15 de marzo de 1988 en la ciudad de Molina, Región del Maule, viviendo toda su infancia y adolescencia en la casa de su abuelo junto a sus padres y su hermano. Desde que era niño vivió en contacto con animales tanto domésticos como silvestres, los que siempre llamaron su atención. Esto, junto a su creciente gusto por los animales prehistóricos desde muy niño, lo llevó a interesarse en la ciencia. A la edad de 20 años partió a Santiago a estudiar Biología con mención en Medio Ambiente en la Facultad de Ciencias de la Universidad de Chile, siendo recibido por su tía Alba y tío Higinio en su casa de San Miguel. El año 2012 llegó como voluntario al Área de Paleontología del Museo Nacional de Historia Natural, lugar donde ha tenido la oportunidad de participar en varios proyectos relacionados con su área de interés, la paleontología de vertebrados. Actualmente vive con Jacqueline, Elías, María José y Joaquín, quienes lo hicieron parte de su familia.

“Dedicado a mi abuelo, José Alarcón (El Tuco)”

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, deseo agradecer a Michel Sallaberry por su amistad, por el apoyo incondicional brindado durante el desarrollo de esta tesis, por su paciente lectura y por sus valiosas críticas y sugerencias. Además le agradezco por haberme abierto las puertas del Laboratorio de Zoología de Vertebrados, lo que me permitió adquirir mis primeros conocimientos sobre osteología aviana, sirviéndome de impulso para dar mis primeros pasos en la paleontología de vertebrados.

También quiero agradecer a David Rubilar, un gran amigo, por darme acceso a la colección de vertebrados fósiles de Laguna de Tagua Tagua del Área de Paleontología del Museo Nacional de Historia Natural, por todos sus comentarios y críticas a este trabajo, y sobre todo, por darme la oportunidad de cumplir mi sueño de dedicarme a la paleontología.

Por supuesto también quiero agradecer a mis compañeros y amigos del Área de Paleontología del Museo Nacional de Historia Natural, Juan Pablo Guevara, Karina Buldrini, Rodrigo Otero, Ana Valenzuela, Constanza Figueroa, Luis Ossa y Roberto Yury, por siempre estar dispuestos a ayudar, por incorporarme, y por transmitirme sus conocimientos y experiencias, algo que es imprescindible para el avance del conocimiento científico. Deseo agradecer especialmente a Sergio Soto por su invaluable ayuda durante la realización de este trabajo, por su gran paciencia y por confiar en mí.

Agradezco a Christian Salazar por todos sus retos, los cuales sin duda me dieron un impulso para finalizar este proceso.

No puedo olvidar por ningún motivo a mis amigos Daniel Zamorano, Juan Pablo Pino, Francisco Salinas y Camilo Díaz, con quienes transité el largo camino de pregrado. Les agradezco por siempre apoyarme, por tenerme paciencia y por nunca dejarme de lado.

Agradezco a Juan Salazar (Juanito) por enseñarme lo que es el amor a la ciencia y, sobre todo, por ser mi amigo.

Yo no estaría en esta etapa de mi vida si no fuera por mi familia. Doy gracias a Jorge Alarcón y a Marina Muñoz, mis padres, por haberme dado una niñez simple y feliz. A mi hermano, por siempre estar a mi lado. A mi abuelo, al que nunca olvidaré, por todos sus consejos. A mi tía Alba y mi Tío Gino, quienes me recibieron en su casa sin pedirme un solo peso, sin ningún otro interés que el ayudarme y, finalmente, a Jacqueline, Elías, María José y Joaquín, quienes me recibieron en su casa y me han hecho sentir parte de su familia.

Agradezco a mis revisores Dr. Alexander Vargas y Dr. Claudio Veloso por sus comentarios y críticas a este trabajo.

Por último deseo agradecer a todas aquellas personas que a lo largo de mi vida me han incentivado a seguir, o que por el contrario, me han frenado. A todas ellas les debo el estar donde estoy ahora.

INDICE DE CONTENIDOS

Índice de tablas.....	ix
Índice de figuras.....	xi
Índice de abreviaturas.....	xiii
Resumen.....	xv
Abstract.....	xvi
1. Introducción.....	1
1.1 Área de estudio.....	5
1.1.1. Relieve.....	6
1.1.2. Antecedentes climáticos.....	7
1.1.3. Vegetación.....	7
1.2. Antecedentes estratigráficos y paleontológicos.....	7
1.3. Hipótesis y objetivos.....	11
2. Materiales y Métodos.....	12
2.1. Materiales estudiados.....	12
2.2. Proveniencia y edad de los fósiles.....	12
2.3. Material de comparación.....	15
2.4. Identificación taxonómica.....	16

2.5. Determinación de la diversidad.....	17
2.6. Tafonomía.....	19
3. Resultados.....	20
3.1. Identificación taxonómica.....	20
3.2. Las aves fósiles de la Laguna de Tagua Tagua.....	23
3.2.1. Tinamiformes.....	23
3.2.2. Anseriformes.....	27
3.2.3. Podicipediformes.....	47
3.2.4. Columbiformes.....	60
3.2.5. Gruiformes.....	65
3.2.6. Charadriiformes.....	82
3.2.7. Pelecaniformes.....	85
3.2.8. Accipitriformes.....	88
3.2.9. Falconiformes.....	93
3.2.10. Passeriformes.....	97
3.3. Tafonomía.....	101
3.3.1. Estado de conservación.....	101
3.3.2. Representación de elementos.....	101

3.3.3. Interferencia humana.....	103
4. Discusión.....	107
4.1. Identificación taxonómica.....	107
4.2. Tafonomía.....	109
4.3. El ensamble ornitológico de la Laguna de Tagua Tagua.....	111
4.4. La composición ornitológica y sus implicancias ecológicas y ambientales.....	115
4.5. Proyecciones.....	122
5. Conclusiones.....	124
Bibliografía.....	126
Anexos.....	135

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Dataciones C-14 A.P. de los Sitios TT-I y TT-II.....	14
Tabla 2. Aves identificadas para la Localidad de Laguna de Tagua Tagua.....	22
Tabla 3. Número de morfotipos de cada uno de los elementos identificados para el orden Tinamiformes.....	24
Tabla 4. Número de morfotipos de cada uno de los elementos identificados para el orden Anseriformes.....	39
Tabla 5. Número de morfotipos de cada uno de los elementos identificados para el orden Podicipediformes.....	53
Tabla 6. Número de morfotipos de cada uno de los elementos identificados para el orden Columbiformes.....	62
Tabla 7. Número de morfotipos de cada uno de los elementos identificados para el orden Gruiformes.....	73
Tabla 8. Elemento identificado para el orden Charadriiformes (único morfotipo).....	82
Tabla 9. Número de morfotipos de cada uno de los elementos identificados para el orden Pelecaniformes.....	85
Tabla 10. Número de morfotipos de cada uno de los elementos identificados para el orden Accipitriformes.....	89
Tabla 11. Elemento identificado para el orden Falconiformes (único morfotipo).....	94

Tabla 12. Número de morfotipos de fragmentos distales (fd) y proximales (fp) de
húmero.....98

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación de San Vicente de Tagua Tagua, Región de O'Higgins.....	5
Figura 2. Esquema estratigráfico y cronológico de la Formación Laguna de Tagua Tagua.....	8
Figura 3. Perfil estratigráfico (C4/F4) del sitio TT-II.....	15
Figura 4. Representación de los órdenes de aves identificados para la Laguna de Tagua Tagua dentro de la muestra total.....	20
Figura 5. Elementos de <i>Nothoprocta</i> cf. <i>perdicaria</i>	26
Figura 6. Húmeros y coracoides de Anseriformes.....	42
Figura 7. Tarsometatarsos de Anseriformes.....	44
Figura 8. Elementos pertenecientes a Anseriformes de gran tamaño.....	46
Figura 9. Húmeros y coracoides de Podicipediformes.....	57
Figura 10. Tibiotarsos y tarsometatarsos de Podicipediformes.....	59
Figura 11. Húmeros y tarsometatarsos de Columbiformes.....	64
Figura 12. Húmeros y coracoides de Gruiformes.....	77
Figura 13. Fémures y tibiotarsos de Gruiformes.....	79
Figura 14. Tarsometatarsos de Gruiformes.....	81
Figura 15. Charadriiforme indet. (SGO.PV. 23285).....	84

Figura 16. Elementos pertenecientes a <i>Ardea alba</i>	87
Figura 17. Elementos pertenecientes a accipítridos.....	92
Figura 18. Elementos pertenecientes a <i>Milvago cf. chimango</i>	96
Figura 19. Fragmentos de húmeros de Passeriformes.....	100
Figura 20. Representación porcentual de los elementos óseos identificados en este estudio.....	102
Figura 21. Porcentaje de elementos óseos con huellas de carbonización dentro de la muestra total.....	103
Figura 22. Detalle de los 3 órdenes de aves en los que se evidenciaron marcas de carbonización.....	104
Figura 23. Elementos pertenecientes a Anseriformes con marcas de carbonización...	105

INDICE DE ABREVIATURAS

Terminología anatómica osteológica (Baumel y Witmer, 1993) utilizada en este trabajo.

a: acromion	ctf: cista tibiofibularis
am: angulus medialis	cv: corpus vertebrae
cb: crista bicipitalis	cve: condylus ventralis
cdp: crista deltopectoralis	cvf: crus ventrale fossae
cdf: cruz dorsale fossae	del: depressio epicondylaris lateralis
cdo: condylus dorsalis	depo: depresión oval
cdf: cruz dorsale fossae	dia: diáfisis
ce: canalis extensorius	ei: eminentia intercondylaris
ch: caput humeri	ed: epicondylus dorsalis
chyp: cristas hypotarsi	ev: epicondylus ventralis
cl: condylus lateralis	el: epicondylus lateralis
clh: crista lateralis hypotarsi	em: epicondylus medialis
clh: crista lateralis hypotarsi	faa: facies articularis acetabularis
claa: crista lig. Acrom. Acrom.	fah: facies articularis humeralis
cm: condylus medialis	fen: fenestra
cmh: crista medialis hypotarsi	fpo: fossa poplitea
cmp: crista medialis plantaris	fp: fossa pneumotricipitalis
cmh: crista medialis hypotarsi	fmb: fossa musculi brachialis
co: canal óseo	fl: facies lateralis
col: cotyla lateralis	fc: facies costalis
com: cotyla medialis	fah: facies articularis humeralis
con: concavidad	fac: facies articularis clavicularis
cs: cotyla scapularis	fasc: facies articularis scapularis
ct: crista trochanteris	fm-I: fossa metatarsi I

fo: fossa olecrani	ps: pons supratendineus
fid: fossa infracotyloidea dorsalis	psd: processus supracondylaris dorsalis
fvd: foramen vasculare distale	sp.: sulcus patellaris
fas: facies articularis sternalis	se: sulcus extensorius
fpl: fossa parahypotarsalis lateralis	si: sulcus intercondylaris
fphtm: fossa parahypotarsalis medialis	smf: sulcus musculi fibularis
ic: incisura capitis	slt: sulcus ligamentus transversus
ii: incisura intercondylaris	sst: sulcus scapulothoracicus
ico: impressio coracobrachialis	tc: tuberculum coracoideum
ims: impressio m. sternocoracoidei	tct: trochlea cartilaginis tibialis
ilcc: impressio ligamentum cruciatum cranialis	tf: trochanter femoris
lier: linea intermus cranialis	tff: trochlea fibularis
lica: linea intermus caudalis	tm-II: trochlea metatarsi II
mc: margo caudalis	tm-III: trochlea metatarsi III
pe: processus extensorius	tm-IV: trochlea metatarsi IV
pa: processus acrocoracoideus	td: tuberculum dorsale
pc: processus costalis	tv: tuberculum ventrale
pf: processus flexorius	tmtc: tuberositas musculi tibialis cranialis
pl: processus lateralis	zcr: zigapophysis cranialis
pp: processus procoracoideus	zca: zigapophysis caudalis

RESUMEN

La localidad conocida como Laguna de Tagua Tagua, Región de O'Higgins, es un importante sitio de interés arqueológico y paleontológico en el que se ha registrado evidencia sobre la interacción entre megafauna y habitantes humanos, que data desde fines del Pleistoceno y comienzos de Holoceno. La mayoría de los estudios sobre la fauna que habitó esta zona están centrados en animales de gran tamaño, principalmente gonfoterios, ciervos y caballos, en cambio, la fauna menor ha sido muy poco abordada. El presente trabajo se focalizó en la caracterización de la avifauna fósil que habitó la laguna entre unos 11.000 y 10.000 años atrás, a partir del estudio de material fósil colectado por distintos investigadores, principalmente a principios de los años 90. Se reconoció la presencia de los órdenes Tinamiformes, Anseriformes, Podicipediformes, Columbiformes, Gruiformes, Charadriiformes, Pelecaniformes, Accipitriformes, Falconiformes y Passeriformes. La mayoría de las formas identificadas, como era de esperarse, correspondieron a aves acuáticas, integrantes de los órdenes Anseriformes, Gruiformes y Podicipediformes. Se detectaron marcas de carbonización que parecen concentrarse en elementos de Anseriformes, siendo un posible indicio de manipulación humana. Además, la aparente abundancia de *Lophonetta specularioides*, junto con la presencia de taxa identificado como cf. *Coscoroba* y formas gigantes de *Fulica*, muestra que la avifauna fósil podría eventualmente utilizarse como un indicador de las condiciones climáticas preponderantes en la Zona Central de Chile durante la transición Pleistoceno-Holoceno y que pudiera complementar las interpretaciones paleoclimáticas realizadas a partir de estudios polínicos.

ABSTRACT

The Tagua Tagua locality, Región de O'Higgins, is an important site of archaeological and paleontological interest in which there has been recorded evidence about the interaction between megafauna and human population dating from the late Pleistocene and early Holocene. Most of the studies about megafauna that lived in this zone are referred to large size animals, especially gomphotheres, deers and horses, in contrast, small size fauna has been less studied. This work was focused in the characterization of the fossil avifauna that lived in the lagoon between 11,000 and 10,000 years ago, through study of fossil material collected by several researchers, mainly at the beginning of 90's decade. The presence of the orders Tinamiformes, Anseriformes, Podicipediformes, Columbiformes, Gruiformes, Charadriiformes, Pelecaniformes, Accipitriformes, Falconiformes and Passeriformes were recognized. Many of the forms identified, as expected, were waterfowl, corresponding to the orders Anseriformes, Gruiformes and Podicipediformes. Charring marks were found and seems to focus mainly on elements of the Anseriformes order, being a possible sign of human manipulation. Furthermore, the apparent abundance of *Lophonetta specularioides*, combined with the presence of taxa identified such as cf. *Coscoroba* and giant form of *Fulica*, shows that fossil avifauna could eventually be used as an indicator of prevailing environmental conditions in Central Chile during the Pleistocene-Holocene transition and could complement paleoclimatic interpretations made from pollen studies.

1. INTRODUCCIÓN

Uno de los sitios de interés arqueológico y paleontológico más conocidos de nuestro país es la localidad de Laguna de Tagua Tagua, ubicada en la Región de O'Higgins, Chile central. En este lugar se han llevado a cabo numerosas investigaciones, principalmente enfocadas en la megafauna y en las ocupaciones paleoindias registradas entre fines del Pleistoceno y comienzos de Holoceno (Montané, 1968; Núñez y col., 1987; Núñez & Santoro, 1990; Núñez y col., 1994; Alberdi & Frassinetti, 2000; Alberdi & Alcaraz, 2011) junto con estudios paleoclimáticos, principalmente basados en registros de polen (Heusser, 1983, 1990; Villagrán, 1993).

Durante campañas realizadas en Laguna de Tagua Tagua a inicios de los años 90, durante la ejecución del llamado "Proyecto Tagua Tagua", se recabaron nuevas evidencias de la relación entre los humanos y los gonfoterios (mamíferos proboscídeos conocidos vulgarmente también como "mastodontes") que habitaban en los alrededores de la laguna (Núñez y col., 1994). Durante este proyecto, se realizaron excavaciones en dos sitios, denominados como Tagua Tagua I (TT-I) y Tagua Tagua II (TT-II) datados en unos 10.000 y 11.000 años respectivamente, correspondiendo a la parte terminal del Tardiglacial (Villagrán, 1993).

En contraste a lo anterior, y a pesar de la abundancia de materiales, hay muy pocos estudios referentes a vertebrados de pequeño tamaño que habitaron en Laguna de Tagua Tagua. Casamiquela (1976) menciona la presencia de roedores caviomorfos y cricétidos, peces, anfibios y aves de laguna, los que se registran a partir de los 11.380 ± 320 (Tardiglacial) (Montané, 1968), momento desde el cual el sitio muestra

características de tipo lacustre, posterior a un evento de desecación (Covacevic, 1971; Núñez, 1994). Además, Núñez y col., (1994) mencionan la existencia de gran cantidad de huesecillos de pequeños vertebrados mezclados entre los restos de gonfoterios recuperados del lugar.

Entre las pocas referencias a la fauna menor de Laguna de Tagua Tagua, junto con la de Casamiquela (1976), se cuentan menciones sobre la presencia de anfibios atribuidos al género *Calyptocephalella* y bufónidos indeterminados (Jiménez-Huidobro y col., 2009; Jimenez-Huidobro & Sallaberry, 2015; Guevara, 2015), un pequeño marsupial identificado como *Thylamys* sp. (Buldrini y col., 2013) y varias formas de aves continentales, principalmente de ambiente lacustre (Alarcón y col. 2014a, b y c; Sallaberry y col., 2015). Este último grupo reviste un especial interés en lo que respecta a la reconstrucción del ambiente que existió en Laguna de Tagua Tagua a fines del Pleistoceno y comienzos de Holoceno.

Actualmente, las aves son el grupo de vertebrados terrestres con la mayor riqueza en número de especies en Chile (Victoriano y col., 2006). Dentro de este grupo, las aves que habitan los ambientes acuáticos continentales integran aproximadamente un 29% de las 462 especies registradas en nuestro país (Araya & Millie, 1996; Jaramillo, 2005).

En lo que respecta al estudio de las aves fósiles (paleornitología), éste ha empezado a adquirir cada vez más fuerza, especialmente desde inicios del siglo XXI, lo que se ha traducido en la generación de un creciente número de trabajos que rápidamente se van desactualizando en respuesta a un número cada vez mayor de hallazgos (Chávez, 2007; Sallaberry y col., 2008; Rubilar-Rogers y col., 2012; Sallaberry y col., 2015).

Los primeros estudios sobre aves fósiles en Chile datan de finales del siglo XIX, correspondientes a descripciones realizadas por Philippi (1895) de "*Phalacrocorax sulcatus*" y "*Sula antiqua*" (luego enmendado por Murphy (1936) a *Sula variegata*) procedentes de las Guaneras de Tarapacá y Mejillones respectivamente. Ya en el siglo XX se dan a conocer los registros del Gaviidae *Neogaeornis wetzeli* (Lambrecht, 1929) y del Anhinguidae *Meganhinga chilensis* (Alvarenga, 1995). Luego, el estudio de las aves entra en un largo retroceso que culmina con la publicación del trabajo de Walsh & Hume (2001), dando un nuevo impulso a la Paleornitología, siendo documentadas actualmente varias formas fósiles distribuidas en una veintena familias, además de algunas indeterminadas (Sallaberry y col., 2015).

Específicamente en lo que respecta a las aves fósiles continentales, su registro en nuestro país es relativamente pobre (Chávez, 2007; Rubilar y col., 2012; Sallaberry y col., 2015), estando restringido al Suliforme de agua dulce *Meganhinga chilensis* (Alvarenga, 1995; Soto-Acuña y col., 2013), proveniente de niveles miocenos de la Formación Cura-Mallín (Niemeyer & Muñoz, 1983) en Lonquimay, en el centro-sur de Chile, y a un tarsometatarso asignado al género *Milvago* (representado actualmente por especies como *Milvago chimango* y *Milvago chimachima*) que proviene de la Formación La Portada en Antofagasta (Emslie & Guerra Correa, 2003). El estudio de las aves fósiles que existieron en lo que fue Laguna de Tagua Tagua, además de aumentar el conocimiento sobre las aves fósiles de nuestro país, podrían ser también útiles a la hora de realizar interpretaciones ambientales. La identificación y análisis de los restos de aves encontradas en sitios arqueológicos y/o paleontológicos, no solo significa la generación de conocimiento referente a su riqueza y abundancia en el pasado, sino que

también su estudio puede proporcionar valiosa información que puede ser útil para reconstruir ecosistemas antiguos (Gilbert y col., 1981).

En Laguna de Tagua Tagua se han realizado varios estudios basados en registros de polen extraídos de los distintos miembros sedimentarios del lugar, que han permitido conocer el tipo de vegetación y las condiciones climáticas que se presentaron en el transcurso del tiempo, especialmente durante y posterior al Último Máximo Glacial (Heusser, 1983, 1990; Villagrán, 1993). Específicamente durante el Tardiglacial (13.000 a 10.000 A.P.), estos estudios muestran una transición desde un ambiente húmedo y frío, caracterizado por la presencia de elementos vegetacionales sub-antárticos de características higrófilas, entre los que se cuentan taxa arbóreos como *Nothofagus* y *Podocarpus*, hacia un ambiente más árido y seco, caracterizado por la presencia de elementos del matorral semiárido, con dominancia de taxa herbáceos, principalmente gramíneas y compuestas (Heusser, 1993, 1990; Villagrán, 1993).

Tal y como el polen entrega información sobre las condiciones ambientales pasadas, la fauna, y en particular las aves, podrían ser útiles también para este propósito ya que muchas especies son sensibles a cambios en las condiciones del ambiente, por lo que la presencia de ciertas especies puede ser de gran valor informativo para la reconstrucción del paisaje, condiciones climáticas y su cambio en el tiempo (Gilbert y col., 1981).

En definitiva, conocer la ornitofauna que habitó en Laguna de Tagua Tagua podría complementar el conocimiento ya obtenido a partir de los estudios polínicos en lo que respecta a la reconstrucción de las condiciones ambientales que se presentaban durante el término del Pleistoceno y comienzos del Holoceno en la zona central de

Chile, además de ser un aporte para en incremento del conocimiento sobre las aves fósiles de nuestro país.

1.1. ÁREA DE ESTUDIO

La Laguna de Tagua Tagua ($34^{\circ}30' S$ y $71^{\circ}10' O$) está ubicada en la Comuna de San Vicente de Tagua Tagua, Región de O'Higgins (Fig. 1). El sitio se localiza a 120 km al Suroeste de la ciudad de Santiago, a unos 20 km de la ciudad de San Fernando y a unos 12 km al Este de San Vicente de Tagua Tagua, encontrándose inmediatamente al sur del Río Cachapoal (Covacevich, 1971; Núñez, 1994).

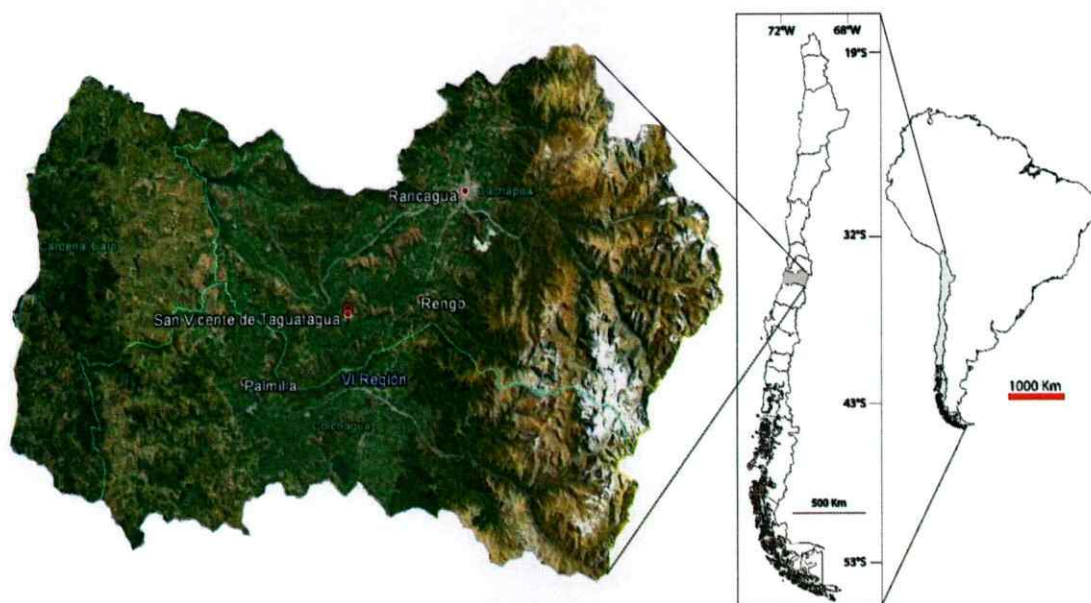


Figura 1. Ubicación de San Vicente de Tagua Tagua, Región de O'Higgins. En esta zona se emplaza la Localidad arqueológica y paleontológica de Laguna de Tagua Tagua.

1.1.1. Relieve

La cuenca de la Laguna de Tagua Tagua esta rodeada por un macizo montañoso con una extensión de unos 35 km NO y de aproximadamente 25 km de longitud NS, por el borde oriental de la Cordillera de la Costa. El macizo está rodeado por extensos valles, haciendo que la zona se encuentre como un sistema montañoso independiente de los relieves vecinos de la Cordillera de la Costa. El macizo está limitado por el Norte por los valles del Estero Zamorano y el curso inferior del Río Cachapoal y por el Sur por el valle del Río Tinguiririca, abarcando el tramo San Fernando-Santa Cruz. Por el Oeste por el valle del Río Tinguiririca, en el tramo Santa Cruz-Lago Rapel y por el Este por la depresión longitudinal de Chile. Los anchos de los valles que rodean el macizo varían entre los 3 y los 30 km mientras que la depresión longitudinal posee anchos que oscilan entre los 8 y 12 km, presentando dos angosturas en el sector del macizo, las que corresponden a Corral de Piedra y Pelequén. El macizo está constituido por un cordón de cerros que trazan una semicircunferencia abierta hacia la depresión central. Por el lado interno de esa semicircunferencia es donde se ubica la zona que corresponde a la cuenca de la Laguna de Tagua Tagua, que se conecta a nivel con la depresión central mediante el Corredor de Cuchipuy. Las máximas alturas que se presentan en el tramo septentrional de este cordón montañoso comprenden entre los 400 y 700 m.s.n.m. Las altitudes de los tramos occidental y sur están entre los 800 y 1300 m.s.n.m. La superficie plana inferior es claramente delimitada por la cota 200 m.s.n.m. con una altitud mínima de 191 m.s.n.m. ubicada en su sector centro-norte. (Covacevich, 1971; Núñez, 1994).

1.1.2. Antecedentes climáticos

Según Fuenzalida (1965, 1966) la localidad de Laguna de Tagua Tagua se encuentra en una zona que actualmente presenta un clima templado, caracterizado por lluvias invernales y una estación seca que se extiende por un periodo de aproximadamente 8 meses. La temperatura promedio anual es de 13,4° C y las precipitaciones alcanzan un promedio anual de unos 770,7 mm, basándose esos valores en los registros meteorológicos de la Ciudad de San Fernando (Núñez y col., 1994). Baeza y col. (1963), mencionan velocidades medias del viento en torno a Sur 11,2 Km/h y Sur 17,3 Km/h. El valor de humedad relativa media anual es de 78% y la evaporación total anual es de 836 mm.

1.1.3. Vegetación

Según Fuenzalida (1965), el área en el que se encuentra la localidad de Laguna de Tagua Tagua es una zona denominada "Formación de matorrales arborescentes", la cual presenta 3 estratos de vegetación arbórea, un arbustivo en el cual predomina *Acacia caven* (espino) y también hierbas anuales y perennes. A alturas mayores aparecen asociaciones de bosque esclerófilo en donde dominan especies como el quillay (*Quillaja saponaria*) y el peumo (*Cryptocaria alba*), y además, en las partes más húmedas, asociaciones higrófilas forestales (Núñez, 1994).

1.2. ANTECEDENTES ESTRATIGRÁFICOS Y PALEONTOLÓGICOS

Los sedimentos del sitio Laguna de Tagua Tagua son de origen lacustre. Trabajos en el lugar han permitido encontrar un importante registro faunístico, tanto de invertebrados como de vertebrados (Covacevich, 1971).

La columna realizada con fines estratigráficos y arqueológicos ha revelado la presencia de fauna distribuida en diferentes horizontes, alcanzando todo el conjunto un espesor de unos 15 metros (Covacevich, 1971; Labarca & Alcaraz, 2011; Fig. 1).

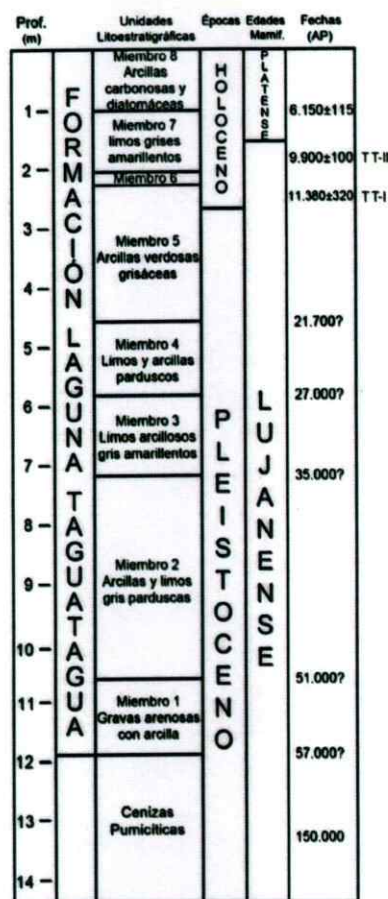


Figura 2. Esquema estratigráfico y cronológico de la Formación Laguna de Taguatagua. Se indica la ubicación de los sitios Tagua Tagua I (TT-I) y Tagua Tagua II (TT-II) (modificado de Alberdi & Alcaraz, 2011).

En la base de la serie sedimentaria se observa un paquete de potencia desconocida de cenizas volcánicas ácidas, similares a las que pueden ser observadas en otras zonas de Chile central. Sobre éstas se observan de manera discordante diferentes niveles notoriamente estratificados formados por sedimentos lacustres (Covacevich, 1971).

Los sedimentos están constituidos por arcillas, limos arcillosos, limos, diatomitas, además de intercalaciones delgadas de conglomerados finos, reconociéndose entre éstos la existencia de algunos paleosuelos localmente discordantes. La composición litológica varía de acuerdo a la posición de los perfiles con respecto a su distancia con el borde de la laguna, además de observarse variaciones por fluctuaciones estacionales del nivel de las aguas (Covacevich, 1971).

Los restos de vertebrados se observan en diferentes niveles de la secuencia estratigráfica. Los más antiguos registros se encuentran a 5,50 metros de profundidad, correspondientes a la cornamenta de un ciervo extinto asignada al género *Antifer* (Casamiquela y col., 1967; Labarca & Alcaraz, 2011), y que mostraría afinidad con ciervos fósiles del Pleistoceno de Uruguay y Argentina (Covacevich, 1971). En los sedimentos por sobre este registro y hasta los 235 cm se observan solo restos rodados de huesos, cuyo estado de conservación imposibilita una asignación taxonómica precisa (Covacevich, 1971). En los 235 cm se registra una asociación de mamíferos fósiles, principalmente, gonfoterios, caballos y cánidos. Junto a éstos se encuentran artefactos líticos asociados a actividad humana. Estos restos se encuentran restringidos a un paleosuelo que señalaría el fin del Pleistoceno y/o el comienzo del Holoceno (Covacevich, 1971).

A partir de este punto, el cual está datado en 11.380 +/- 320 años por medio de C-14 (Montané, 1968), el sitio muestra nuevamente características de tipo lacustre, registrándose una fauna que es esencialmente lítica, compuesta por peces, anfibios atribuidos a cf. *Calyptocephalella* sp. y a bufónidos (Jiménez-Huidobro y col., 2009, Jiménez-Huidobro & Sallaberry, 2015; Guevara, 2015), roedores caviomorfos y

cricétidos (Casamiquela, 1976), un marsupial asignado a *Thylamys* sp. (Buldrini y col., 2013), aves (Casamiquela, 1976; Alarcón y col., 2014a, b y c) y moluscos dulceacuícolas (Covacevich, 1971; Casamiquela, 1976).

Los moluscos fósiles entregan importante información sobre las condiciones ambientales de la Laguna de Tagua Tagua en el pasado. Estos se observan desde los 859 cm de profundidad hasta los 547 cm, prácticamente desapareciendo en este punto y reapareciendo entre los 235 cm y los 91 cm de profundidad. Esta distribución discontinua puede explicarse en ciertos horizontes por variaciones que sufrió el nivel de la laguna o por cambios climáticos que dificultaron el desarrollo de estos moluscos (Covacevich, 1971).

HIPÓTESIS

Dado que a finales del Pleistoceno y comienzos del Holoceno el ambiente en el que habitaron las aves fósiles de la localidad arqueológica y paleontológica Laguna de Tagua Tagua presentaba características de tipo lacustre, se esperaría que gran parte de las aves que se identifique correspondan a formas que en la actualidad frecuentan este tipo de ambientes.

OBJETIVOS

Objetivo general:

Identificar los taxa de aves fósiles presentes en la localidad Laguna de Tagua Tagua con la mayor resolución posible, de manera de tener un panorama general de la ornitofauna presente en la zona de estudio a finales del Pleistoceno y comienzos del Holoceno.

Objetivos específicos:

- a) Evaluar la posibilidad de realizar interpretaciones paleoambientales basándose en los taxa presentes en la Laguna de Tagua Tagua.
- b) Evaluar tafonómicamente el registro fósil de aves, en aspectos tales como la selección de elementos, grado de preservación e intervención antrópica.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Materiales estudiados

Los materiales constan de huesos fósiles de aves colectados principalmente durante el denominado “proyecto Tagua Tagua” en el año 1990, del que el arqueólogo Lautaro Núñez era investigador responsable, junto con otros pocos restos colectados en las décadas de los 60' y 80'. Todos los fósiles estudiados se encuentran depositados en las colecciones de vertebrados fósiles del Área de Paleontología del Museo Nacional de Historia Natural (MNHN) bajo el acrónimo SGO.PV. La mayoría corresponde a elementos desarticulados y no asociados, muchos de ellos fragmentados, que en su mayor parte forman parte del esqueleto apendicular (principalmente húmeros, radios, ulnas, fémures, tibiotarsos y tarsometatarsos), aunque también se recuperaron varias vértebras y otros elementos adicionales.

2.2. Proveniencia y edad de los fósiles.

Los materiales fueron colectados en los sitios Tagua Tagua I (TT-I) y Tagua Tagua II (TT-II). Según Núñez y col. (1994), en el sitio TT-I fue expuesta una superficie de 69 m², de donde se extrajo un volumen de sedimentos de 138 m³, y que estaba contigua a la excavación realizada por el Arqueólogo Julio Montané durante los años 1967 y 1968, quien despejó una superficie de 300 m², comprobando la asociación de restos de megafauna extinguida con diversas evidencias de actividad humana paleoindia, datadas en los 11.380 ± 320 años (Núñez y col., 1994). Por otra parte, en el sitio TT-II, ubicado a 700 metros del anterior, Núñez realizó otra zona de excavación de 90 m², la que fue



descubierta durante el proyecto. De ambos sitios se recuperaron gran cantidad de huesos de gonfoterios y de otros vertebrados, además de objetos de manufactura humana (Núñez y col., 1994).

En gran parte de los casos se pudo establecer si los restos fósiles provenían del sitio TT-I o de TT-II, gracias a que la mayoría de los materiales registraban esta información en las etiquetas que los acompañaban. Sin embargo, varios de los materiales tenían información confusa, ya que en una misma etiqueta se mencionan los sitios TT-I y TT-II, lo que sumado a la carencia de apuntes de campo de la época en la que se realizaron las excavaciones (para la interpretación de información adicional anotada en las etiquetas mencionadas), junto con la ausencia de varias etiquetas dificultó discriminar entre uno u otro sitio. Además, la referencia a niveles sedimentarios (dentro de los miembros en que se ubican ambos sitios, ver Fig. 2) más específicos, fue difícil de interpretar ya que muchas etiquetas tenían esta información escrita de forma "coloquial" o no se mencionaba. Se optó por asignar edades globales a los elementos según el sitio de proveniencia, teniendo en cuenta varias menciones en la literatura sobre la antigüedad de los sitios TT-I y TT-II (Núñez y col., 1987; Núñez y col., 1994; Montané, 1968; Jackson y col., 2004, ver Tabla 1) las que en algunos casos (cuando fue posible) fueron reforzadas con la interpretación de la información disponible sobre los niveles de proveniencia y su contrastación con las descripciones de los miembros sedimentarios de Laguna de Tagua Tagua obtenidas de literatura (Núñez y col., 1994; Labarca & Alcaraz, 2011).

El sitio TT-I posee tres fechados radiocarbónicos con edades comprendidas entre los 11.400 y los 11.000 años AP, mientras que TT-II abarca edades entre los 10.200 y

9.700 años AP (Núñez y col., 1994; Núñez y col., 1987; Montané, 1968; Jackson y col., 2004; Jackson & Jackson, 2008; Labarca & Alcaraz, 2011), siendo éstas las edades aproximadas que tendrían los fósiles de aves, según el sitio de proveniencia. No fue posible asignar edades a los elementos con información confusa, mientras no se disponga de las libretas de campo que clarifiquen la información contenida en las etiquetas.

A partir de lo anteriormente expuesto, se puede conferir una edad de alrededor de 11.000 años para los restos de aves provenientes del sitio Tagua Tagua I y de alrededor de 10.000 años para los del sitio Tagua Tagua II, ubicándolos entre fines del Pleistoceno y/o comienzos de Holoceno.

Tagua I (Montané, 1968, 1969)	Tagua II (Núñez y col, 1994)
11.380 ± 320	10.190 ± 120
11.320 ± 300	9900 ± 100
11.000 ± 170	9.700 ± 90

Tabla 1. Dataciones C-14 ap. de los sitios TT-I y TT-II (modificado de Núñez y col, 1994).

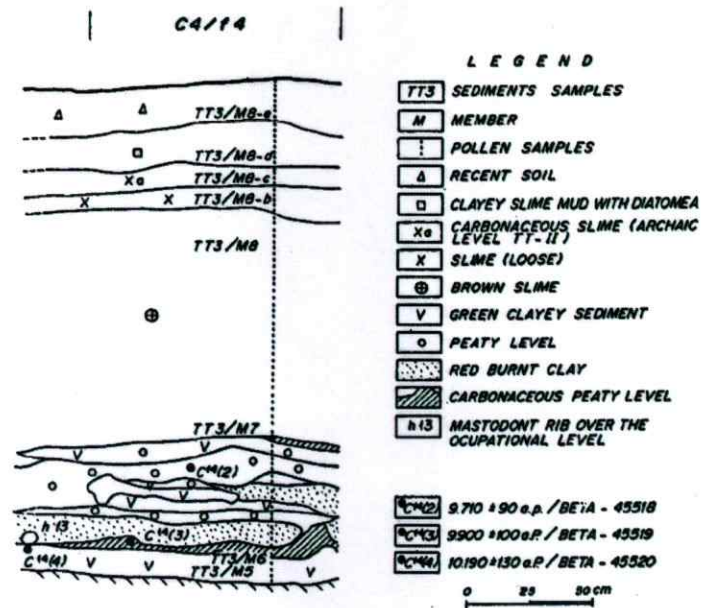


Figura 3. Perfil estratigráfico (C4/F4) del sitio TT-II. Se muestran las determinaciones radiocarbónicas dentro de los miembros sedimentarios (tomado de Núñez y col., 1994).

2.3. Material de comparación

Para realizar las identificaciones de los elementos fósiles de aves se recurrió a especímenes actuales de comparación pertenecientes a la Colección Osteológica del Laboratorio de Zoología de Vertebrados de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Chile (UCHZV) y a la Colección Osteológica de Aves del Área de Zoología del Museo Nacional de Historia Natural (MNHN) (Anexo 1). Además se utilizó la clave osteológica contenida en Gilbert y col., (1981) y varias publicaciones con fotografías y claves que ayudaron a la identificación de los elementos óseos.

2.4. Identificación Taxonómica

La mayoría de los huesos se encontraban mezclados con sedimentos, por lo que se procedió a su separación y limpieza antes de estudiarlos. Luego fueron agrupados según el elemento del que se tratase (húmeros, coracoides, etc.). Posteriormente y para cada grupo de elementos, se procedió a la separación de morfotipos para finalmente proceder a su identificación. Las determinaciones taxonómicas fueron realizadas en base a anatomía comparada, a través del uso de material osteológico actual (esqueletos de aves). No se realizaron descripciones detalladas de cada uno de los elementos para cada forma identificada, sólo se limitó a la mención de ciertas características diagnósticas en comentarios generales realizados para cada orden de aves presente en Laguna de Tagua Tagua. Los caracteres diagnósticos referidos se centraron principalmente a nivel de orden y/o familia, y ocasionalmente al nivel de género. Esto se debe a que en la actualidad son muy escasas las descripciones detalladas y diagnósticas de la osteología de muchas de las especies que habitan en Chile, por lo que las identificaciones a nivel genérico y específico se realizaron principalmente comparando el material fósil y el actual.

Par la denominación de los accidentes osteológicos (forámenes, procesos, etc.) se empleó la nomenclatura anatómica propuesta en *Nomina Anatomica Avium* de Baumel & Witmer (1993).

En ciertos casos, para la asignación y nominación de los elementos óseos, se recurrió al uso de la llamada Nomenclatura Abierta. El uso de esta nomenclatura es el procedimiento por el cuál un taxónomo asigna pertenencia de un espécimen que no puede ser identificado de forma segura a una categoría taxonómica determinada

(Bengston, 1988; Chávez, 2008). Se agrega el prefijo *aff.* (latín, *affinis*, afín o relacionado) para indicar afinidad a un género o especie ya conocida, cuando se sospecha que los restos fósiles pertenecen a una potencialmente nueva especie que aún no ha sido descrita. En el caso de que los elementos óseos presenten una similitud morfológica general con respecto a un género y/o especie, pero no hay certeza de la asignación, se utilizó el prefijo *cf.* (latín, *confer*, conferido o comparado) indicando que la asignación es provisional. Se utilizó *sp.* para indicar que el espécimen no pudo ser relacionado a ninguna especie por lo que la identificación aún no ha sido establecida. Cuando se sospechaba que cierto elemento pertenece a alguna categoría taxonómica determinada, pero no se contó con material de comparación, se utilizó un símbolo de interrogación (?).

Una vez hechas las identificaciones, se evaluó la posibilidad de realizar interpretaciones sobre las condiciones ambientales que pudieron haberse presentado en la laguna durante el límite Pleistoceno-Holoceno en base a las aves presentes.

2.5. Determinación de la diversidad.

La aplicación de índices ecológicos actualistas a un conjunto de fósiles presenta muchas dificultades prácticas (Chávez, 2008). En el caso específico de Laguna de Tagua Tagua, se cuentan la imposibilidad de determinar un N real, la falta de información más específica sobre los niveles sedimentarios del que provienen los fósiles y al importante sesgo que se generó al seleccionar los elementos a estudiar, lo que se debe en parte a que ciertos elementos esqueléticos fueron más fáciles de identificar que otros. Adicionalmente, se dificulta realizar comparaciones de diversidad entre los sitios TT-I y

TT-II, debido a que la mayoría de los elementos que se encontraban en la colección provenían del primer sitio. Por esta razón, solo se estimó la riqueza de especies (o formas) (S) y el porcentaje de representación de especies, siempre tomando con cautela los resultados obtenidos. Este procedimiento fue hecho para ambos sitios, sin realizar comparaciones entre éstos, ya que los resultados, con la información disponible, serían irreales. Sólo se generó un esbozo de la diversidad taxonómica, es decir, número de especies y/o morfotipos identificados, abundancia relativa y abundancia de elementos óseos.

En muchos casos, varios de los elementos identificados no pudieron ser relacionados con otros en lo que respecta a su pertenencia a un determinado taxón. Por ejemplo, se pueden dar casos en que un coracoides y un húmero fueron asignados al género *Fulica*, pero no se pudo establecer si ambos elementos pertenecen o no a la misma especie o individuo. En estos casos, la representación del taxón se calculó tomando como referencia el número mínimo de morfotipos para un taxón dado (NMM). Entonces, si por ejemplo se dispone de 7 morfotipos de coracoides asignados al género *Fulica* (*Fulica* sp. 1, sp. 2, etc.), pero solo 4 morfotipos de húmeros asignados a ese género, la representación (o riqueza) de este género será de 4. Se constató que los restos fragmentarios no encajaran entre sí, de manera de evitar la sobrerrepresentación de materiales.

Para el cálculo del número mínimo de individuos (NMI) se consideraron aspectos como el tipo de elemento óseo, lateralidad y sitio de proveniencia. El número mínimo de individuos corresponderá a la categoría que tenga el mayor número de elementos. Por

ejemplo, si se dispone de 5 fémures izquierdos, pero solo 3 derechos de un mismo taxón (que provengan de un mismo sitio), el NMI será de 5.

La representación porcentual de especies (o formas) se calculó respecto al total de los materiales estudiados (según la metodología usada en Chávez, 2008), siendo una aproximación sobreestimada del NMI por especie.

A pesar de que los resultados obtenidos no son tan informativos como se quisiera, representan una primera aproximación a la diversidad de aves que existió en Laguna de Tagua Tagua en el límite Pleistoceno-Holoceno, hasta ahora prácticamente desconocida.

2.6. Tafonomía

Se calculó la representación porcentual de cada uno de los elementos óseos dentro de la muestra total, sin embargo, debido al sesgo provocado por la dificultad diferencial para identificar los huesos en este estudio, estos resultados deben tomarse solo como una aproximación al valor real que éstos deben haber tenido en terreno.

Se evaluaron aspectos como el estado de conservación de los huesos, se calculó el porcentaje de elementos óseos que presentan posible evidencia de actividad humana (rastros de carbonización principalmente) para la totalidad de elementos estudiado de manera de tener una primera aproximación a la importancia de la interferencia antrópica en la conservación de los huesos.

3. RESULTADOS

3.1. Identificación Taxonómica

En este estudio, 204 elementos óseos de aves fueron identificados, principalmente pertenecientes al esqueleto apendicular, reconociéndose representantes de 10 órdenes, correspondientes a Tinamiformes (perdices), Anseriformes (patos, gansos, cisnes), Podicipediformes (zambullidores), Columbiformes (palomas y tórtolas), Gruiformes (taguas, pidenes), Charadriiformes (chorlos, gaviotas, queltehues), Pelecaniformes (garzas, ibis), Accipitriformes (peucos, águilas), Falconiformes (halcones, tiuques) y Passeriformes (aves canoras). (Fig. 4).

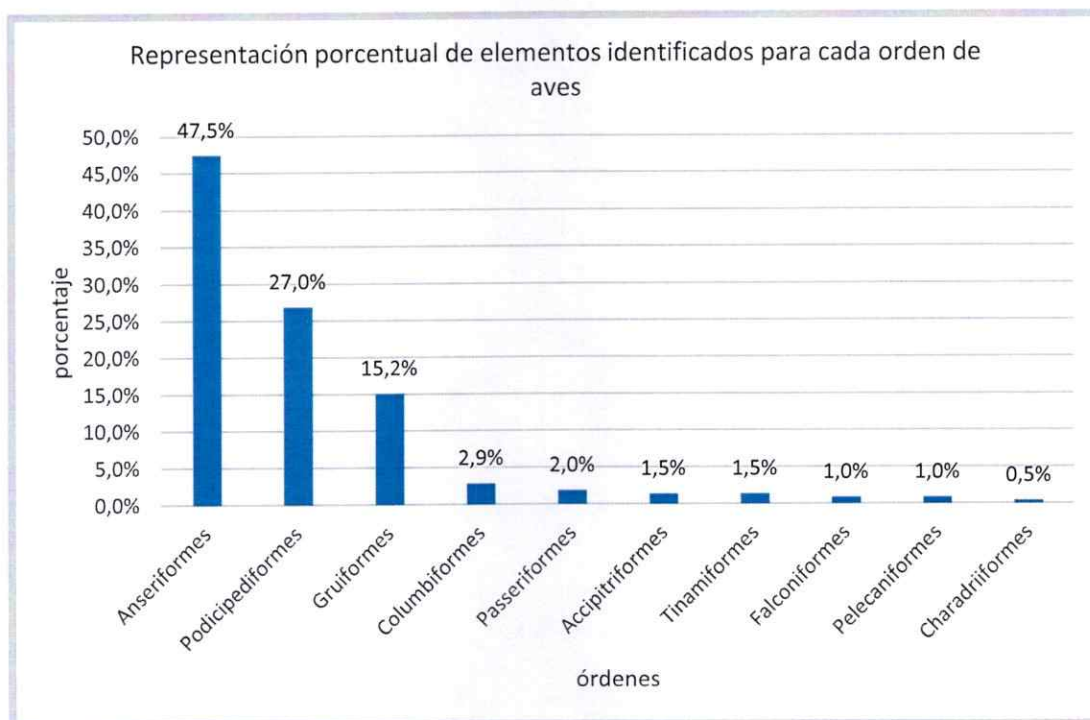


Figura 4. Representación de los órdenes de aves identificados para la Laguna de Tagua Tagua dentro de la muestra total. Nótese la dominancia de los órdenes Anseriformes, Podicipediformes y Gruiformes, aves comunes en ambientes de agua dulce (lagos, lagunas, humedales y ríos).

Los Anseriformes fueron el grupo más abundante, con un 47,5 % de los elementos identificados pertenecientes a este orden. Le sigue el orden Podicipediformes (27%) y Gruiformes (15,2%). Además, varios órdenes de aves terrestres estuvieron presentes, todas pertenecientes a grupos que pueden verse hoy en día en lagos, lagunas, ríos y humedales, mostrando que la Laguna de Tagua Tagua a finales del Pleistoceno y comienzos del Holoceno fue un lugar rico en avifauna.

En la Tabla 2 puede observarse en detalle la diversidad taxonómica reconocida y la cantidad de elementos identificado para la totalidad de los taxa. Se identificaron 9 familias, una para cada orden, a excepción de los Passeriformes, grupo en el que la o las familias permanecieron como indeterminadas. Además, 9 géneros y 10 especies fueron reconocidos con cierta seguridad, sin embargo, para gran parte de los elementos no fue posible llegar a este nivel de exclusividad, permaneciendo ya sea como géneros o especies indeterminadas o como "sp." (cuando fue reconocido el género, pero no la especie), lo que se debió en parte a la carencia de suficiente material de comparación y también a la homogeneidad osteológica que muchas de los grupos de aves presentan, lo cual fue especialmente patente en los órdenes Gruiformes y Anseriformes.

Orden	Familia	Género	Especie	TT-I		Sitio TT-II		Indet.		Total		%NT
				N	M	N	M	N	M	Nt	Mt	
Tinamiformes	Tinamidae	<i>Nothoprocta</i>	<i>N.cf. perdicaria</i>	3	1	0	0	0	0	3	1	1,5%
Anseriformes	Anatidae	<i>Lophonetta</i>	<i>L. specularioides</i>	14	7	0	0	2	2	16	9	7,8%
		Indet.	Indet. 1	2	2	0	0	0	0	2	2	1,0%
			Indet. 2	0	0	1	1	0	0	1	1	0,5%
			Indet. 3	1	1	0	0	4	3	5	4	2,5%
			Indet. 4	7	4	0	0	1	1	8	5	3,9%
			Indet. 5	1	1	0	0	0	0	1	1	0,5%
			Indet. 6	1	1	0	0	0	0	1	1	0,5%
			Indet. 7	1	1	0	0	0	0	1	1	0,5%
			Indet. 8	2	1	0	0	0	0	2	1	1,0%
			Indet. 9	9	7	3	2	3	2	15	11	7,4%
			Indet. 10	11	6	0	0	0	0	11	6	5,4%
			Indet. 11	1	1	0	0	0	0	1	1	0,5%
			Indet. 12	26	18	0	0	1	1	27	19	13,2%
			Indet. 13	1	1	0	0	0	0	1	1	0,5%
			Indet. 14	0	0	0	0	1	1	1	1	0,5%
			Indet. 15	2	1	0	0	0	0	2	1	1,0%
			Indet. 16	1	1	0	0	0	0	1	1	0,5%
		cf. <i>Coscoroba</i>	<i>C. coscoroba</i> (?)	1	1	0	0	0	0	1	1	0,5%
Podicipediformes	Podicipedidae	<i>Podiceps</i>	<i>P. major</i>	18	4	0	0	4	1	22	5	10,8%
		Indet.	Indet. 1	0	0	0	0	2	1	2	1	1,0%
			Indet. 2	1	1	1	1	0	0	2	2	1,0%
			Indet. 3	3	2	1	1	9	6	13	8	6,4%
			Indet. 4	0	0	0	0	2	2	2	2	1,0%
			Indet. 5	1	1	0	0	0	0	1	1	0,5%
			Indet. 6	3	2	0	0	1	1	4	3	2,0%
			Indet. 7	0	0	1	1	0	0	1	1	0,5%
			Indet. 8	0	0	1	1	4	3	5	3	2,5%
			Indet. 9	1	1	0	0	1	1	2	2	1,0%
			Indet. 10	1	1	0	0	0	0	1	1	0,5%
Columbiformes	Columbidae	<i>Patagioenas</i> (?)	Indet.	2	2	0	0	0	0	2	2	1,0%
		Indet.	Indet. 1	1	1	0	0	1	1	2	2	1,0%
			Indet. 2	2	2	0	0	0	0	2	2	1,0%
Gruiformes	Rallidae	<i>Fulica</i>	<i>F.cf. ruffifrons</i>	2	1	1	1	0	0	3	2	1,5%
			<i>F.cf. armillata</i>	11	3	2	1	2	1	15	5	7,4%
			<i>F. sp. 1</i>	3	3	1	1	0	0	4	4	2,0%
			<i>F. sp. 2</i>	1	1	0	0	0	0	1	1	0,5%
			<i>F. sp. 3</i>	1	1	0	0	0	0	1	1	0,5%
			<i>F. sp. 4</i>	1	1	0	0	0	0	1	1	0,5%
			<i>F. sp. 5</i>	0	0	1	1	0	0	1	1	0,5%
			<i>F. sp. 6</i>	1	1	0	0	0	0	1	1	0,5%
			Indet. 1	1	1	0	0	0	0	1	1	0,5%
			Indet. 2	1	1	0	0	0	0	1	1	0,5%
			<i>F.cf. ardesiaca</i>	1	1	1	1	0	0	2	2	1,0%
Charadriiformes	Indeterminada	Indet.	Indet.	1	1	0	0	0	0	1	1	0,5%
Pelecaniiformes	Ardeidae	<i>Ardea</i>	<i>A. alba</i>	1	1	1	1	0	0	2	2	1,0%
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Parabuteo</i>	<i>P. unicinctus</i>	1	1	0	0	0	0	1	1	0,5%
		Indet.	Indet. 1	1	1	0	0	0	0	1	1	0,5%
			Indet. 2	0	0	1	1	0	0	1	1	0,5%
Falconiformes	Falconidae	<i>Milvago</i>	<i>M.cf. chimango</i>	2	1	0	0	0	0	2	1	1,0%
Passeriformes	Indet.	Indet. 1	Indet. 1	0	0	0	0	1	1	1	1	0,5%
		Indet. 2	Indet. 2	0	0	0	0	1	1	1	1	0,5%
		Indet. 3	Indet. 3	0	0	0	0	2	1	2	1	1,0%
Total	10	17	53	146	91	16	14	42	30	204	133	100,0%

Tabla 2. Aves identificadas para la localidad de Laguna de Tagua Tagua. Para cada forma de ave (especie) y para cada localidad (TT-I, TT-II o Indeterminada) se muestra el número de elementos (N), número mínimo de individuos (M) y porcentaje de representación para cada forma con respecto al total de elementos (%Nt).

3.2. LAS AVES FÓSILES DE LA LAGUNA DE TAGUA TAGUA

A continuación se presenta el listado de las aves fósiles identificadas en Laguna de Tagua Tagua. Se mencionan los elementos en que se basan las identificaciones y sus sitios de procedencia, ya sea TT-I, TT-II o procedencia indeterminada. La lista se encuentra taxonómicamente ordenada, respetando el nivel consecutivo de clase, superorden, orden, familia, género y especie. Adicionalmente, se agregan comentarios generales principalmente referidos a algunos caracteres diagnósticos de en los elementos óseos. Prácticamente todos los restos identificados correspondieron a individuos adultos.

SISTEMÁTICA PALEONTOLÓGICA

Clase AVES Linnaeus, 1758

Superorden Palaeognathae Pycraft, 1900

Orden Tinamiformes Huxley, 1872

Familia Tinamidae Gray, 1840

Género *Nothoprocta* Sclater & Salvin, 1873

Especie *Nothoprocta perdicaria* Kittlitz, 1830

Nothoprocta cf. perdicaria

MATERIAL REFERIDO. Un húmero derecho (SGO.PV. 23206-a), un fémur derecho (SGO.PV. 23206-b) y un coracoides derecho (SGO.PV. 23206-c).

SITIOS DE PROCEDENCIA. SGO.PV. 23206-a, b y c provienen de TT-I

OBSERVACIONES. El húmero es prácticamente indistinguible de ejemplares actuales de *Nothoprocta perdicaria*, no obstante, el coracoides muestra una morfología ligeramente distinta, siendo un poco más elongado que los materiales con que se

comparó, mientras que el fémur presenta una diáfisis con una forma ligeramente más sigmoidal que en el fémur de una perdiz chilena actual. Sin embargo, estas diferencias pueden deberse a variaciones intraespecíficas, quizá relacionadas con el sexo. Se deben realizar más comparaciones para validar completamente la asignación realizada.

elementos	morfotipos
húmeros	1
coracoides	1
fémures	1
	$\bar{x}=1$

Tabla 3. Número de morfotipos para cada uno de los elementos identificados para el orden Tinamiformes. Todos fueron referidos a una sola forma de tinámido (*Nothoprocta cf. perdicaria*).

COMENTARIOS GENERALES

Los coracoides de los tinámidos presentan un gran foramen en su superficie dorsal, distal al *facies articularis scapularis*. También muestra un delgado *processus acrocoracoideus* y una distintiva impresión en la cabeza del coracoides del *musculus biceps brachii* en la superficie ventral del *processus acrocoracoideus* y un foramen que perfora el margen superior del *facies articularis scapularis* (Bertelli & Chiappe, 2005). En el húmero, el eje principal del *condylus ventralis* es más largo que el del *condylus dorsalis* (Bertelli & Chiappe, 2005). En otras neornithes el *condylus dorsalis* es significativamente más corto que el *condylus ventralis* (Clarke & Chiappe, 2001). El húmero además presenta un *processus supracondylaris dorsalis* redondeado y prominente (Bertelli & Chiappe, 2005) y un *sulcus ligamentus transversus* poco profundo (Lee y col., 1999).

Nothoprocta cf. perdicaria (perdiz chilena), es el único tinamiforme (grupo representado principalmente por formas con poca capacidad voladora) identificado para Laguna de Tagua Tagua, aunque las pequeñas diferencias encontradas entre los fósiles y elementos de *Nothoprocta perdicaria* actual amerita una nueva revisión de los restos que permita descartar la existencia de más de una forma de perdiz. Las perdices son aves terrestres compactas y poco vistosas, que emiten fuertes silbidos, siendo más fáciles de oír que de ver entre la vegetación de matorrales que suelen frecuentar (Jaramillo, 2005). Este tipo de aves presentan una coloración protectora que les ayuda no ser vistos, al fundirse entre la vegetación (Perrins, 2006). La presencia de esta ave en Laguna de Tagua Tagua es un buen indicador del tipo de ambiente que existió a finales del Pleistoceno, mostrando la existencia de vegetación compuesta de pastizales y matorrales.

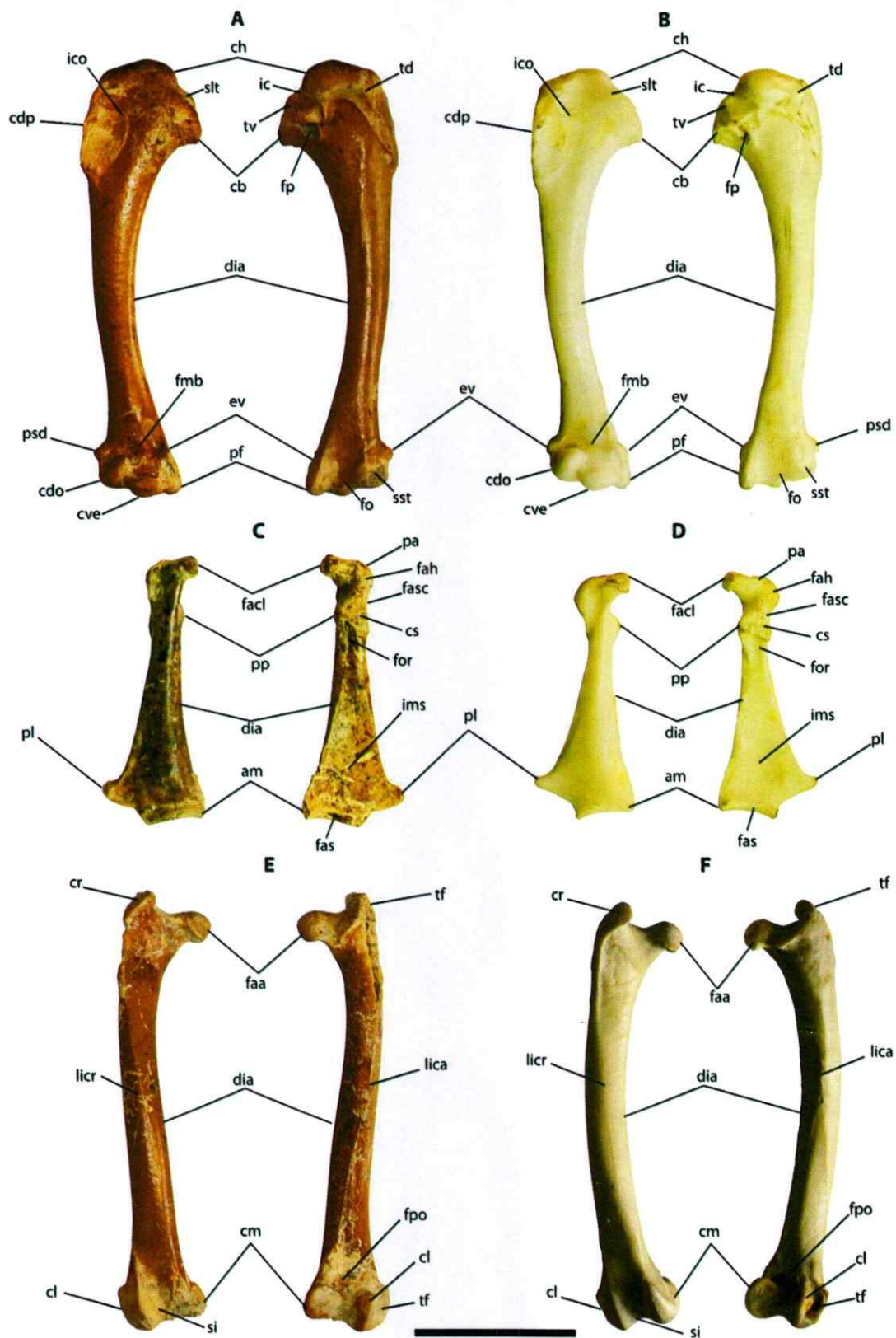


Figura 5 (página anterior). Elementos de *Nothoprocta cf. perdicaria*. A; Húmero derecho (SGO.PV. 23206-a) en vista cranial (izquierda) y caudal (derecha). C; Coracoides derecho (SGO.PV. 23206-c) en vista ventral (izquierda) y dorsal (derecha). E; Fémur derecho (SGO.PV. 23206-b) en vista anterior (izquierda) y posterior (derecha). Los fósiles se comparan con sus respectivos elementos pertenecientes a *Nothoprocta perdicaria* actual (B, D y F). Barra de escala: 2 cm.

Superorden Neognathae Pycraft, 1900

Orden Anseriformes Wagler, 1830

Familia Anatidae Leach, 1819

Género *Lophonetta* Riley, 1914

Especie *Lophonetta specularioides* King, 1828

Lophonetta specularioides

MATERIAL REFERIDO. Un húmero derecho completo (SGO.PV. 23268-a), 2 húmeros izquierdos con su epífisis distal ausente (SGO.PV. 23268-e y f); 8 fragmentos proximales de húmero derecho (SGO.PV. 23268-b y c; SGO.PV. 23269-a y b; SGO.PV. 23278; SGO.PV. 23280; SGO.PV.23282, 23336), 4 fragmentos proximales de húmero izquierdo (SGO.PV. 23279, SGO.PV. 23281, SGO.PV. 23268-d y g, 23337), dos húmeros izquierdos con sus epífisis distales ausentes (SGO.PV. 23268-e y f).

SITIOS DE PROCEDENCIA. TT-I (SGO.PV. 23268-a, b, c, d, e, f y g; SGO.PV. 23278; 23279; 23280; 23281; 23282; 23336; 23337); Indeterminada (SGO.PV.23269-a y b).

OBSERVACIONES. Este es el único anátido que se identificó a nivel específico con cierta seguridad, debido a que mostró una morfología prácticamente indistinguible con respecto a los húmeros de un *Lophonetta specularioides* actual (pato juarjual). Esta especie de pato actualmente habita en zonas cordilleranas, extendiéndose hasta el mar

solo en el extremo sur (Jaramillo, 2005). Los restos de esta especie podrían ser potencialmente útiles como indicadores del clima de la zona central de Chile en el pasado ya que estaría mostrando la existencia de condiciones frías en Laguna de Tagua Tagua durante la transición Plesitoceno-Holoceno, concordando con la información obtenida a partir del estudio del polen. Además, dentro de los Anseriformes identificados, varios de los restos de este pato presentan marcas de carbonización.

Anatidae indet. 1

MATERIAL REFERIDO. Dos fragmentos proximales de húmero izquierdo (SGO.PV. 23215-a y SGO.PV. 23215-b).

SITIOS DE PROCEDENCIA. Ambos fragmentos provienen de TT-I.

OBSERVACIONES. Debido a que la morfología osteológica en anátidos es muy uniforme, se complica llegar a una identificación taxonómica más precisa (Zelenkov & Kurochkin, 2012).

Anatidae indet. 2

MATERIAL REFERIDO. Coracoides izquierdo con su extremo proximal incompleto (SGO.PV. 23301).

SITIOS DE PROCEDENCIA. TT-II

OBSERVACIONES. En este material se hace notorio que el *processus lateralis* es ligeramente curvado hacia dorsal y presenta un pequeño proceso en su vértice proximal que se proyecta hacia lateral, de forma similar a lo que se observa en especies como

Anas flavirostris y *Anas platyrhynchos*. Por el momento no se puede asignar a un género en particular.

Anatidae indet. 3

MATERIAL REFERIDO. 2 coracoides izquierdo, uno completo (SGO.PV. 23290) y otro con parte de su extremo distal ausente (SGO.PV. 23304), 1 coracoides derecho casi completo (SGO.PV. 23302), 2 porciones proximales de coracoides izquierdos (SGO.PV. 23303-a y b).

SITIOS DE PROCEDENCIA. TT-I (SGO.PV. 23290), Indeterminado (SGO.PV. 23302, 23303-a y b, 23304).

OBSERVACIONES. El *impressio musculi sternocoracoidei* es muy poco excavado, aunque es un poco más marcado que en *Anas flavirostris* y presenta un reborde en su extremo más distal. La *facies articularis sternalis* tiene una superficie amplia, siendo su eje antero-posterior un poco más ancho que el de *Anas flavirostris*. A pesar de que hay gran similitud morfológica entre todos elementos aquí referidos, existen entre algunos de ellos pequeñas diferencias que quizás se deban a que corresponden a especies distintas, no descartándose también que éstas se relacionen a diferencias relacionadas con el sexo o edad de los individuos.

Anatidae indet. 4

MATERIAL REFERIDO. 1 tarsometatarso derecho sin sus trochleas (SGO.PV. 23275), 1 tarsometatarso izquierdo completo (SGO.PV. 23329), 3 porciones distales de tarsometatarso, dos izquierdo y uno derecho (SGO.PV. 23270-a, SGO.PV. 23277,

SGO.PV. 23270-b), 1 tarsometatarso derecho con la trochlea II no conservada (SGO.PV. 23272), 1 tarsometatarso izquierdo con troclea IV ausente (SGO.PV. 23276), 1 fragmento proximal de tarsometatarso izquierdo (SGO.PV. 23305).

SITIOS DE PROCEDENCIA. TT-I (SGO.PV. 23270-a y b, 23272, 23275, 23276, 23277, 23329); Indeterminado (SGO.PV. 23305)

OBSERVACIONES. La morfología en general es muy similar al de los metatarsos de anátidos como *Anas flavirostris*, *Anas platyrhynchos* y *Lophonetta specularioides* sospechándose una relación más cercana con el género *Anas*. No obstante, la gran homogeneidad morfológica no permite descartar que se tengan 2 o más formas mezcladas de Anseriformes, debido a que su separación se basó principalmente en la similitud morfológica y de tamaño.

Anatidae indet. 5

MATERIAL REFERIDO. Tarsometatarso derecho completo (SGO.PV. 23335).

SITIO DE PROCEDENCIA. El elemento procede de TT-I

OBSERVACIONES. La morfología es casi idéntica a la descrita para el tarsometatarso de Anatidae indet. 4 y presentan una longitud similar, sin embargo se diferencian en que Anatidae indet. 4 es menos grácil, el surco que se extiende hacia el *foramen vasculare distale* es más marcado y ancho y las *trochleas metatarsi* son más gruesas, siendo especialmente notorio en la *trochlea metatarsi* III, siendo su extremo distal más ancho en relación a su largo que lo que se observa en Anatidae indet. 4 y la superficie dorsal de la diáfisis está un poco más excavada bajo la *tuberositas musculi tibialis cranialis*.

Anatidae indet. 6

MATERIAL REFERIDO. Fragmento proximal de húmero izquierdo (SGO.PV. 23274).

SITIOS DE PROCEDENCIA. El fósil proviene de TT-I.

OBSERVACIONES. El material se separó en un morfo distinto basándose en su constitución grácil y en la presencia de un marcado socavamiento bajo el *caput humeri*.

Anatidae indet. 7

MATERIAL REFERIDO. Fémur izquierdo completo (SGO.PV. 23339).

SITIOS DE PROCEDENCIA. TT-I

OBSERVACIONES. La morfología general es similar a la de los anátidos con los que fue comparado, siendo especialmente similar a *Anas platyrhynchos*, pero de menores dimensiones.

Anatidae indet. 8

MATERIAL REFERIDO. Dos tarsometatarsos, uno izquierdo completo (SGO.PV. 23222-a) y uno derecho con sus trócleas II y IV ausentes (SGO.PV. 23222-b).

SITIOS DE PROCEDENCIA. Ambos elementos provienen de TT-I.

OBSERVACIONES. El surco metatarsal anterior (*fossa infracotylaris dorsalis*) es poco excavado, tal y como es típico en la familia Anatidae (Gilbert y col. 1981; Cohen & Serjeantson, 1986) aunque es un poco más profundo que en los otros tarsometatarsos de anátidos descritos y contiene una más marcada *foramina vascularis proximalis*. La diáfisis es semiredondeada (variando a cuadrada) como en otros anátidos, con un ancho

mayor a su profundidad (Gilbert y col., 1981; Cohen & Serjeantson, 1986; Worthy y col., 2007). Sin embargo, su superficie dorsal es un poco más plana que en Anatidae indet. 4 y que en Anatidae indet. 5, además de ser más ancha latero-medialmente y corta, lo que es típico de los patos (Cohen & Serjeantson 1986), pero su longitud es notoriamente menor en relación a las dimensiones de sus extremos proximal y distal en comparación a Anatidae indet. 4 y 5. Como se mencionó anteriormente, las dimensiones de las *trochleas metatarsi* de estos elementos son similares a los de Anatidae indet. 4, pero contrastan notoriamente con este en varios caracteres, especialmente en la longitud de la diáfisis, lo que lo diferencia de este y de los otros tarsometatarsos descritos.

Anatidae indet. 9

MATERIAL REFERIDO. 5 coracoides derechos (SGO.PV. 23288-a y b, SGO.PV. 23289-a, SGO.PV. 23292-a y b) y 2 izquierdos (SGO.PV. 23289-b, SGO.PV. 23292-c), 3 porciones proximales de coracoides derecho (SGO.PV. 23293, SGO.PV. 23298, SGO.PV. 23299), 3 porciones proximales de coracoides izquierdo (SGO.PV. 23295, SGO.PV. 23297, SGO.PV. 23300), 2 porciones distales de coracoides derecho (SGO.PV. 23294, SGO.PV. 23296).

SITIOS DE PROCEDENCIA. TT-I (SGO. PV. 23288-a y b; 23292-a, b y c; 23293; 23294; 23296; 23299); TT-II (SGO.PV. 23289-a y b; 23295); Indeterminado (SGO.PV. 23297; 23298; 23300)

OBSERVACIONES. La morfología general y las proporciones de los elementos se corresponde bien con la observada en anátidos como *Anas flavirostris* o *Lophonetta specularioides*. Los coracoides muestran proporciones muy similares a los de

Lophonetta specularioides. El *processus procoracoideus* y la *cotyla scapularis* están más distalmente ubicadas con respecto al *facies articularis clavicularis* y la diáfisis es apreciablemente más larga. Este morfotipo es el que presenta las mayores dimensiones, mostrando que los ejemplar cuando estaban vivos tenían un tamaño un poco mayor que el de *Lophonetta specularioides*. Otro aspecto destacable es que este morfotipo concentra gran parte de las marcas de carbonización entre los Anseriformes. Es importante aclarar que la separación de todos estos elementos en un único morfotipo se debe tomar como provisional, ya que todos estos coracoides presentan pequeñas diferencias entre sí, relacionadas con diferencias en la disposición y número de marcas musculares sobre el *impressio musculi sternocoracoidei*, la extensión del *impressio ligamentus acrocoracohumeralis* y la forma del *angulus mediales*. Para determinar si estas pequeñas diferencias son suficientes para separarlas en formas distintas se debe hacer una revisión de un gran número de ejemplares de comparación para ver cómo varían éste u otros rasgos de estos elementos dentro y entre especies.

Anatidae indet. 10

MATERIAL REFERIDO. 1 coracoides derecho (SGO.PV. 23310-d), 4 coracoides izquierdos (SGO.PV. 23306, 23307, 23310-c, 23311), 4 porciones proximales de coracoides derechos (SGO.PV. 23308-a y b, SGP.PV. 23309-a, 23310-a), 2 porciones proximales de coracoides izquierdo (SGO.PV. 23309-b, 23310-b).

SITIOS DE PROCEDENCIA. TT-1 (SGO.PV. 23306; 23307; 23308-a y b; 23309-a y b; 23310-a, b, c y d; 23311).

OBSERVACIONES. La morfología de los coracoides y especialmente sus dimensiones, se corresponden con las de un pato de tamaño mediano, apreciándose una morfología muy similar a la de los coracoides de Anatidae indet. 9, pero menos masivos que estos últimos y de menor longitud, además de diferenciarse en caracteres como por ejemplo la forma de la superficie de la *facies articularis clavicularis*, la cual posee una pequeña incisura en su borde distal, dando el aspecto de corazón invertido, mientras que en los coracoides de Anatidae indet. 9 este borde es cóncavo hacia proximal. Otro de los caracteres es apreciable en uno de los materiales (SGO.PV. 23291) que lo diferencia de los otros coracoides de anátidos descritos es la posesión de un muy sobresaliente *angulus medialis*, el cual forma un ángulo obtuso con el borde medial del *impressio musculi sternocoracoidei*. También se destaca que el *impressio musculi sternocoracoidei* es muy poco profundo y abarca una amplia superficie, siendo su extremo proximal, a diferencia de los otros coracoides de anátidos descritos, redondeado y abarcando prácticamente todo el ancho de la diáfisis. Sin embargo, debido a que no todos los materiales se encuentran completos, no puede asegurarse que todos pertenezcan a una misma forma de Anseriforme, ya que muestran pequeñas diferencias entre sí, por lo que la agrupación de estos elementos en un solo morfotipo debe tomarse como provisional.

Anatidae indet. 11 .

MATERIAL REFERIDO. Tarsometatarso izquierdo con sus trochleas no conservadas (SGO.PV. 23271)

SITIO DE PROCEDENCIA. TT-I.

OBSERVACIONES. El tarsometatarso fósil es ligeramente más robusto que los de Anatidae indet. 4, aunque ambos parecieran tener similar longitud, al contrario de los tarsometatarsos de Anatidae indet 8, que aunque también son más robustos que los tarsometatarsos de Anatidae indet 4, son más cortos que el fósil referido aquí. Además, por vista cranial, las superficies medial y lateral dan la apariencia de ser casi paralelas entre sí, al contrario de los tarsometatarsos de Anatidae indet. 4, en las que ambos son más recurvados.

Anatidae indet. 12

MATERIAL REFERIDO. 8 porciones proximales de húmero derecho (SGO.PV.23312; 23313-a y b; 23315-a, 23315-c, d y j; 23332); 15 porciones proximales de húmero izquierdo (SGO.PV. 23273-a, b, c y d; 23313-c; 23314; 23315-g, h, i y k; 23316; 23317; 23318; 23331; 23333); 1 húmero derecho sin su epífisis distal (SGO.PV.23315-b), diáfisis y parte de la epífisis proximal de húmero izquierdo (SGO.PV.23315-f), 2 porciones proximales y parte de la diáfisis de húmero izquierdo (SGO.PV.23315-e, 23330).

SITIO DE PROCEDENCIA. TT-I (SGO.PV.23312; 23313-a y b; 23315-a; 23315-c y d; 23273-a, b, c y d; 23313-c; 23314; 23315-g, h, i, j y k; 23316; 23317; 23318; 23315-b, f y e; 23331; 23332; 23333); Indeterminado (SGO.PV. 23330)

OBSERVACIONES. Estos húmeros se asemejan bastante a los identificados para Anseriformes como *Lophonetta specularioides* y Anatidae indet. 6, mostrando un tamaño intermedio entre estos dos, lo que junto a la presencia de varios rasgos propios de los Anseriformes (ver el apartado “comentarios sobre el orden Anseriformes”) deja pocas dudas sobre su pertenencia a este grupo. Existen pequeñas diferencias

especialmente en tamaño entre todos los húmeros aquí referidos, pero su aparentemente uniforme morfología (problema común entre los huesos de Anseriformes) hizo difícil el poder decidir si es que hay más de un morfotipo.

Anatidae indet. 13

MATERIAL REFERIDO. Húmero izquierdo con parte de su epífisis proximal ausente (SGO.PV. 23210).

SITIOS DE PROCEDENCIA. El elemento proviene de TT-I.

OBSERVACIONES. El elemento pertenece a un anátido de gran tamaño, pero de dimensiones que parecen ser menores a las del húmero de *Coscoroba coscoroba*. Tanto en vista cranial como en lateral, el eje de la diáfisis presenta un aspecto ligeramente sinusoidal, siendo un poco más pronunciado que en el húmero de *Coscoroba coscoroba*. El único carácter presente que permitiría sospechar la afinidad el húmero con la subfamilia Anserinae, a parte de las grandes dimensiones y su similitud morfológica general al de un húmero de un representante de esta subfamilia, *Coscoroba coscoroba*, es un prominente *margo caudalis* dirigido hacia el *caput humeri*, carácter que no está presente en Anatinae, una de las subfamilias de Anatidae (Louchart y col., 2005)

Anatidae indet. 14

MATERIAL REFERIDO. Fragmento distal de húmero izquierdo (SGO.PV. 23209).

SITIOS DE PROCEDENCIA. El elemento tiene procedencia indeterminada.

OBSERVACIONES. Elemento perteneciente a un anátido de grandes dimensiones, similares al de SGO.PV. 23210, pero con diferencias en su extremo distal que lo

distinguen de este. Como en muchos anátidos, la *fossa musculi brachialis* es profunda y dorsoventralmente extendida (Mayr, 2008; Worthy y col., 2007; Worthy & Lee, 2008; Worthy, 2009), aunque es menos excavada en su extremo ventral que en SGO.PV. 23210 (Anatidae indet. 13). La *fossa olecrani* es bien excavada, siendo más profunda que en *Coscoroba coscoroba* y que en Anatidae indet. 13.

Anatidae indet. 15

MATERIAL REFERIDO. Dos fragmentos proximales de escápula, uno derecho (SGO.PV. 23208-a) y uno izquierdo (SGO.PV. 23208-b).

SITIOS DE PROCEDENCIA. Ambos elementos proceden de TT-I.

OBSERVACIONES. Elementos de un anátido de gran tamaño, con una morfología general similar al de *Coscoroba coscoroba*, pero de dimensiones menores. En los especímenes se destaca la existencia de un *acromion* muy desarrollado, que se protruye antero-medialmente y una *facies articularis clavicularis* ovalada y plana, siendo alargada antero-caudalmente. La posesión de un *acromion* con una proyección bien acentuada y una *facies articularis humeralis* (también llamada faceta glenoide) plana son caracteres que, dentro de Anatidae, están presentes en los patos y los gansos (Cohen & Serjeantson, 1986). El tamaño relativamente grande puede hacer pensar que el resto podría pertenecer a algún tipo de ganso, tal vez similar a algún representante del género *Cholephaga*.

Anatidae indet. 16

MATERIAL REFERIDO. Coracoides derecho completo (SGO.PV. 23291).

SITIOS DE PROCEDENCIA. Ambos elementos proceden de TT-I.

OBSERVACIONES. El coracoides es similar a los identificados para otros Anseriformes, mostrando proporciones similares a los de Anatidae indet. 10 en su porción proximal, pero su diáfisis es proporcionalmente más corta y la disposición de sus marcas musculares en la superficie dorsal es distinta. Sin embargo se desconoce si este último rasgo presenta uniformidad para un taxón dado o si es demasiado variable para tener alguna utilidad diagnóstica.

Género *Coscoroba* Reichenbach, 1853

cf. *Coscoroba*

MATERIAL REFERIDO. Extremo distal de tibiotarso izquierdo (SGO.PV. 23205).

SITIOS DE PROCEDENCIA. TT-I.

OBSERVACIONES. En el fósil se destaca rasgos como la ausencia del *pons supratendineus* y la presencia de una tenue sutura que recorre medialmente el *condylus medialis*. Ambos rasgos muestran que se trata de un individuo inmaduro. A pesar de la gran similitud entre el extremo distal del tibiotarso de *Coscoroba coscoroba* y el fragmento fósil, no se descarta completamente su pertenencia a un género distinto, como *Cygnus*.

elementos	morfotipos
húmeros	6
tibiotarsos	1
escápulas	1
coracoides	4
tarsometatarsos	4
fémures	1
	$\bar{x}=2,8$

Tabla 4. Número de morfotipos de cada uno de los elementos identificados para el orden Anseriformes. El número en color rojo indica el elemento con el mayor número de morfotipos identificados, mientras que los números azules corresponden a los elementos con menor número de morfotipos.

COMENTARIOS GENERALES

De la totalidad de restos revisados, gran parte de estos se reconocieron como pertenecientes a Anseriformes, siendo la mayoría de ellos de representantes de la familia Anatidae.

Los elementos que más fácilmente fueron identificados son húmeros, coracoides, fémures y tarsometatarsos, debido a que presentan mayor cantidad de caracteres informativos para este propósito. No obstante, en general, la identificación de los huesos de Anseriformes resultó complicada, no solo por la falta de material comparativo, sino también debido a que la morfología osteológica de los Anseriformes es muy uniforme, dificultando el llegar a una identificación taxonómica más precisa (Zalenkov, 2010; Zalenkov & Kurochkin, 2012). El húmero fue el elemento que mostró el mayor número de morfotipos (6), mientras que solo se identificó un morfotipo para los tibiotarsos, escápulas y fémures. Aunque estos resultados se deben en gran parte al sesgo provocado por la dificultad diferencial para identificar los elementos, al menos se puede decir que el rango de especies que habitaron en Laguna de Tagua Tagua se encuentra entre 1 y 6,

con un promedio de 3 especies, lo cual no se aleja tanto de lo que puede verse hoy en día en sistemas de agua dulce (Peña-Villalobos y col., 2008).

Los coracoides de Anseriformes más derivados destacan por carecer de un foramen coracoidal bajo el *processus procoracoideus* (Cohen & Serjeantson, 1986; Worthy y col., 2007). Además, la *facies articularis clavicularis* es aplanada mesialmente y bien extendida hacia posterior (caudal) (Gilbert y col., 1981; Worthy y col., 2007).

La característica más distintiva de los Anseriformes en los tarsometatarsos son la presencia de cuatro *cristas hypotarsi*, siendo la *crista medialis hipotarsi* la más grande, y tres canales abiertos o *sulcus hypotarsi* (Gilbert y col., 1981; Cohen & Serjeantson, 1986).

En lo que se refiere a características más específicas de la familia Anatidae (anátidos), muchos de ellos podrían pertenecer al género *Anas*. Los húmeros de este género presentan una *crista deltopectoralis* recta (no redondeada) con una orientación hacia dorsal y una incisura capital corta y ancha (Woolfenden, 1961; Tonni, 1969). Además, la parte ventral de la *fossa pneumotricipitalis* presenta un gran *foramen pneumaticum*, compuesto por muchas foraminas que comunican hacia el interior del hueso (Worthy, 2004). A pesar de esto, la falta de comparaciones necesarias para llegar a una identificación relativamente segura, impidió realizar tal asignación.

El coracoides de los anátidos presenta un *processus lateralis* (proceso esternocoracoideo) más o menos cuadrado y unas tenues crestas sobre la superficie dorsal (Cohen & Serjeantson, 1986; Worthy y col., 2007). Además, los coracoides de anátidos no presentan un *foramen nervi supracoracoidei*, estando solo presente en taxa de

anseriformes basales (Anhimidae, Anseranatidae, Presbyornithidae, *Anatalavis*, *Romainvillia* y *Petropluvialis*), siendo considerada una característica derivada de la familia Anatidae (Livezey, 1986). En algunos de los coracoides identificados se observa la presencia de una pequeña muesca sobre el *angulus medialis* cuya presencia está extendida en muchos anátidos actuales (Mayr & Smith, 2001).

Los fémures de anátidos se caracterizan por tener una *crista tibiofibularis* pequeña, que no se corresponde (no es paralela) con el *condylus lateralis* (Gilbert y col., 1981).

Los tarsometatarsos de anátidos se identifican a partir de la siguiente combinación de caracteres: presencia de un tubérculo para la fijación del tibialis anticus (*tuberositas musculi tibialis cranialis*); el surco metatarsal anterior (*fossa infracotylaris dorsalis*) es poco excavado; la diáfisis es semiredondeada (variando a cuadrada) y corta, siendo esto último típico de los patos (Gilbert y col., 1981; Cohen & Serjeantson, 1986; Worthy y col., 2007). Además, la *trochlea metatarsi* II presenta una marcada retracción hacia plantar, se posiciona más proximalmente que la *trochlea metatarsi* IV no sobrepasando en extensión a la incisura inter troclear (*incisura intertrochlearis medialis*) que está entre las *trochleas metatarsi* II y IV. Estos rasgos son típicos de los patos buceadores, pertenecientes a la familia Anatidae (Worthy y col., 2007).

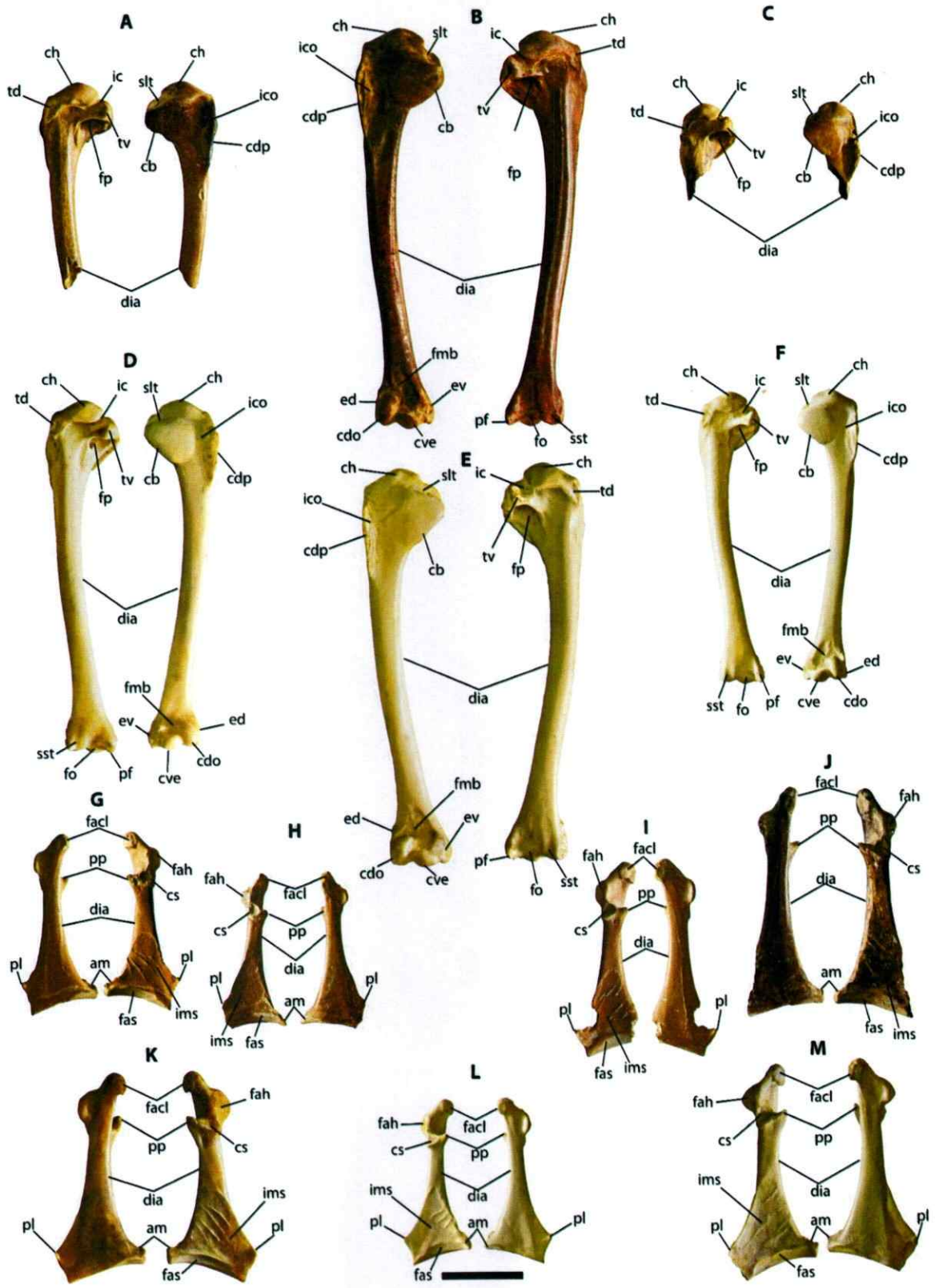


Figura 6 (página anterior). Húmeros y coracoides de Anseriformes. **A;** porción proximal y parte de la diáfisis de un húmero izquierdo de Anatidae indet. 12 (SGO.PV. 23315-g) en vista caudal (izquierda) y cranial (derecha). **B;** húmero derecho fósil de *Lophonetta specularioides* (SGO.PV. 23268-a) en vista cranial (izquierda) y caudal (derecha). **C;** fragmento proximal de húmero izquierdo correspondiente a Anatidae indet. 1 (SGO.PV. 23215-a) en vista caudal (izquierda) y dorsal (derecha). **D;** húmero izquierdo de *Anas georgica* actual en vista caudal (izquierda) y cranial (derecha). **E;** húmero derecho de *Lophonetta specularioides* actual en vista cranial (izquierda) y caudal (derecha). **F;** húmero izquierdo de *Anas flavirostris* actual en vista caudal (izquierda) y cranial (derecha). **G;** coracoides derecho de Anatidae indet. 16 (SGO.PV. 23291) en vista ventral (izquierda) y dorsal (derecha). **H;** coracoides izquierdo de Anatidae indet. 3 (SGO.PV. 23290) en vista dorsal (izquierda) y ventral (derecha). **I;** coracoides izquierdo de Anatidae indet. 10 (SGO.PV. 23311) en vista dorsal (izquierda) y ventral (derecha). **J;** coracoides derecho de Anatidae indet. 9 (SGO.PV. 23292-a) en vista ventral (izquierda) y dorsal (derecha). **K;** coracoides derecho de *Anas* sp. (elemento actual) en vista ventral (izquierda) y dorsal (derecha). **L;** coracoides izquierdo de *Anas flavirostris* actual en vista dorsal (izquierda) y ventral (derecha). **M;** coracoides izquierdo de *Lophonetta specularioides* actual en vista dorsal (izquierda) y ventral (derecha). Barra de escala: 2 cm.

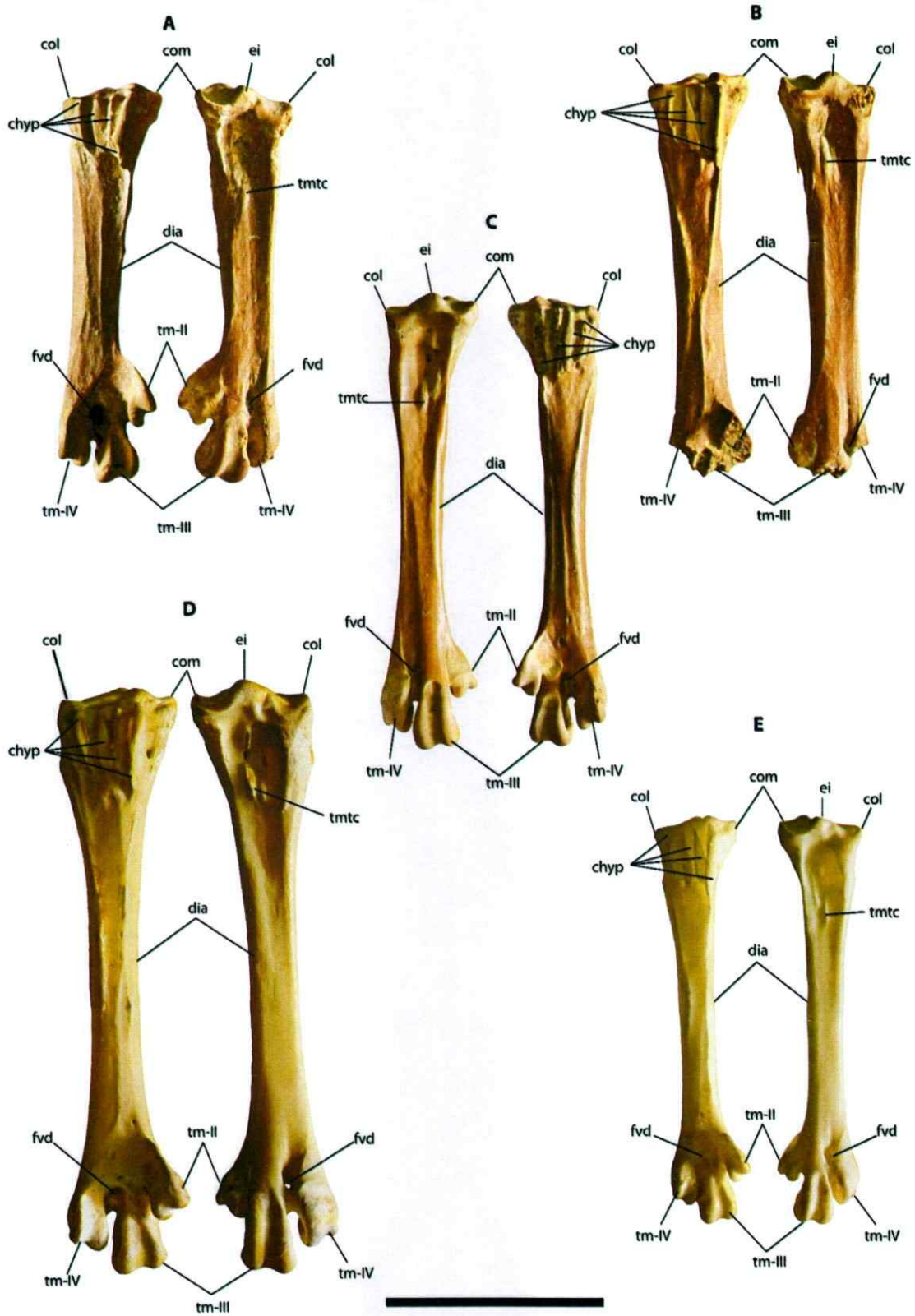


Figura 7 (página anterior). Tarsometatarsos de Anseriformes. **A;** tarsometatarso izquierdo de Anatidae indet. 8 (SGO.PV. 23222-a) en vista caudal (izquierda) y cranial (derecha). **B;** tarsometatarso izquierdo de Anatidae indet. 4 (SGO.PV. 23271) en vista caudal (izquierda) y cranial (derecha). **C;** tarsometatarso derecho de Anatidae indet. 5 (SGO.PV. 23335) en vista cranial (izquierda) y caudal (derecha). **D;** tarsometatarso izquierdo de *Anas* sp. (elemento actual). **E;** tarsometatarso izquierdo de *Anas flavirostris* actual en vista caudal (izquierda) y cranial (derecha). Barra de escala: 2 cm.

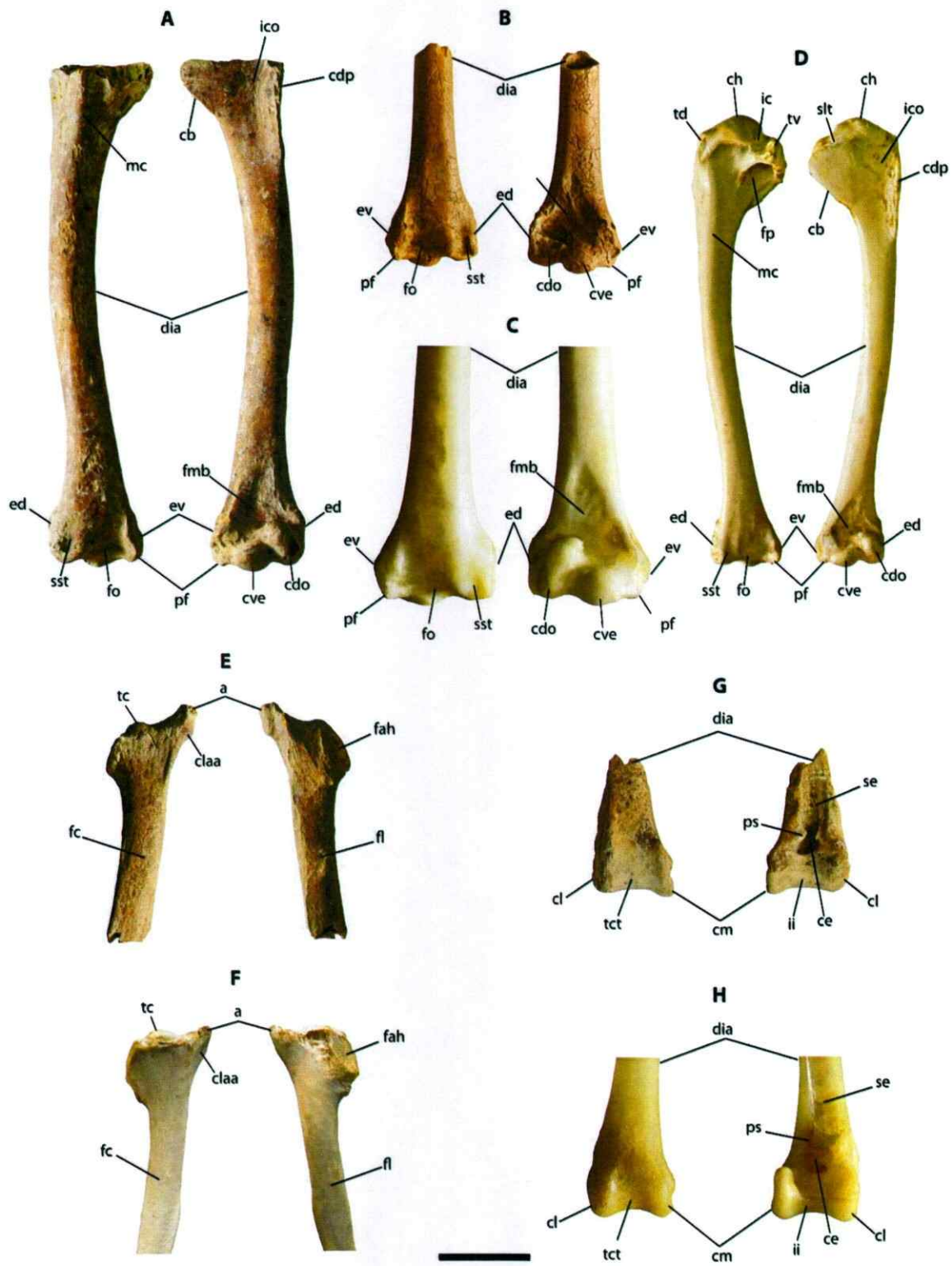


Figura 8 (página anterior). Elementos pertenecientes a Anseriformes de gran tamaño. **A;** SGO.PV. 23210 (Anatidae indet. 13), húmero izquierdo casi completo en vistas caudal (izquierda) y cranial (derecha). **B;** SGO. PV. 23209 (Anatidae indet. 14), porción distal de húmero izquierdo en vistas caudal (izquierda) y cranial (derecha). **C;** porción distal de húmero derecho de un *Coscoroba coscoroba* actual en vistas caudal (izquierda) y cranial (derecha). **D;** húmero de *Lophonetta specularioides* actual (pato juarjual) en vistas caudal (izquierda) y cranial (derecha). **E;** fragmento proximal de escápula derecha fósil (SGO.PV. 23208-a, Anatidae indet. 15), en vista caudal (izquierda) y lateral (derecha). **F;** porción proximal de escápula derecha de *Coscoroba coscoroba* en vista caudal (izquierda) y lateral (derecha). **G** y **H;** porción distal de tibiotarso izquierdo de cf. *Coscoroba* (**G**, SGO.PV. 23205) y un *Coscoroba coscoroba* actual (**H**). Barra de escala: 2 cm.

Orden Podicipediformes Fürbringer, 1888

Familia Podicipedidae Bonaparte, 1831

Género *Podiceps* Latham 1787

Especie *Podiceps major* Boddaert, 1783

Podiceps major

MATERIAL REFERIDO. 2 coracoides izquierdos (SGO.PV. 23227, SGO.PV. 23232-c); parte distal de coracoides izquierdo (SGO.PV. 23228); epífisis proximal de coracoides derecho (SGO.PV. 23230); fragmento proximal de tibiotarso izquierdo sin cresta cnemial conservada (SGO.PV. 23229), 1 porción proximal de tibiotarso derecho con su cresta cnemial conservada (SGO.PV. 23232-a); 3 mitades proximales de tarsometatarso derecho (SGO.PV. 23225-a y b, SGO.PV. 23226-b); 1 fragmento proximal de tarsometatarso izquierdo (SGO.PV. 23233-c); tarsometatarso izquierdo completo (SGO.PV. 23231-c); 2 fragmentos distales de tibiotarso derecho (SGO.PV. 23231-d, SGO.PV. 23233-a); 1 fragmento distal y parte de la diáfisis de un tibiotarso izquierdo (SGO.PV. 23233-b); 3 porciones proximales de húmero derecho (SGO.PV. 23225-c, SGO.PV. 23232-b, SGO.PV. 23233-e); 3 epífisis proximales de húmero

izquierdo (SGO.PV. 23226-a, 23231-a, 23231-b); un húmero izquierdo sin su epífisis proximal (SGO.PV. 23233-d); 1 mitad distal de húmero izquierdo (SGO.PV. 23232-d).

SITIOS DE PROCEDENCIA. TT-I (SGO.PV. 23225-a, b y c; 23227; 23229; 23231-a, b, c y d; 23232-a, b, c y d; 23233-a, b, c, d y e); Indeterminada (SGO.PV. 23226-a y b; 23228; 23230).

OBSERVACIONES. *Podiceps major* es el Podicipediforme más grande presente en nuestro país, alcanzando una longitud de entre 70 y 78 cm. (Jaramillo, 2005). Caracteres importantes mencionados en el apartado “comentarios generales”, junto con la similitud morfológica y en dimensiones permite referir todos estos restos a esta especie, siendo el más abundante de los Podicipediformes de Laguna de Tagua Tagua y el único identificado a nivel específico

Podicipedidae indet. 1

MATERIAL REFERIDO. Fragmento distal de tarsometatarso izquierdo (SGO.PV. 23254) y tarsometatarso izquierdo casi completo, con parte del hipotarso faltante y con las trócleas III y IV ausentes (SGO.PV. 23255).

SITIOS DE PROCEDENCIA. Para ambos materiales la procedencia es indeterminada.

OBSERVACIONES. La morfología general es similar a la de *Podiceps major*, pero las dimensiones son mucho menores.

Podicipedidae indet. 2

MATERIAL REFERIDO. Un fragmento distal de tarsometatarso derecho (SGO.PV. 23256) y un tarsometatarso izquierdo completo con parte del hipotarso erosionado (SGO.PV. 23257).

SITIOS DE PROCEDENCIA. TT-I (SGO.PV. 23257); TT-II (SGO.PV. 23256).

OBSERVACIONES. Aunque tienen dimensiones muy similares, los tarsometatarsos aquí descritos se diferencian de otros, como por ejemplo el de Podicipedidae indet. 1, en la constitución un poco más robusta. Al ser ésta la única diferencia notoria, no se puede descartar completamente la posibilidad que Podicipedidae indet. 2 y 1 puedan pertenecer a la misma forma y que tal diferencia se deban a factores como el sexo.

Podicipedidae indet. 3

MATERIAL REFERIDO. 1 porción distal de coracoides derecho (SGO.PV. 23319-a); 1 porción distal y diáfisis de coracoides izquierdo (SGO.PV. 23319-b), 1 porción distal de coracoides izquierdo (SGO.PV. 23319-c); 2 epífisis proximales con diáfisis de coracoides izquierdo (SGO.PV. 23320, 23324); 2 epífisis proximales con diáfisis de coracoides derecho (SGO.PV. 23325, 23328); 1 epífisis proximal de coracoides derecho (SGO.PV. 23327-a); 2 epífisis proximales de coracoides izquierdos (SGO.PV. 23326, 23327-b); 3 coracoides izquierdos casi completos (SGO.PV. 23321, 23322, 23323)

SITIOS DE PROCEDENCIA. TT-I (SGO.PV.23320, 23321, 23328); TT-II (SGO.PV. 23324); Indeterminado (SGO.PV. 23319-a, b y c; 23323; 23325; 23326; 23327-a y b)

OBSERVACIONES. Las dimensiones de los coracoides son mucho menores que las de *Podiceps major*, aunque son muy similares morfológicamente, además de que presentan

varios caracteres diagnósticos que sin duda los hacen pertenecientes a la familia Podicipedidae. Una diferencia con *Podiceps major* es que directamente por sobre el borde proximal del *facies articularis humeralis* surge un marcado *impressio ligamentus acrocoracohumeralis*, que a diferencia de esta especie no presenta una curvatura notoria.

Podicipedidae indet. 4

MATERIAL REFERIDO. Dos fragmentos proximales de coracoides derechos (SGO.PV. 23266 y SGO.PV. 23267).

SITIOS DE PROCEDENCIA. Sitio de origen indeterminado para ambos materiales.

OBSERVACIONES. Los materiales se identificaron como un morfotipo aparte de coracoide de Podicipediforme basándose en su robustez. Sin embargo, éste no es un criterio suficiente para asegurar que estos coracoides no pertenezcan a una de las otras formas de Podicipediformes identificadas a partir de coracoides, manteniéndose esta identificación como provisoria.

Podicipedidae indet. 5

MATERIAL REFERIDO. Fragmento proximal de húmero derecho (SGO.PV. 23251).

SITIOS DE PROCEDENCIA. El elemento proviene del sitio TT-I.

OBSERVACIONES. Entre todos los fragmentos de húmeros identificados para el orden Podicipediformes, es el segundo morfotipo más grande, superado solo por los húmeros de *P. major*.

Podicipedidae indet. 6

MATERIAL REFERIDO. 2 porciones proximales de húmero derecho (SGO.PV. 23259, 23261); una porción proximal de húmero izquierdo (SGO.PV. 23287); y un fragmento proximal de húmero izquierdo con su epífisis incompleta (SGO.PV. 23258).

SITIOS DE PROCEDENCIA. TT-I (SGO.PV. 23258, 23259, 23261, 23287)

OBSERVACIONES. Los fragmentos de húmero presentan prácticamente los mismos caracteres descritos para los otros húmeros referidos a Podicipedidae. Sus dimensiones son considerablemente menores que las de *P. major*, son más robustos que los de Podicipedidae indet. 7, y de mayores dimensiones que Podicipedidae indet. 10.

Podicipedidae indet. 7

MATERIAL REFERIDO. Un fragmento proximal de húmero izquierdo (SGO.PV. 23250).

SITIOS DE PROCEDENCIA. Elemento proveniente de TT-II.

OBSERVACIONES. La morfología del húmero es prácticamente idéntica a la de los otros podicipédidos descritos, siendo más pequeño que los de *P. major* y Podicipedidae indet. 5, pero de dimensiones similares a los húmeros descritos para Podicipedidae indet. 6, aunque presenta una constitución un poco más robusta, razón por la que es descrito provisoriamente aparte de este último.

Podicipedidae indet. 8

MATERIAL REFERIDO. 3 fragmentos proximales de tarsometatarso izquierdos (SGO.PV. 23260, 23262, 23263) y 2 derechos (SGO.PV. 23264, 23265).

SITOS DE PROCEDENCIA. TT-II (SGO.PV. 23264); Indeterminado (SGO.PV. 23260, 23262, 23263, 23265)

OBSERVACIONES. Las dimensiones son bastante menores a los de *P. major* y podría corresponder a alguna de las otras formas pequeñas de podicipédidos descritas. Sin embargo, por el momento no se ha podido asociar a ninguna de éstas.

Podicipedidae indet. 9

MATERIAL REFERIDO. 2 fragmentos proximales de tarsometatarso izquierdo (SGO.PV. 23252 y SGO.PV. 23253).

SITOS DE PROCEDENCIA. TT-I (SGO.PV. 23253); Indeterminado (SGO.PV. 23252).

OBSERVACIONES. En estos materiales, la *cotyla medialis* tiene gran desarrollo comparada con la *cotyla lateralis*, sobrepasando hacia dorsal a la *eminencia intercotylaris*, pero no presentando una curvatura hacia medial como en Podicipedidae indet. 8, sino que, más bien, está dorsomedialmente proyectada. Los elementos son de menores dimensiones que los de *P. major*.

Podicipedidae indet. 10

MATERIAL REFERIDO. Fragmento proximal de húmero izquierdo (SGO.PV. 23218).

SITOS DE PROCEDENCIA. Elemento procedente de TT-I.

OBSERVACIONES. El material es el que presenta las menores dimensiones de todos los fósiles de húmero identificados para el orden Podicipediformes, aunque la

morfología básica es similar a la de éstos, pudiendo incluso tratarse de un individuo juvenil.

elementos	morfotipos
Húmeros	5
tibiotarsos	1
tarsometatarsos	5
coracoides	3
	$\bar{x}=3,5$

Tabla 5. Número de morfotipos de cada uno de los elementos identificados para el orden Podicipediformes. Los números en color rojo corresponden a los elementos con el mayor número de morfotipos identificados y el número en azul corresponde al elemento con menor número de morfotipos.

COMENTARIOS GENERALES

Los Podicipediformes tienen gran representación dentro de la avifauna de Laguna de Tagua Tagua, aunque solo una forma fue identificada a nivel específico (*Podiceps major*). El rango de morfotipos identificados varió entre 5 (para húmeros y tarsometatarsos) y 1 (para tibiotarsos), con un promedio cercano a 4 (3,5). Estos resultados se acercan bastante al número de especies de Podicipediformes que habitan hoy en día, correspondientes a la huala (*Podiceps major*), *Podiceps occipitalis* (blanquillo), *Rollandia rolland* (Pimpollo) y *Podilymbus podiceps* (picurio)

En el poscráneo, especialmente el esqueleto apendicular, hay varios caracteres compartidos que hacen posible su identificación. Los húmeros de los zambullidores comparten la presencia de una depresión oval y poco profunda entre el *margo caudalis* y la *fossa pneumotricipitalis*, la cual es la zona donde se inserta el *muscus scapulohumeralis cranialis* (Mayr, 2004), aunque ésta también existe en los flamencos

(Olson & Feduccia, 1980). Otros rasgos del húmero característicos de los zambullidores son una *crista deltopectoralis* proyectada hacia lateral, baja y extendida ampliamente hacia distal; la posesión de un *sulcus ligamentus transversus* reducido, que se presenta junto al margen distal del *caput humeri*, no extendiéndose bajo este, y orientándose hacia el *impressio coracobrachialis*; una larga y esbelta diáfisis. Además, en su parte terminal, por vista distal, presentan una forma más o menos cuadrada (Gilbert y col., 1981).

Los coracoides también muestran varios caracteres que hacen posible su identificación. Entre éstos están la ausencia de un *processus procoracoideus* y la existencia de una redondeada superficie de la diáfisis en el área donde se forma el canal trióseo (Gilbert y col., 1981). Un aspecto a destacar en los coracoides de los Podicipediformes es que la superficie de la *facies articularis sternalis* no es relativamente aplanada como en los coracoides de las otras aves descritas para Laguna de Tagua Tagua, sino esta que se expande mucho tanto hacia la superficie dorsal (en la cual tiene forma semicircular) como también a la ventral (en la que el borde más alto se ubica hacia medial), de manera que el coracoides se “encaja” en el *sulcus articularis coracoideus* del esternón, el cual tiene forma de bolsillo o ranura estrecha (Baumel & Witmer, 1993).

En el tibiotarso, la posesión de una conspicua cresta cnemial anterior es típica en los zambullidores, aunque también se presenta en los Gaviiformes (Gilbert y col., 1981). Los extremos distales de tibiotarso, por vista medial, permiten apreciar que el *condylus medialis* está distintivamente mellado. Esta característica está presente en la familia

Podicipedidae (Mayr, 2004), aunque es compartida también por el clado formado por (Phoenicopteridae+Ciconiidae) (Cracraft, 1988).

Los tarsometatarsos, por vista proximal, muestran una *crista medialis hipotarsi* y una *crista lateralis hipotarsi* fuertemente sobresalientes que delimitan un marcado *sulcus hipotarsi* a través del que todos los tendones flexores de los dígitos pasan, y que incluye tres canales óseos que forman una "V", dos de ellos pequeños y uno más grande ubicado en medio de estos, aunque levemente desplazado dorso-medialmente. Este tipo de morfología del hipotarso es característica en Podicipedidae (Mayr, 2004). El arreglo de los canales óseos en forma de "V", es un carácter diagnóstico de los Podicipediformes (Gilbert y col., 1981).

La diáfisis de los tarsometatarsos de los podicipédidos es mediolateralmente comprimida, dándole a su sección transversal una forma romboidal (Cheneval & Escullié, 1992). Además, por vista dorsal, los extremos distales de tarsometatarso de Podicipediformes presentan un gran *foramen vasculare distale* y las facetas de las trócleas, por vista cranial, no presentan canales, siendo más bien redondeadas (Gilbert y col., 1981).

De la muestra total, gran cantidad de materiales fueron asignados a este grupo de aves acuáticas. Varios de estos restos correspondieron a la huala (*Podiceps major*), pero muchos otros no pudieron ser identificados a un nivel específico debido a la escasez de material comparativo. Estos materiales eran de menores dimensiones que los de la huala, además de diferenciarse en aspectos más específicos en su morfología. Es muy posible que estos restos pertenezcan a alguna de las otras especies de Podicipediformes que habitan actualmente lagos, lagunas y humedales de nuestro país, todas formas más

pequeñas de *Podiceps major*, pudiendo pertenecer a *Podiceps occipitalis* (blanquillo), *Rollandia rolland* (Pimpollo) o *Podilymbus podiceps* (picurio) (todos pertenecientes a la familia Podicipedidae), no descartándose su pertenencia a alguna forma que actualmente es relativamente rara en nuestro país, como *Podiceps gallardoi* (pimpollo tobiano) (Jaramillo, 2005), siendo posible también la presencia de alguna forma que actualmente se encuentre extinta.

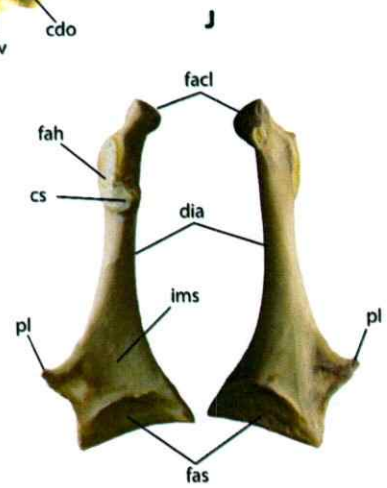
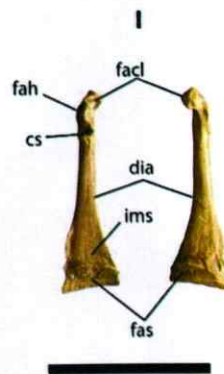
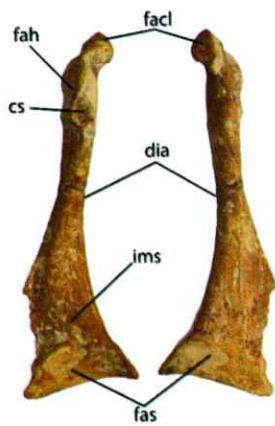
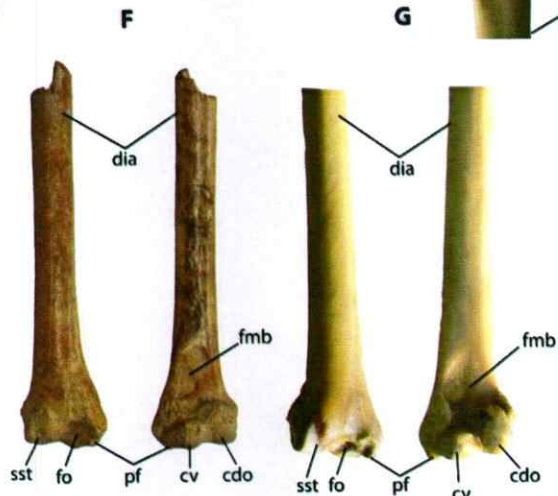
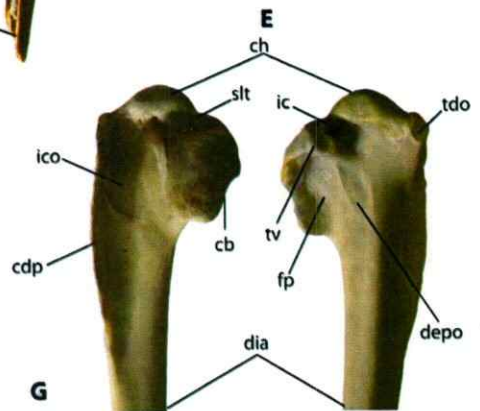
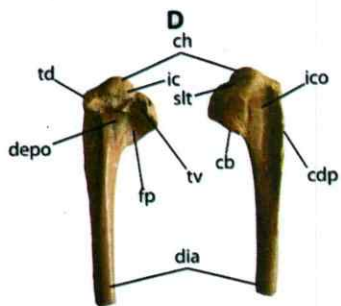
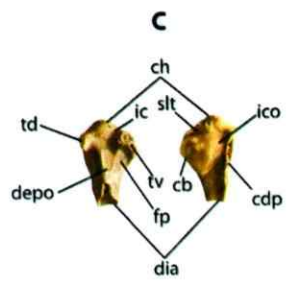
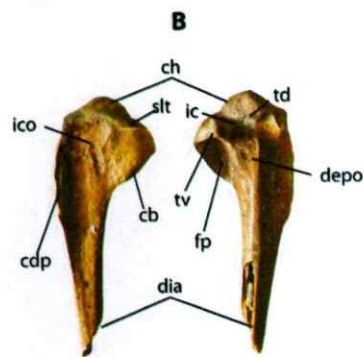
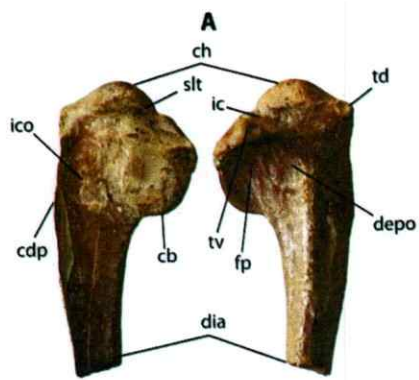


Figura 9 (página anterior). Húmeros y coracoides de Podicipediformes. **A;** fragmento proximal de húmero derecho asignado a *Podiceps major* (SGO.PV. 23232-b) en vistas cranial (izquierda) y caudal (derecha). **B;** fragmento proximal de húmero derecho perteneciente a Podicipedidae indet. 5 (SGO.PV. 23251) en vistas cranial (izquierda) y caudal (derecha). **C;** porción proximal de húmero izquierdo de Podicipedidae indet. 6 (SGO.PV. 23287) en vista caudal (derecha) y cranial (izquierda). **D;** porción proximal de húmero izquierdo de Podicipedidae indet. 18 (SGO.PV. 23218) en vista caudal (derecha) y cranial (izquierda). **E;** porción proximal del húmero de una huala actual (*Podiceps major*) en vista cranial (izquierda) y caudal (derecha). **F;** diáfisis y epífisis distal de húmero izquierdo fósil de *Podiceps major* (SGO.PV. 23232-d) en vista caudal (izquierda) y cranial (derecha) comparado con la misma porción del húmero de un *Podiceps major* actual (**G**). **H;** Coracoides izquierdo fósil de *Podiceps major* (SGO.PV. 23227) en vista dorsal (izquierda) y ventral (derecha). **I;** coracoides izquierdo de Podicipedidae indet. 3 (SGO.PV. 23321) en vista dorsal (izquierda) y ventral (derecha). **J;** coracoides izquierdo de *Podiceps major* actual en vista dorsal (izquierda) y ventral (derecha). Barra de escala: 2 cm.

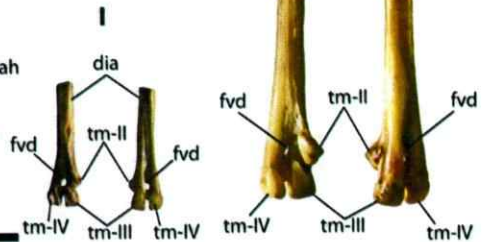
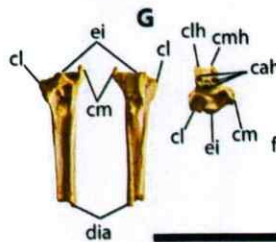
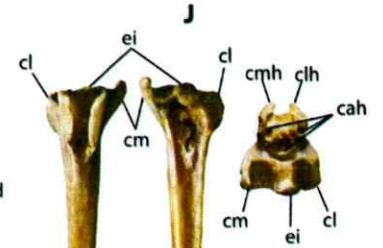
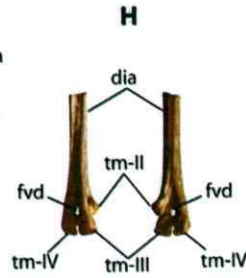
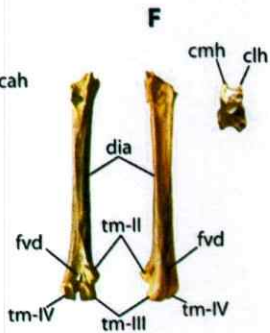
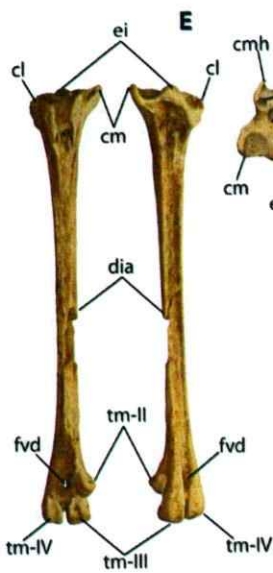
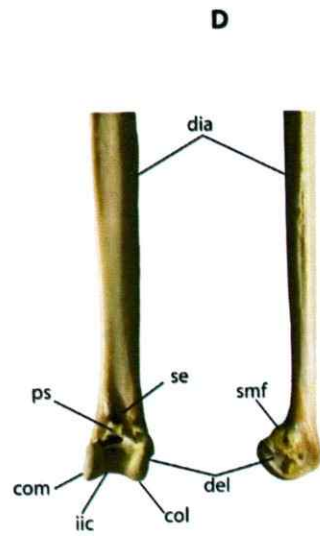
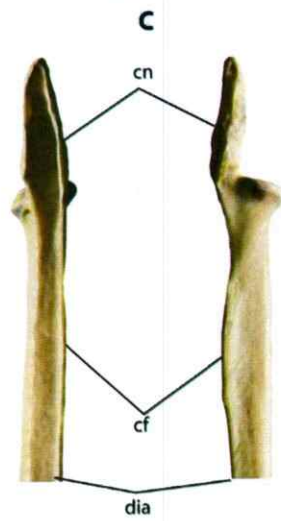
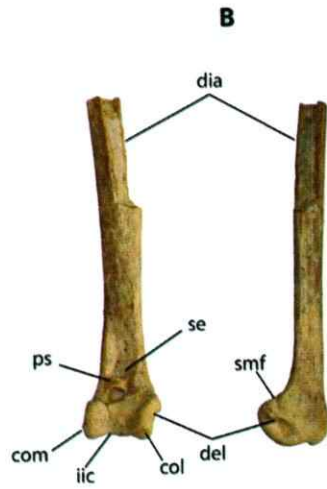
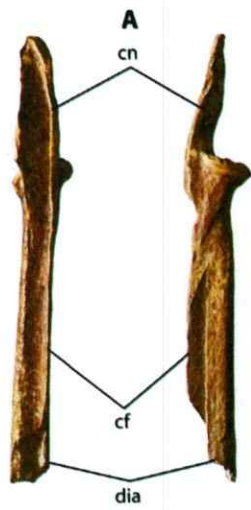


Figura 10 (página anterior). Tibiotarsos y tarsometatarsos de Podicipediformes. A; porción proximal y diáfisis de tibiotarso fósil derecho de *Podiceps major* (SGO.PV. 23232-a) en vistas anterior (izquierda) y lateral (derecha). B; porción distal y diáfisis de tibiotarso fósil izquierdo de *Podiceps major* (SGO.PV. 23233-b) en vista anterior (izquierda) y lateral (derecha). C; porción proximal y diáfisis de tibiotarso derecho de *Podiceps major* actual, en vistas que se corresponden con las de A. D; porción distal y diáfisis de tibiotarso izquierdo *Podiceps major* actual, en vistas que se corresponden con las de B. E; tarsometatarso izquierdo fósil de *Podiceps major* (SGO.PV. 23231-c) en vistas caudal (izquierda), cranial (centro) y proximal (derecha). F; tarsometatarso izquierdo de Podicipedidae indet. 2 (SGO.PV. 23257) en vistas caudal (izquierda), cranial (centro) y proximal (derecha). G; porción proximal de tarsometatarso derecho de Podicipedidae indet. 8 (SGO.PV. 23263) en vista cranial (izquierda), caudal (centro) y proximal (derecha). H; porción distal y parte de la diáfisis de tarsometatarso derecho de Podicipedidae indet. 2 (SGO.PV. 23256) en vista cranial (izquierda) y caudal (derecha). I; porción distal y diáfisis de tarsometatarso izquierdo de Podicipedidae indet. 1 (SGO.PV. 23254) en vista caudal (izquierda) y cranial (derecha). J; tarsometatarso izquierdo de *Podiceps major* actual en vista caudal (izquierda), cranial (centro) y proximal (derecha). Barra de escala: 2 cm.

Orden Columbiformes Latham, 1790

Familia Columbidae Illiger, 1811

Género *Patagioenas* Reichenbach, 1852

Patagioenas (?)

MATERIAL REFERIDO. Dos fragmentos proximales de húmero, uno izquierdo (SGO.PV. 23211-a) y uno derecho con parte de su *crista bicipitalis* ausente (SGO.PV. 23211-b).

SITIOS DE PROCEDENCIA. SGO.PV.23211-a y b proceden de TT-I.

OBSERVACIONES. Los elementos son similares a los húmeros de otros Columbiformes con que fue comparado, pero su tamaño es considerablemente mayor al de *Zenaida auriculata*, *Zenaida meloda*, *Columbina picui*, *Metropelia aymasa* y *Columba livia*, lo que hace sospechar su pertenencia al género *Patagioenas* (al que pertenece la actual torcaza) o inclusive a una forma desconocida de gran tamaño. Esto solo se podrá resolver mediante su comparación directa con húmeros de torcaza actuales.

Columbidae indet. 1

MATERIAL REFERIDO. Un húmero izquierdo completo (SGO.PV. 23216) y un fragmento proximal de húmero derecho (SGO.PV. 23217).

SITIOS DE PROCEDENCIA. TT-I (SGO.PV. 23216); Indet. (SGO.PV. 23217).

OBSERVACIONES. La *crista deltopectoralis* es marcada y corta, de forma más o menos triangular y se proyecta anterodorsalmente, aunque es menos aguda que en especies como *Zenaida auriculata* y *Zenaida meloda*, mostrando una morfología general que se asemeja más a *Columbina cruziana*.

Las dimensiones de los húmero aquí mencionados difieren a las de otras especies de Columbiformes, siendo más pequeños que los de *Zenaida auriculata* y *Zenaida meloda* y más grandes que los de *Columbina picui* y *Metropelia aymasa*, y similares a las de *Columbina cruziana*, pero las diferencias morfológicas son muy poco notorias y por el momento no se asigna a un género en particular.

Columbidae indet. 2

MATERIAL REFERIDO. Tarsometatarso derecho (SGO.PV. 23219) y porción distal con parte de la diáfisis de un tarsometatarso izquierdo que carece de la *trochlea metatarsi* IV (SGO.PV. 23338).

SITIOS DE PROCEDENCIA. Ambos elementos proceden de TT-I.

OBSERVACIONES. Aunque en el tarsometatarso completo parte del hipotarso está roto, se presenta por vista plantar una larga *crista medialis plantaris* que es una continuación de la *crista medialis hipotarsi* y que se extiende hacia el borde medial de la *fossa metatarsi* I, tal y como se observa en especies como *Zenaida meloda*.

elementos	morfotipos
húmeros	2
tarsometatarsos	1
	$\bar{x}=1,5$

Tabla 6. Número de morfotipos de cada uno de los elementos identificados para el orden Columbiformes. El número en rojo corresponde al elemento con mayor número de morfotipos y el número en azul indica la menor cantidad de morfotipos.

COMENTARIOS GENERALES

Basándose en el número de morfotipos (2 de húmeros y 1 de tarsometatarsos) y en el promedio de éstos (1,5) se deriva que en Laguna de Tagua Tagua habitaron al menos 2 especies de Columbiformes; una de gran tamaño, quizás relacionada a la torcaza (*Patagioenas araucana*) y otra de pequeño tamaño, tal vez perteneciente a los géneros *Zenaida* o *Columbina*.

Entre las características propias de Columbidae que se presentan en los restos de húmero identificados están: un *caput humeri* que es marcadamente convexo proximalmente; el *tuberculum dorsale* es elongado y se funde con el *caput humeri* medialmente; la *fossa pneumotricipitalis* es muy neumática, grande, redondeada y caudalmente orientada. La *crista deltopectoralis* es marcada y corta, de forma más o menos triangular y se proyecta antero-dorsalmente; el húmero presenta un eje que es caudocranialmente inflado y relativamente corto y el *impressio coracobrachialis* muy poco marcado (Cohen & Serjeantson, 1986; Worthy & Wragg, 2008).

Una característica que es típica de los Columbiformes es que el *processus supracondylaris dorsalis* está localizado más proximalmente que en otros ordenes de aves, con una distancia más o menos equivalente al diámetro del *condylus dorsalis* (Gilbert y col., 1981).



El tarsometatarso puede ser referido a la familia Columbidae debido a la presencia de una *fossa metatarsi* I amplia y bien marcada, que se expande más allá del borde medial de la *facies dorsalis*; presencia de una estrecha *fossa parahypotarsalis latelalis*; una muy marcada inflexión medial de la *trochlea metatarsi* I y la *trochea metatarsi* III es más ancha que profunda anteroposteriormente (Wragg & Worthy, 2006).

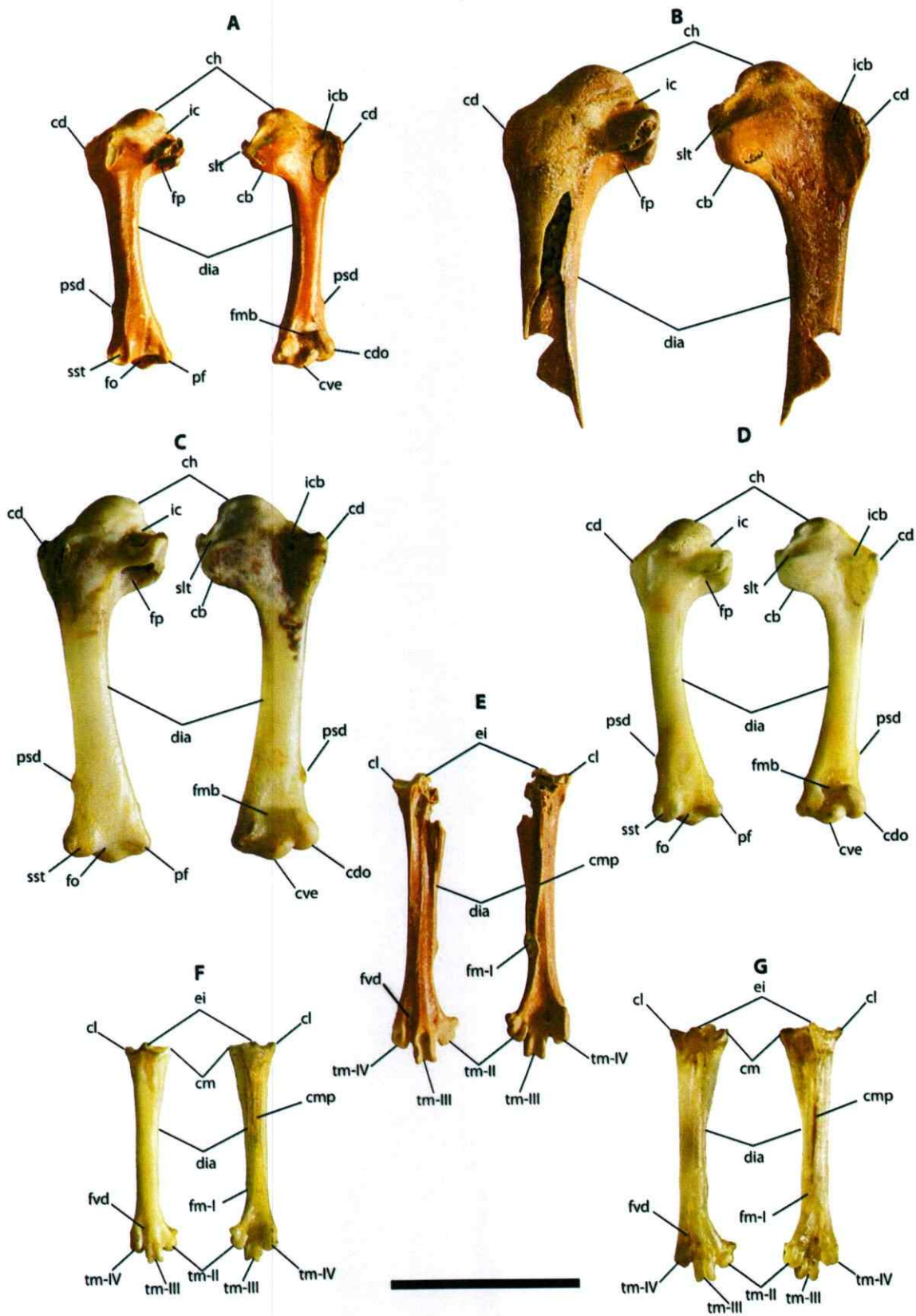


Figura 11 (página anterior). Húmeros y tarsometatarsos de Columbiformes. A; húmero izquierdo completo de Columbidae indet. 2 (SGO.PV. 23216) en vista caudal (izquierda) y cranial (derecha). B; porción proximal con parte de la diáfisis de un húmero de *Patagioenas* (?) (SGO.PV. 23211-a) en vista caudal (izquierda) y cranial (derecha). C; húmero izquierdo de *Zenaida meloda* actual en vista caudal (izquierda) y cranial (derecha). D; húmero izquierdo de *Zenaida auriculata* actual en vista caudal (izquierda) y cranial (derecha). E; tarsometatarso derecho de Columbidae indet. 2 (SGO.PV. 23219) en vista cranial (izquierda) y caudal (derecha). F; tarsometatarso izquierdo de *Zenaida auriculata* actual en vista cranial (izquierda) y caudal (derecha). G; tarsometatarso derecho de *Zenaida meloda* actual en vista cranial (izquierda) y caudal (derecha). Barra de escala: 2 cm.

Orden Gruiformes Bonaparte, 1854

Familia Rallidae Rafinesque, 1815

Género *Fulica* Linnaeus, 1758

Especie *Fulica rufifrons* Philippi & Landbeck, 1861

Fulica cf. *rufifrons*

MATERIAL REFERIDO. Un fragmento proximal de húmero derecho (SGO.PV. 23238), un coracoides izquierdo (SGO.PV. 23245) y uno derecho (SGO.PV. 23241).

SITIOS DE PROCEDENCIA. TT-I (SGO.PV. 23238, 23245); TT-II (SGO.PV. 23241).

OBSERVACIONES. Los especímenes muestran una morfología y tamaño similar al de *Fulica rufifrons*. Además, la morfología del coracoides coincide con la descrita por Cenizo y col., (2014) para *F. rufifrons*. Ellos mencionan que el coracoides de esta especie tiene una diáfisis más estrecha que las de *F. leucoptera* y *F. armillata*; una más pequeña *extremitas omalis* que la de *F. armillata* y *F. leucoptera*; en vista medial, el *processus acrocoracoideus* tiene un borde proximal recto de la *facies articularis clavicularis*, el cual es convexo en *F. leucoptera* y *F. armillata*; el *tuberculum brachiale* está muy poco desarrollado y, en vista lateral, la *cotyla scapularis* está ligeramente

excavada, al contrario de *F. leucoptera* y *F. armillata*, en las que esta está profundamente excavada. El fragmento de húmero muestra una constitución y morfología prácticamente idéntica a los húmeros de *F. rufifrons*, mostrando especial semejanza en la constitución menos robusta que el de otras especies.

Especie *Fulica armillata* Vieillot, 1817

Fulica cf. armillata

MATERIAL REFERIDO. 4 húmeros, uno izquierdo y uno derecho completos (SGO.PV. 23235-a y b respectivamente) y dos del lado derecho con parte de sus epífisis faltantes (SGO.PV. 23235-c y d); 2 coracoides izquierdos (SGO.PV. 23235-f, SGO.PV. 23244); 2 tarsometatarsos derechos (SGO.PV. 23235-e, SGO.PV. 23334); un fragmento distal con parte de la diáfisis de tarsometatarso izquierdo (SGO.PV. 23239); un fragmento distal de fémur izquierdo (SGO.PV. 23243); un fragmento proximal de fémur derecho (SGO.PV. 23237) y 4 fragmentos distales de tibiotarso, dos izquierdos (SGO.PV. 23235-g y SGO.PV. 23246-b) y dos derechos (SGO.PV. 23246-a, SGO.PV. 23248).

SITIOS DE PROCEDENCIA. TT-I (SGO.PV. 23235-a, b, c, d, e, f y g, SGO.PV. 23243, 23246-a y b; 23334); TT-II (SGO.PV. 23239, 23244). Indeterminado (SGO.PV. 23248, 23237).

OBSERVACIONES. Las dimensiones de los elementos, mayores que las de otras especies de *Fulica*, junto con la morfología casi indistinguibles entre los fósiles y los ejemplares de comparación actuales de *F. armillata* permiten asignar los restos a esta

especie. Los restos de fémur, tibiotarso y tarsometatarso son asignados a *Fulica* en base a las características mencionadas en Wetmore (1924), Livezey (1998) y Boles (2005).

Espece *Fulica* sp. 1

MATERIAL REFERIDO. 1 tarsometatarso izquierdo completo (SGO.PV. 23220), 2 fragmentos distales de tarsometatarso izquierdo (SGO.PV. 23221-a y SGO.PV. 23240) y un fragmento proximal de tarsometatarso izquierdo (SGO.PV. 23221-B).

SITIOS DE PROCEDENCIA. TT-I (SGO.PV. 23220, SGO.PV. 23221-a y b); TT-II (SGO.PV. 23240).

OBSERVACIONES. En su morfología general, los materiales son muy similares a los tarsometatarsos de especies como *Fulica armillata*, *Fulica gigantea*, *Fulica rufifrons* y *Fulica armillata*, permitiendo su asignación al género *Fulica*, sin embargo, sus dimensiones son considerablemente mayores y la constitución es más robusta que las de los tarsometatarsos con los que fue comparado, incluso mayores a las de *Fulica gigantea*. Quizás, estos materiales puedan pertenecer a una especie desconocida de tagua que pudo habitar la laguna, sin embargo, las comparaciones hechas no son todavía suficientes para afirmarlo con mayor sustento.

Espece *Fulica* sp. 2

MATERIAL REFERIDO. Un fragmento proximal de húmero izquierdo (SGO.PV. 23223).

SITIOS DE PROCEDENCIA. El elemento proviene del sitio TT-I.

OBSERVACIONES. La *crista deltopectoralis* es alta y anteriormente orientada, es relativamente triangular en su extremo proximal, el cual está un poco curvado lateralmente. En *F. armillata* este extremo se curva más hacia anterior. El extremo distal de la *crista deltopectoralis* forma un triángulo más pequeño, siendo menos agudo que en *F. armillata* y *F. gigantea*. El margen de la *crista deltopectoralis* es cóncavo, aunque de forma menos marcada que en *F. armillata* y que en *F. gigantea*, en la que prácticamente no hay concavidad. La *fossa pneumotricipitalis* no está completa, aunque se logra vislumbrar que esta era amplia y no muy profunda, de forma similar que lo visto en *F. armillata* y *F. gigantea*. El *sulcus ligamentus transversus* no se aprecia completamente, pero de forma similar a otras especies de *Fulica* es corto y profundo, no extendiéndose más allá del extremo ventral del *caput humeri*. En el ejemplar, éste parece ser más amplio y excavado que en *F. armillata*, de forma muy similar a *F. gigantea*. El *impressio coracobrachialis* es muy superficial, casi inexistente.

Especie *Fulica* sp. 3

MATERIAL REFERIDO. Fragmento distal de fémur derecho (SGO.PV. 23242).

SITIOS DE PROCEDENCIA. Elemento proveniente de TT-I

OBSERVACIONES. El fragmento mejor conservado muestra una *crista tibiofibularis* más o menos redondeada, siendo un poco menos aguda en su extremo proximal que en *F. armillata*, *F. ardesiaca* y que en *F. rufifrons*, en cambio, el *epicondylus medialis* es recto es su borde caudal, similar a *F. armillata*, *F. rufifrons* y *F. leucoptera*. La *trochlea fibularis* está medianamente excavada. El *condylus medialis* es un poco más comprimido caudalmente que en *F. armillata* y está ligeramente inclinado hacia medial.

El *impressio ansaе musculi iliofibularis* es plano, ovalado y bien marcado, de dimensiones similares al de *F. armillata*.

El *tuberculum musculi gastroc. Ict* está bien marcado y posicionado en la superficie medial, y se localiza más proximalmente que en *F. armillata*, habiendo una mayor separación con respecto al *impressio ansaе musculi iliofibularis*. Las dimensiones de los materiales son similares a las del fémur de *F. armillata*, aunque son un poco más robustos.

Especie *Fulica* sp. 4

MATERIAL REFERIDO. Tarsometatarso derecho completo (SGO.PV. 23236).

SITIOS DE PROCEDENCIA. Elemento procedente de TT-I.

OBSERVACIONES. La morfología del elemento es similar a la de los tarsometatarsos de las especies de *Fulica* revisadas, dejando pocas dudas de que el elemento pertenezca a este género. Por ejemplo, se diferencia de *F. ardesiaca* en que el lado medial de la diáfisis en el material es menos curvo en su borde plantar y la diáfisis, por vista dorsal es un poco más ancha hacia proximal, siendo similar a lo visto en *F. armillata*, aunque el elemento en esta última tiene una longitud bastante menor. El tarsometatarso de *F. rufifrons* es más pequeño, con una *crista hipotarsi medialis* un poco más redondeada.

Especie *Fulica* sp. 5

MATERIAL REFERIDO. Fragmento distal de tibiotarso derecho (SGO.PV. 23247).

SITIOS DE PROCEDENCIA. TT-II (SGO.PV. 23247).

OBSERVACIONES. Las dimensiones del material son similares a las de *F. armillata*, pero bastante mayores que las de *F. rufifrons*, y similares también a las de *F. ardesiaca*, aunque es más robusto que el de la mencionada especie. Se diferencia de *Fulica armillata*, *F. ardesiaca* y *F. rufifrons* en que los bordes medial y lateral de la *trochlea cartilaginis tibialis* no son sobresalientes y son más redondeados, mientras que en estas especies son más rectos. Además, los *condylus medialis* y *lateralis* son proporcionalmente más cortos craneocaudalmente que los de *F. armillata*, pero la diáfisis es de dimensiones similares. También se diferencia de *F. armillata* en que el *epicondylus lateralis* en el material es más corto. La *trochlea cartilaginis tibialis* se extiende más hacia proximal en el material que en *F. ardesiaca* y sus *condylus medialis* y *lateralis* están un poco más separados debido a una ligeramente más ancha *incisura intercondylaris*. Estas diferencias hacen pensar que el elemento podría pertenecer a una especie diferente, pero por el momento no se puede asegurar.

Especie *Fulica* sp. 6

MATERIAL REFERIDO. Húmero derecho con su caput humeri ausente (SGO.PV. 23283).

SITIOS DE PROCEDENCIA. TT-I

OBSERVACIONES. El húmero está prácticamente completo, careciendo solo de la totalidad del *caput humeri*. Es relativamente más pequeño que los húmeros de *Fulica armillata* y *Fulica gigantea*, además, es bastante más pequeño y presentar una constitución más grácil que el fragmento de húmero correspondiente a *Fulica* sp.2. El material probablemente podría corresponder a *Fulica rufifrons* o *Fulica leucoptera*,

aunque la morfología del húmero de estas especies parece diferenciarse de la del fósil aquí descrito.

Rallidae indet. 1

MATERIAL REFERIDO. Fragmento proximal de húmero derecho (SGO.PV. 23284).

SITIOS DE PROCEDENCIA. TT-I.

OBSERVACIONES. El fragmento está bastante incompleto, careciendo de gran parte de su porción más ventral. Presenta una morfología similar a la del húmero de Rallidae indet. 1, pero se diferencian en que el fósil aquí referido presenta una *cresta deltopectoralis* más extendida distalmente y pareciera tener un recurvamiento menos marcado que el que muestra el húmero de Rallidae indet. 1, aunque no se puede asegurar porque en el material esta cresta se encuentra levemente erosionada. El fósil posiblemente pueda pertenecer a una especie pequeña como *Fulica rufifrons*, pero lo incompleto del material no permite asegurarlo con certeza.

Rallidae indet. 2

MATERIAL REFERIDO. Fragmento proximal de húmero derecho con ausencia de epífisis proximal (SGO.PV. 23286).

SITIOS DE PROCEDENCIA. TT-I.

OBSERVACIONES. La sección marcadamente triangular de la diáfisis y la morfología de la *cresta deltopectoralis* muestran gran similitud con lo visto en húmeros los rallidos con los que fue comparado, dando bastante seguridad de su pertenencia a este género. No se pudo llegar a la especie más afin a este fósil.

Especie *Fulica ardesiaca* Tschudi, 1843

Fulica cf. *ardesiaca*

MATERIAL REFERIDO. 1 fragmento distal de fémur derecho (SGO.PV. 23224) y 1 fragmento proximal de húmero izquierdo (SGO.PV. 23234).

SITIOS DE PROCEDENCIA. TT-I (SGO.PV. 23224); TT-II (SGO.PV. 23234).

OBSERVACIONES. El fragmento distal de fémur tiene una bien desarrollada y aguda *crista tibiofibularis* en el *condylus lateralis*, más aguda que la de *F. armillata* y que en *F. rufifrons*, siendo similar a la que se presenta en el fémur de *F. ardesiaca*. Esta se extiende mucho más allá caudalmente que el *epicondylus medialis*, habiendo un poco más de diferencia en extensión en este material, que lo que se observa en el fémur de *F. armillata*, siendo más similar a *F. rufifrons* y *F. ardesiaca*. En lo que respecta a su morfología general, el material es similar a las de las otras especies de *Fulica* con las que fue comparado, aunque sus dimensiones son más similares a las de *Fulica ardesiaca*, pero la diáfisis parece ser levemente más robusta.

En el fragmento proximal de húmero, la *crista deltopectoralis* no está completa, aunque por comparación con húmeros actuales de varias especies de *Fulica*, parece tener una morfología similar a la de éstas. La morfología del elemento tiene aspectos que permiten diferenciarlo, aunque con cierta cautela, de otras especies. El elemento es de mayores dimensiones que el húmero de *F. rufifrons* y su *crista deltopectoralis* parece estar un poco más extendida hacia dorsal que en esta especie, además de que, por vista dorsal, es un poco más cóncava en la zona en que limita con la diáfisis. La morfología del material es mucho más parecida a la de *F. armillata* y *F. ardesiaca*, aunque las dimensiones son prácticamente idénticas a las del húmero de esta última especie. Uno de los rasgos que

podrían acusar mayor afinidad por *F. ardesiaca* es que en *F. armillata* se presenta una excavación alargada y muy superficial entre el *margo caudalis* y la *fossa pneumotricipitalis* que no está presente en el material ni en el húmero de *F. ardesiaca*, al menos no de forma evidente.

elementos	morfotipos
Húmeros	7
tibiotarsos	2
tarsometatarsos	3
coracoides	2
fémures	2
	$\bar{x}=3,2$

Tabla 7. Número de morfotipos de cada uno de los elementos identificados para el orden Gruiformes. El número de color rojo muestra el elemento con mayor número de morfotipos identificados, mientras que los elementos con menor número de morfotipos se representan con números azules.

COMENTARIOS GENERALES

A este grupo pertenecen varias formas de aves que habitan lagos, lagunas, estuarios y marismas. Estas son bajas y robustas, tienen picos parecidos a los de un pollo, presentan escudos frontales extendidos y pies lobulados sin membranas (Jaramillo, 2005).

Con respecto a la identificación de estas aves, prácticamente todos los Gruiformes identificados parecen pertenecer a la familia Rallidae, la cual es una familia osteológicamente homogénea, comprendida actualmente de unos 33 géneros (Taylor, 1996). Esta homogeneidad es una de las causas que hace difícil llegar a identificar los restos de con la mayor resolución posible. Por ejemplo, en Cenizo y col. (2014), mencionan la dificultad de diferenciar entre las especies *F. leucoptera* y *F. rufifrons* en

base a elementos aislados. Sin embargo, la disponibilidad de algunos ejemplares actuales de comparación, junto con el supuesto de que muchos de los restos fósiles pertenecieron a aves que actualmente habitan la zona central de Chile permite que las identificaciones realizadas sean relativamente confiables.

Los húmeros fueron el elemento con el mayor número de morfotipos (7), mientras que los tibiotarsos, coracoides y fémures presentaron el número menor (2), con un número promedio de morfotipos de 3,2. Esto indica que el número de especies que habitó en la Laguna de Tagua Tagua estuvo en un rango de entre 2 y 7, con un promedio de 3 especies, resultado que se ajusta bien al número de especies de Gruiformes que pueden verse conviniendo en sistemas de agua dulce de la zona central de Chile (Peña-Villalobos y col., 2008).

La mayoría de los restos correspondieron a taguas, entre las que se cuenta la tagua de frente roja (*Fulica rufifrons*), la tagua común (*Fulica armillata*), formas posiblemente relacionadas a la tagua andina (*Fulica ardesiaca*) y otras formas no identificadas a un nivel específico, una de ellas (*Fulica* sp. 1) presentando un tamaño considerable. Ésta se destaca de las otras por el gran tamaño del tarsometatarso (elemento en el que se basa su identificación) siendo aparentemente mayor que el tarsometatarso de la tagua gigante (*Fulica gigantea*), la más grande de las taguas que habitan nuestro territorio (Jaramillo, 2005). Este elemento se diferencia del tarsometatarso de la tagua gigante por la diferente posición relativa de la marca del músculo extensor *hallucis longus* en el borde medial del elemento.

Con respecto a los caracteres diagnósticos necesarios para la identificación de los elementos encontrados en la literatura, la mayoría de estos eran referidos a la familia Rallidae, siendo escasas las alusiones al género *Fulica*.

Los húmeros de rálidos se caracterizan por presentar la siguiente combinación de caracteres: una *incisura capitis* profunda, que forma un ángulo agudo con el eje principal de la diáfisis; el *caput humeri* presenta un largo eje, el cual es más o menos paralelo a la *incisura capitis* y la *crista deltopectoralis* es alta y marcada, con forma triangular y proyectada anterodorsalmente (Boles, 2005).

Entre los caracteres diagnósticos del coracoides de los rálidos se pueden mencionar un *processus procoracoideus* relativamente delgado, pronunciado y recurvado, que se extiende aún más medialmente que el *processus acrocoracoideus*. Por vista dorsal se distingue un marcadamente profundo *impressio musculi sternocoracoidei*, el cual se extiende mucho hacia anterior. La *cotyla scapularis* es grande y profunda, de forma más o menos ovalada y dorsalmente orientada. Además, el *facies articularis humeralis* es más o menos redondeada, casi tan ancha como larga, y se pronuncia fuertemente lateralmente (Boles, 2005).

Los fémures de rálidos presentan un *impressio m. iliotrochantericus caudalis* restringido al extremo proximal del *trochanter femoris* y la *facies articularis antitrochanterica* es distintivamente estrecha, tanto anterior como posteriormente; la *fossa poplitea* no es distintivamente excavada; por vista ventral, la parte terminal de la *linea intermuscularis cranialis*, se extiende bastante hacia distal desde el lado ventral de la *crista trochanteris*; el *sulcus intercondylaris* es moderadamente profundo; y hay una

depresión en el extremo proximal de la *trochlea fibularis* (Boles, 2005; Gilbert y col., 1981).

Los tarsometatarsos de rállidos presentan una superficie dorsal que es plana y no cóncava, con una leve orientación hacia lateral en su parte más distal. También poseen un *pons tendineus* proximal que se ubica en el lado medial de la superficie dorsal (en la mayoría de los materiales éste no se conservó). Adicionalmente la *trochlea metatarsi* IV es más corta que la *trochlea metatarsi* III y la *trochlea metatarsi* II es mucho más corta que la *trochlea metatarsi* IV, además de que es retraída plantarmente (Boles, 2005).

Los tibiotarsos presentan un bien marcado *sulcus muscoli fibularis*, el cual está cubierto por un pequeño puente que se encuentra justo proximal al *condylus lateralis*. Este carácter es observado en las distintas especies que integran el género *Fulica*, como por ejemplo en *Fulica americana* (Gilbert y col., 1981).

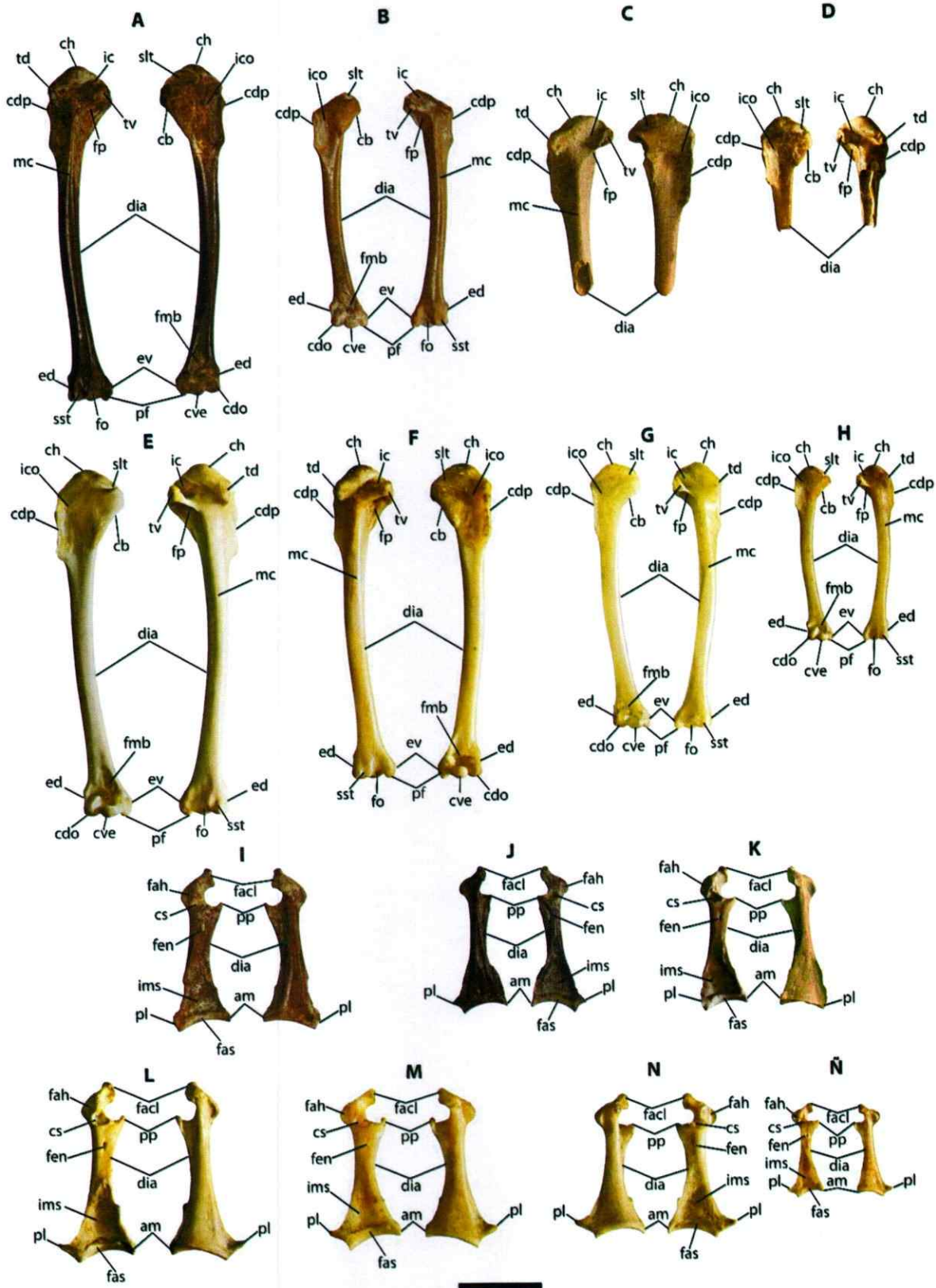


Figura 12 (página anterior). Húmeros y coracoides de Gruiformes. **A;** húmero izquierdo completo de *Fulica cf. armillata* (SGO.PV. 23235-a) en vistas caudal (izquierda) y cranial (derecha). **B;** húmero derecho de *Fulica* sp. 6 (SGO.PV. 23283) en vista cranial (izquierda) y caudal (derecha). **C;** porción proximal de húmero izquierdo de *Fulica* sp. 2 (SGO.PV. 23223) en vistas caudal (izquierda) y cranial (derecha). **D;** porción proximal de húmero derecho de *Fulica cf. rufifrons* (SGO.PV. 23238) en vistas cranial (izquierda) y caudal (derecha). **E;** húmero derecho de *Fulica armillata* actual en vista cranial (izquierda) y caudal (derecha). **F;** húmero izquierdo de *Fulica ardesiaca* actual en vista caudal (izquierda) y cranial (derecha). **G;** húmero derecho de *Fulica rufifrons* actual en vista cranial (derecha) y caudal (izquierda). **H;** húmero de *Gallinula melanops* actual en vista cranial (izquierda) y caudal (derecha). **I;** coracoides izquierdo de *Fulica cf. armillata* (SGO.PV. 23235-f) en vista dorsal (izquierda) y ventral (derecha). **J;** coracoides derecho de *Fulica cf. rufifrons* (SGO.PV. 23241) en vista ventral (derecha) y dorsal (derecha). **K;** coracoides izquierdo de *Fulica cf. rufifrons* (SGO.PV. 23245) en vista dorsal (derecha) y ventral (izquierda). **L;** coracoides izquierdo de *Fulica gigantea* actual, en vista dorsal (izquierda) y ventral (derecha). **M;** coracoides izquierdo de *Fulica armillata* actual en vista dorsal (izquierda) y ventral (derecha). **N;** coracoides derecho de *Fulica ardesiaca* actual en vista ventral (derecha) y dorsal (izquierda). **N;** coracoides izquierdo de *Gallinula melanops* actual en vista dorsal (izquierda) y ventral (derecha). Barra de escala: 2 cm.

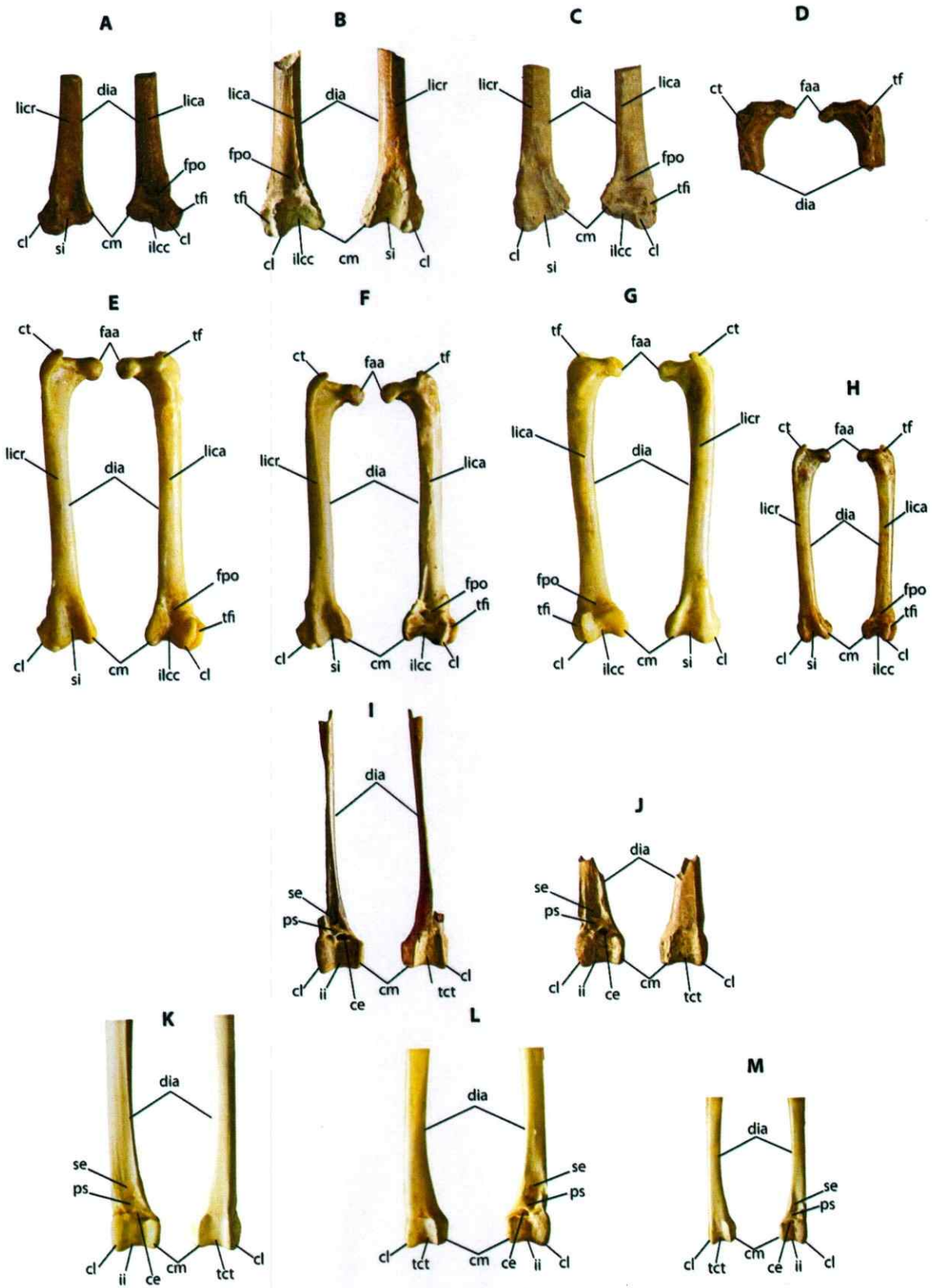


Figura 13 (página anterior). Fémures y tibiotarsos de Gruiformes. **A;** porción distal de fémur derecho de *Fulica cf. ardesiaca* (SGO.PV. 23224) en vista caudal (derecha) y cranial (izquierda). **B;** porción distal de fémur izquierdo de *Fulica cf. armillata* (SGO.PV. 23243) en vista caudal (izquierda) y cranial (derecha). **C;** porción distal de fémur derecho de *Fulica* sp. 3 (SGO.PV. 23242) en vista cranial (izquierda) y caudal (derecha). **D;** porción proximal de fémur derecho de *Fulica cf. armillata* (SGO.PV. 23237) en vista anterior (izquierda) y posterior (derecha). **E;** fémur derecho de *Fulica armillata* actual en vista anterior (izquierda) y posterior (derecha). **F;** fémur derecho de *Fulica ardesiaca* actual en vista cranial (izquierda) y caudal (derecha). **G;** fémur izquierdo de *Fulica rufifrons* actual en vista posterior (izquierda) y anterior (derecha). **H;** fémur derecho de *Gallinula melanops* actual en vista anterior (izquierda) y posterior (derecha). **I;** porción distal y parte de la diáfisis de un tibiotarso de *Fulica* sp. 5 (SGO.PV. 23247) en vista anterior (izquierda) y posterior (derecha). **J;** porción distal de un tibiotarso derecho correspondiente a *Fulica cf. armillata* (SGO.PV. 23248) en vista anterior (izquierda) y posterior (derecha). **K;** detalle de un tibiotarso derecho de *Fulica armillata* actual en vista anterior (izquierda) y posterior (derecha). **L;** detalle de un tibiotarso izquierdo de *Fulica ardesiaca* actual en vista posterior (izquierda) y anterior (derecha). **M;** detalle de un tibiotarso izquierdo de *Gallinula melanops* actual en vista posterior (izquierda) y anterior (derecha). Barra de escala: 2 cm.

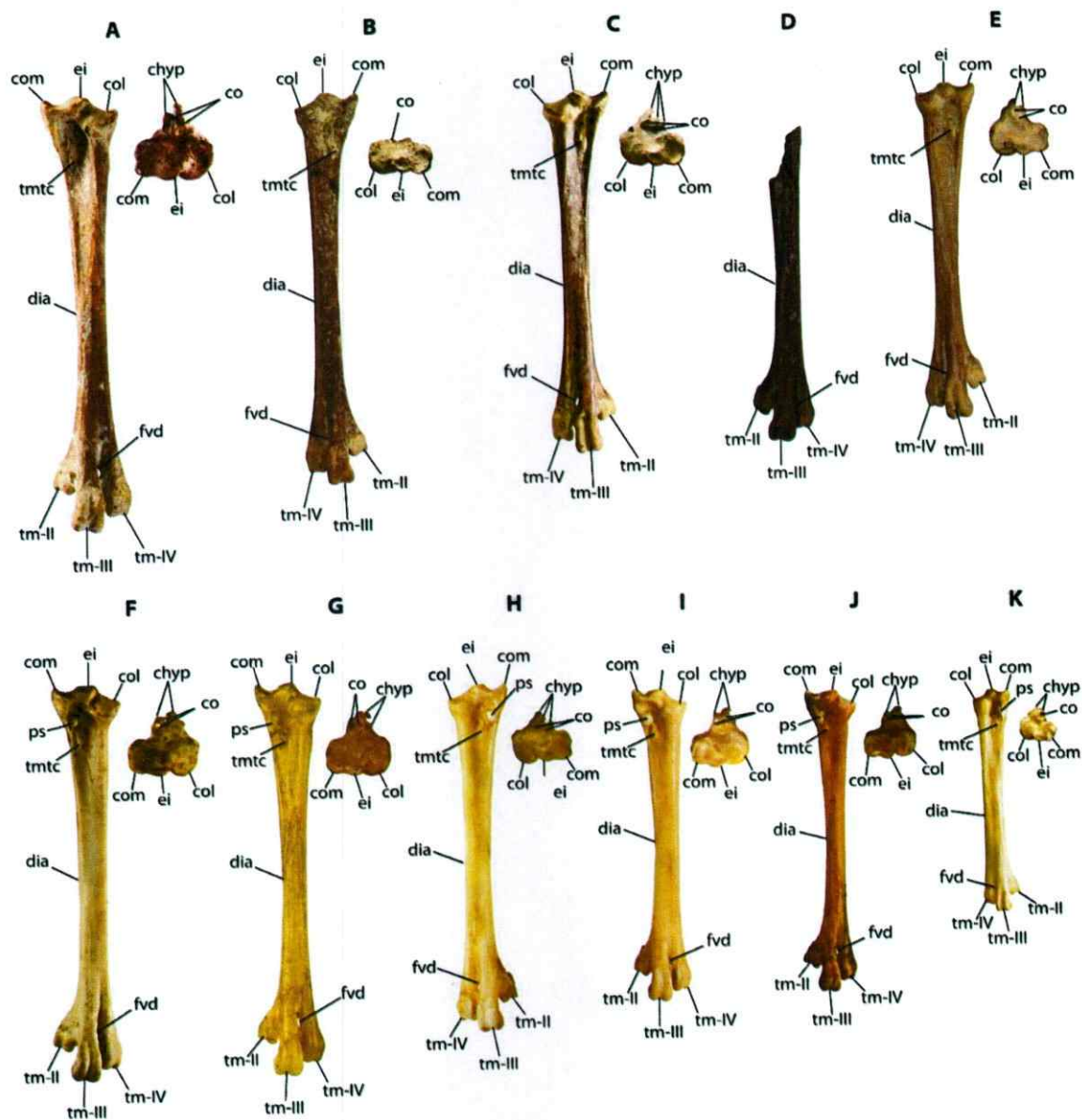


Figura 14 (página anterior). Tarsometatarsos de Gruiformes. **A;** *Fulica* sp. 1 (SGO.PV. 23220). Tarsometatarso izquierdo completo en vista cranial (izquierda) y proximal (derecha). **B;** (SGO.PV. 23235-E). Tarsometatarso izquierdo de *Fulica* cf. *armillata* en vista cranial (izquierda) y proximal (derecha). **C;** Tarsometatarso derecho de *Fulica* cf. *armillata* (SGO.PV. 23334) en vista cranial (izquierda) y proximal (derecha). **D;** Tarsometatarso izquierdo incompleto de *Fulica* cf. *armillata* (SGO.PV. 23239) en vista anterior. **E;** *Fulica* sp. 4 (SGO.PV. 23236). Tarsometatarso derecho en vista cranial (izquierda) y proximal (derecha). **F-K;** Tarsometatarsos de especímenes actuales de taguas en vista cranial (izquierda) y proximal (derecha). **F;** *Fulica gigantea*. **G;** *Fulica armillata*. **H;** *Fulica ardesiaca*. **I;** *Fulica rufifrons*. **J;** *Felica leucoptera*. **K;** *Gallinula melanops*. Barra de escala: 2 cm.

Orden Charadriiformes Garrod, 1874

Charadriiforme indet.

MATERIAL REFERIDO. Epífisis proximal con parte de la diáfisis conservada de tarsometatarso izquierdo (SGO.PV. 23285).

SITIOS DE PROCEDENCIA. TT-I.

OBSERVACIONES. Este espécimen pertenece a un charadriiforme de pequeño tamaño, ligeramente menor al de *Larus pipixcan*. El hipotarso presenta cierta similitud al de tarsometatarso de queltehue (*Vanellus chilensis*), mostrando un canal óseo y 2 *sulcus hipotarsi*, formados por las *cristas medialis, intermedialis* y *lateralis*, siendo la primera la más desarrollada. En vista anterior (cranial) el elemento se asemeja más a formas como *Larus pipixcan* y *Vanellus chilensis* que al de formas marinas como *Himantopus mexicanus*. No obstante, diferencias en aspectos como la disposición de los canales óseos, morfología de las *cristas hipotarsi* y el tamaño (el fósil corresponde a un individuo adulto) hacen pensar que se trata de una especie distinta de *Vanellus chilensis*.

elementos	morfotipos
tarsometatarsos	1
	$\bar{x}=1$

Tabla 8. Elemento identificado para el orden Charadriiformes (único morfotipo). Este correspondió a un fragmento de tarsometatarso de un charadriiforme indeterminado.

COMENTARIOS GENERALES

Solo un elemento fue identificado para este orden. Éste no parece corresponder a un queltehue (*Vanellus chilensis*), charadriiforme común de observar en orillas de lagos, lagunas y tranques, además de praderas húmedas y secas, y zonas con pastizales (Jaramillo, 2005). Esto lleva a pensar que se trata de una especie de charadriiforme que

actualmente es más abundantes en zonas costeras o de una especie nueva, supuestos que solo podrán resolverse con un estudio más acucioso.

El orden Charadriiformes está sustentado más sólidamente que la mayoría de los otros grupos por sistemática basada en caracteres osteológicos (Ballmann, 2004). Estos muestran una gran variedad morfológica, comprendiendo familias bien diferenciadas, entre las que están Alcidae, Glareolidae, Penodiomidae y Scolopacidae. Además, la mayor parte del orden es un grupo natural caracterizado por rasgos osteológicos únicos tales como el *cranialis n. coracobrachialis cranialis* o la forma diagnóstica del *processus supracondylaris dorsalis*, ambos caracteres presentes en el húmero (Ballmann, 2004). Sería interesante dilucidar la afinidad de este elemento a alguna de las formas de Charadriiforme que habitan actualmente nuestro territorio. La morfología parece ser diferente a la del queltehue (*Vanellus chilensis*), por lo que podría tratarse o ser afín a alguna especie que es más abundantes en zonas costeras.

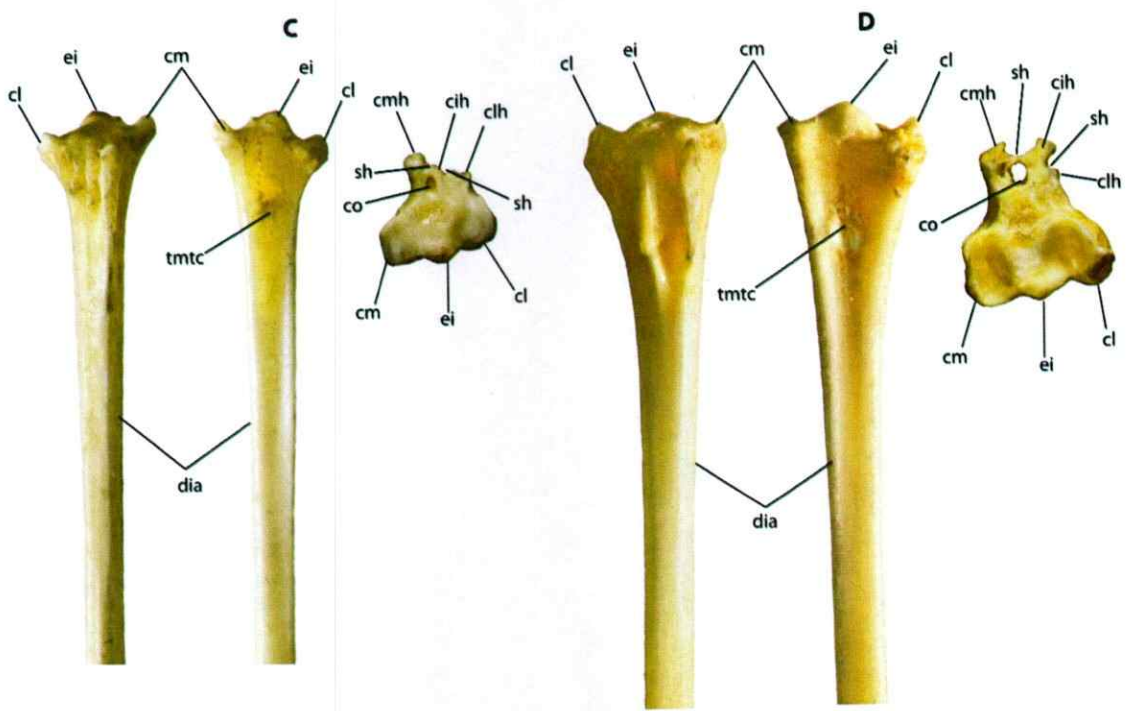
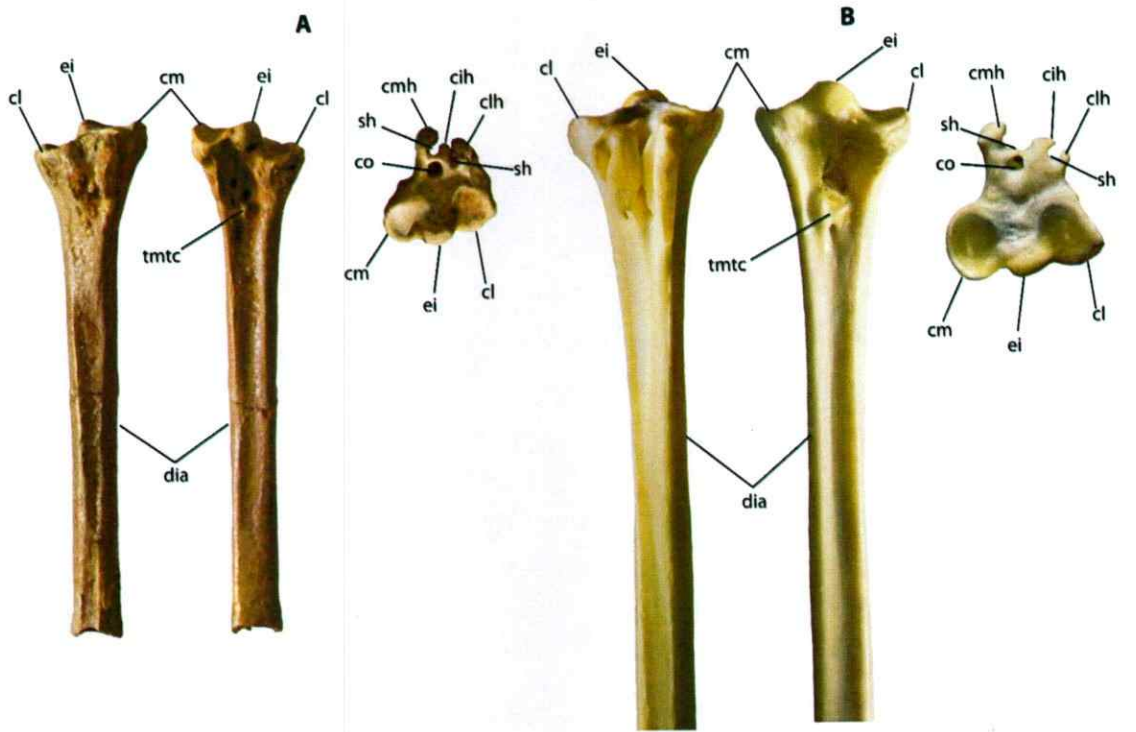


Figura 15 (página anterior). Charadriiforme indet. (SGO.PV. 23285). A; fragmento proximal de tarsometatarso izquierdo en vistas caudal (izquierda), cranial (centro) y proximal (derecha). B, C y D; elementos de comparación de Charadriiformes actuales en vistas correspondientes. B; *Vanellus chilensis*, C; *Larus pipixcan*, D; *Himantopus melanurus*. Barra de escala: 2 cm.

Orden Pelecaniformes Sharpe, 1891

Familia Ardeidae Leach, 1820

Género *Ardea* Linnaeus, 1758

Especie *Ardea alba* Linnaeus, 1758

Ardea alba

MATERIAL REFERIDO. Una vértebra cervical media (SGO.PV. 23201) y un fragmento proximal de húmero izquierdo (SGO.PV. 23202).

SITIOS DE PROCEDENCIA. TT-I (SGO.PV. 23201); TT-II (SGO.PV. 23202).

OBSERVACIONES. Aunque no se encuentra completo, la morfología de fragmento fósil de húmero concuerda con la del extremo proximal del húmero de *Ardea alba*. La vértebra cervical muestra una morfología alargada similar a la de ejemplares de *Ardea alba* y *Bubucus ibis*, pero con mayor similitud al primero.

elementos	morfortipos
húmeros	1
vértebras	1
	$\bar{x}=1$

Tabla 9. Número de morfortipos de cada uno de los elementos identificados para el orden Pelecaniformes.

COMENTARIOS GENERALES

El único morfotipo de vértebra y húmero parecen corresponder a la misma especie (*Ardea alba*). Sin embargo, es muy posible que nuevas revisiones del material fósil de aves de Laguna de Tagua Tagua permita incrementar la diversidad de este grupo.

El fragmento de húmero concentra la mayoría de los caracteres con importancia para la identificación, evidenciando características que permiten asignarlo a la familia Ardeidae, tales como una oblicua y bien marcada *incisura capitis*, un *tuberculum ventrale* proyectado próximo-caudalmente, un *tuberculum dorsale* proyectado dorsalmente y una concavidad poco profunda entre la *fossa pneumotricipitalis* y el *margo caudalis* y que corresponde al sitio donde se fija el *musculus scapulohumeralis cranialis* (Mayr, 2004). Las vértebras de las garzas son largas y esbeltas y las facetas articulares varían entre las distintas especies, como resultado de diferencias del ángulo mínimo de flexión de las correspondientes vértebras entre las distintas especies (Payne & Risley, 1976). Aparte de esto, no se hallaron otros caracteres diagnósticos útiles por lo que la semejanza general entre el elemento fósil y vértebras de una garza grande actual llevó a su asignación a ésta especie.

Ardea alba representa la única especie registrada para el orden Pelecaniformes. Este orden comprende a las garzas, que son aves zancudas de cuello y patas largas (Jaramillo, 2005). *Ardea alba* (garza grande) es un ave ampliamente distribuida en diversos hábitats de agua dulce (Jaramillo, 2005), siendo aves depredadoras altamente especializadas que capturan presas vivas, generalmente peces y crustáceos, aunque también se alimentan de insectos, anfibios, reptiles e incluso otras aves (Perrins, 2006).

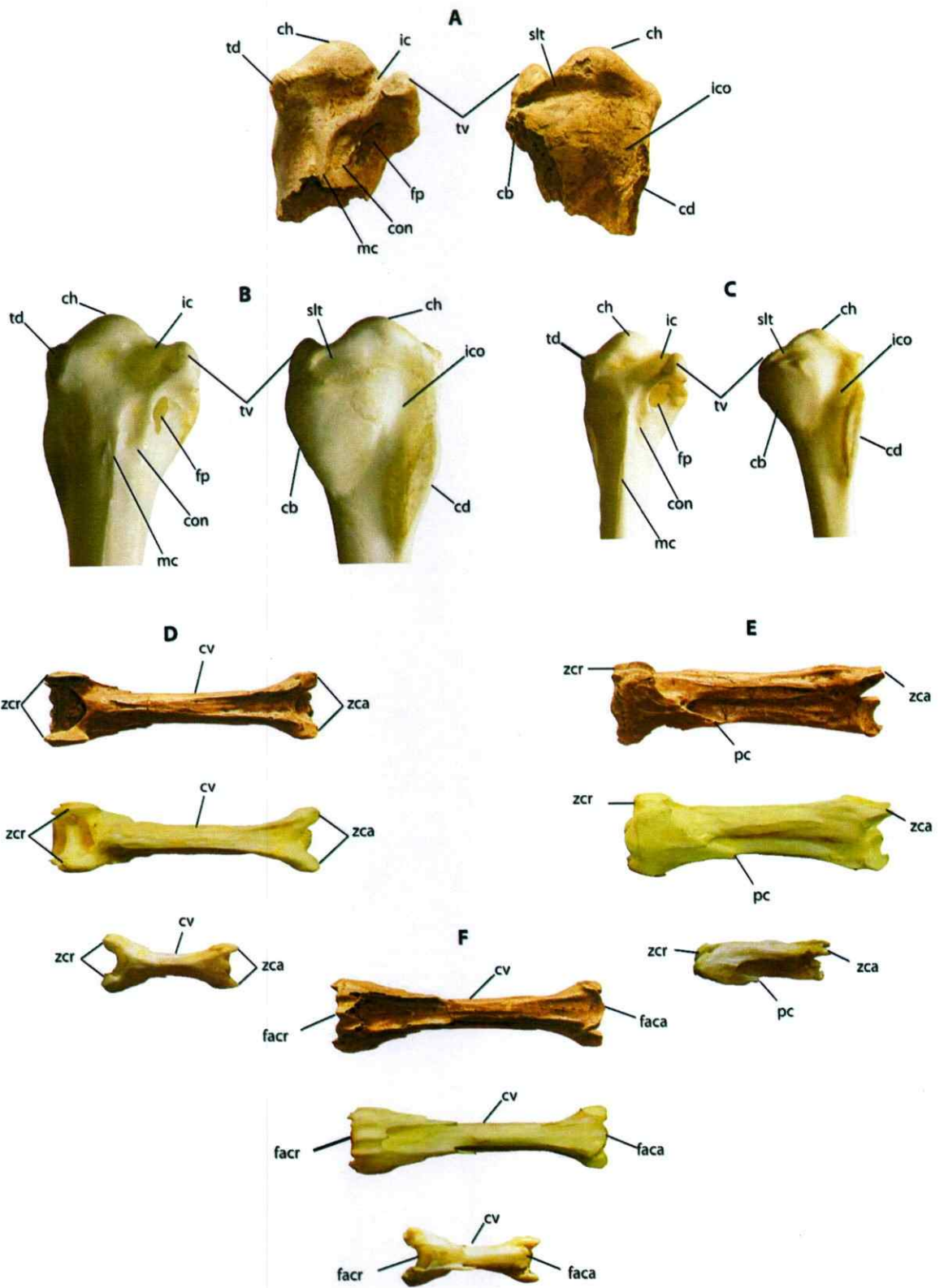


Figura 16 (página anterior). Elementos pertenecientes a *Ardea alba*. **A**; fragmento proximal de húmero izquierdo (SGO.PV. 23202) en vista caudal (izquierda) y cranial (derecha). **B** y **C**; porciones proximales de húmeros actuales en vistas correspondientes con **A**, de *Ardea alba* (**B**) y *Bubulcus ibis* (**C**). **D**, **E** y **F**; vértebras cervicales de *Ardea alba* fósil (SGO.PV. 23201) (arriba), *Ardea alba* actual (centro) y *Bubulcus ibis* actual (abajo), en vistas dorsal (**D**), lateral (**E**) y ventral (**F**). Barra de escala: 2 cm.

Orden Accipitriformes Vieillot, 1816

Familia Accipitridae Vigors, 1824

Género *Parabuteo* Ridgway, 1874

Especie *Parabuteo unicinctus* Temminck, 1824

Parabuteo unicinctus

MATERIAL REFERIDO. Fragmento proximal de húmero izquierdo con su epífisis conservada (SGO.PV. 23200)

SITIOS DE PROCEDENCIA. El elemento proviene de TT-I.

OBSERVACIONES. El fósil es prácticamente indistinguible del húmero de un *Parabuteo unicinctus* actual, con la excepción de que la depresión que se ubica entre el *caput humeri* y el *margo caudalis* es un poco más marcada en el fragmento de húmero fósil. Sin embargo, esto puede deberse a la edad o sexo del individuo, por lo que se ha optado por realizar la presente asignación.

Accipitridae indet. 1

MATERIAL REFERIDO. Un coracoides izquierdo completo (SGO.PV. 23207).

SITIOS DE PROCEDENCIA. El coracoides proviene de TT-I.

OBSERVACIONES. En términos generales, el coracoides es bastante masivo, de forma similar a lo que se puede observar en coracoides de especies como *Parabuteo unicinctus* y, especialmente a *Buteo poelichorus*.

Accipitridae indet. 2

MATERIAL REFERIDO. Tarsometatarso izquierdo sin sus trócleas conservadas (SGO.PV. 23249).

SITIOS DE PROCEDENCIA. SGO.PV. 233249 proviene del sitio TT-II.

OBSERVACIONES. El elemento presenta una gran similitud morfológica con respecto a un tarsometatarso de *Parabuteo unicinctus*, diferenciándose en su constitución es más grácil, y en la morfología general de la diáfisis y el hipotarso.

elementos	morfotipos
Húmeros	1
Coracoides	1
Tarsometatarsos	1
	$\bar{x}=1$

Tabla 10. Número de morfotipos de cada uno de los elementos identificados para el orden Accipitriformes.

COMENTARIOS GENERALES

Basándose en el número de morfotipos identificados por elemento, en Laguna de Tagua Tagua existió al menos una especie de accipitriforme de gran tamaño. No obstante, el coracoides y tarsometatarso identificado para este grupo no tienen una morfología similar a lo que se observa en *Parabuteo unicinctus* (peuco), especie de la que se

identificó un fragmento proximal de húmero, por lo que, en realidad, se puede plantear la existencia de al menos dos especies para este orden de aves rapaces.

Los Accipitriformes son un grupo de aves rapaces que habitan paisajes principalmente forestales, aprovechando su maniobrabilidad en estos ambientes para atrapar a sus presas por sorpresa, que generalmente son otras aves más pequeñas que atrapan en vuelo (Jaramillo, 2005).

Fue posible la identificación de los materiales de Accipitriformes gracias a la presencia de ciertos caracteres de importancia taxonómica. El coracoides de Accipitridae indet. 1 es bastante masivo, de forma similar a lo que se puede observar en coracoides de especies como *Parabuteo unicinctus*, aunque este resultó ser más similar al de *Buteo poelichorus*. Una característica de especial interés es la presencia de una pequeña fenestra bajo el *processus procoracoideus*, la que aloja el nervio procoracoideo (el cual atraviesa el hueso). La presencia de esta fenestra bajo el mencionado proceso es una condición típica y presumiblemente primitiva de la familia Accipitridae (Olson, 1987).

En lo que respecta al fragmento de húmero identificado como perteneciente a *Parabuteo unicinctus* (peuco), fue asignado a esa especie debido a su prácticamente idéntica morfología con respecto al húmero de un ejemplar actual de peuco, con la excepción de que una depresión que se ubica entre el *caput humeri* y el *margo caudalis* es un poco más marcada en el fragmento de húmero fósil, lo cual, sin embargo, podría deberse a diferencias relacionadas a la edad o sexo. Entre las similitudes entre el húmero fósil y uno actual están un prominente y angular *margo caudalis*, dirigido hacia el extremo medial de la *incisura capitis*, que desde vista distal le da a la diáfisis una forma

marcadamente triangular. Se presenta una depresión elongada y bien excavada que se localiza entre el *caput humeri* y el *margo caudalis*. El *caput humeri* es redondeado en su borde proximal y no está protruido medialmente mientras que por vista proximal se observa que es aplanado en su superficie caudal. La *incisura capitis* es profunda no extendiéndose más allá del borde ventral del *caput humeri*. El *tuberculum ventrale* se orienta medialmente y es bien sobresaliente, extendiéndose mucho más allá con respecto al *caput humeri*. El *impressio coracobrachialis* es poco excavado, siendo ligeramente más profundo en su extremo proximal. El *sulcus ligamentus transversus* es profundo y corto, limitándose entre el borde proximal de la *crista bicipitalis* y el borde ventral del *caput humeri*.

El tarsometatarso fósil de Accipitridae indet. 2 es referido a esta familia basándose a su gran similitud morfológica con el tarsometatarso del accipítrido *Parabuteo unicinctus*. El elemento se posee algunos caracteres diagnósticos de la familia Accipitridae que permiten descartar su pertenencia a la familia Falconidae. Estos son una *crista medialis hypotarsi* que es menos marcada y más medialmente localizada que en falcónidos; la *fossa parahypotarsalis medialis* se ubica más centralmente que en los tarsometatarsos de los falcónidos y el borde lateral de la *fossa metatarsi* I posee una cresta irregular que es típica de los accipítridos (Noriega y col., 2011).

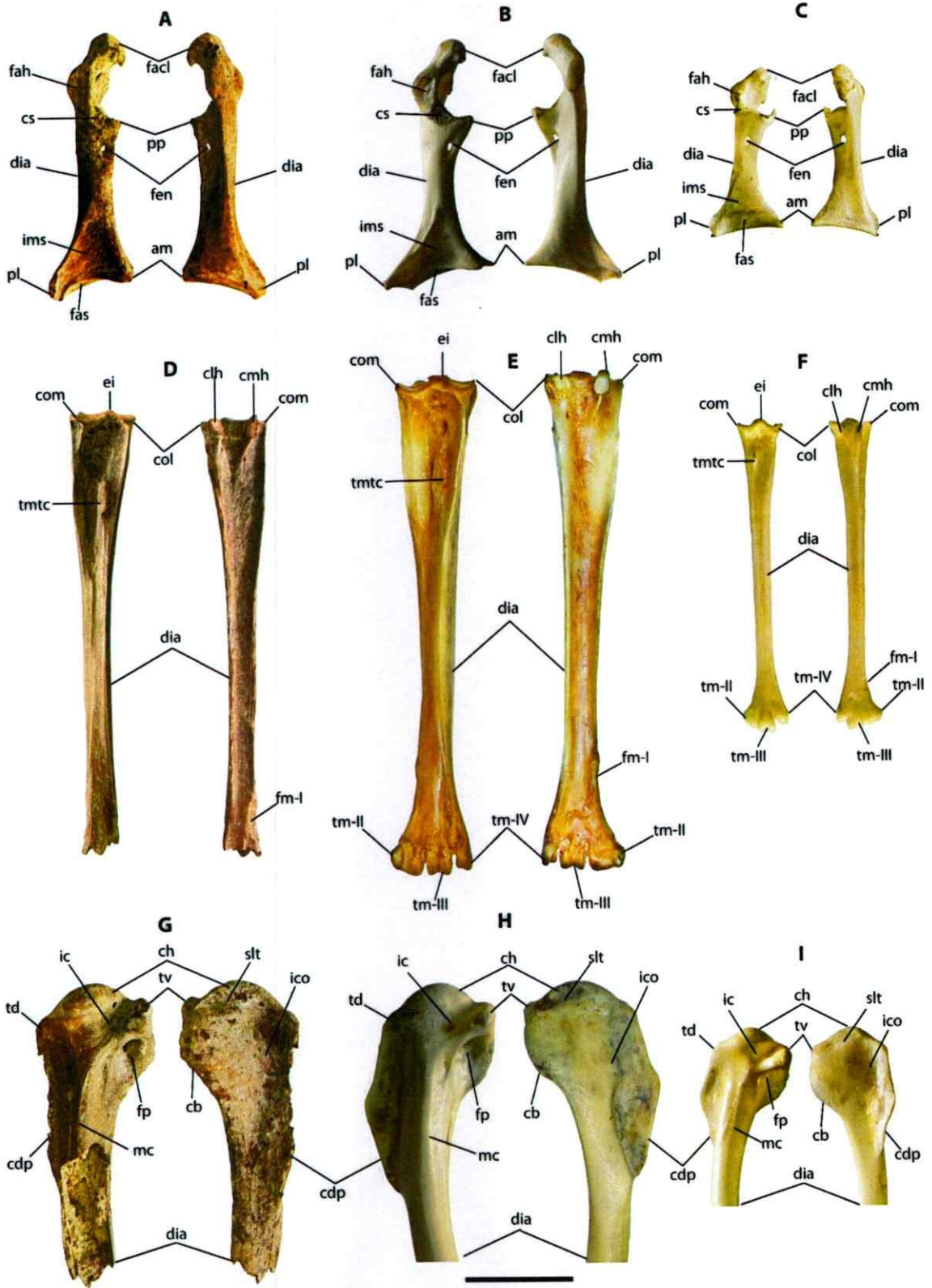


Figura 17 (página anterior). Elementos pertenecientes a accipítridos. A (SGO.PV. 23207); Accipitridae indet., coracoides izquierdo en vistas dorsal (izquierda) y ventral (derecha), junto a coracoides actuales en vistas correspondientes de *Parabuteo unicinctus* (B) y *Milvago chimango* (C). D (SGO.PV. 23249); Accipitridae indet. 2, tarsometatarso izquierdo casi completo en vistas cranial (izquierda) y caudal (derecha), junto a tarsometatarsos actuales en vistas correspondientes de *Parabuteo unicinctus* (E) y *Milvago chimango* (F). G (SGO.PV. 23200); *Parabuteo unicinctus* fósil, fragmento proximal de húmero izquierdo junto a porciones proximales de húmeros actuales de *Parabuteo unicinctus* (H) y *Milvago chimango* (I). Barra de escala: 2 cm.

Orden Falconiformes Sharpe, 1874

Familia Falconidae Leach, 1820

Género *Milvago* Spix, 1824

Especie *Milvago chimango* Viellot, 1816

Milvago cf. *chimango*

MATERIAL REFERIDO. Fragmento proximal de tarsometatarso derecho (SGO.PV. 23203) y una epífisis distal de tarsometatarso derecho, con sus tres trócleas bien conservadas (SGO.PV. 23204)

SITIOS DE PROCEDENCIA. TT-I (SGO.PV. 23203, SGO.PV. 23204).

OBSERVACIONES. Los fragmentos fósiles están lo suficientemente bien conservado como para realizar comparaciones confiables. Ambas porciones parecen ser indistinguibles del tarsometatarso un espécimenes actuales de *Milvago chimango*, sin embargo, debido al reducido número de ejemplares de comparación, y aunque se confirieron a la especie *Milvago chimango*, no se descarta su pertenencia a alguna especie distinta cercanamente emparentada.

elementos	morfotipos
tarsometatarsos	1
	$\bar{x}=1$

Tabla 11. Elemento identificado para el orden Falconiformes (único morfotipo). Aunque se identificaron 2 fragmentos de tarsometatarso, ambos corresponden a un mismo morfotipo.

COMENTARIOS GENERALES

Milvago cf. chimango es la única forma de Falconiforme identificada para Laguna de Tagua Tagua. Nuevas revisiones de material podría permitir aumentar el conocimiento de la diversidad de este grupo en Laguna de Tagua Tagua. Los materiales puede ser referido a la familia Falconidae de acuerdo a la presencia de caracteres tales como una muy desarrollada y recta *crista medialis hypotarsi*, que se extiende bien hacia distal sobre el aspecto medial de la diáfisis como una *crista medialis planaris*, más centralmente posicionada, siendo menos marcada y más medialmente localizada en accipítridos (Cenizo & Tassara 2013; Noriega y col., 2011). Además, la *tuberositas musculi tibialis cranialis* es no protruyente, la *crista lateralis hipotarsi* es reducida y la *fossa parahypotarsalis medialis* (área donde se inserta el *m. flexor hallucis brevis*) está confinada a la superficie medial del tarsometatarso, mientras que en accipítridos está más centralmente localizada (Cenizo & Tassara, 2013).

Adicionalmente, el fragmento presenta otros caracteres que son prácticamente idénticos a los que pueden observarse en el tarsometatarso del Falconiforme *Milvago chimango*. Entre estos, se puede mencionar que la *tuberositas m.t. cranialis* es relativamente corta y que se ubica cercana al borde medial de la diáfisis. La *fossa infracotylaris dorsalis* es muy amplia y bien excavada, abarcando la mayor parte de la diáfisis. El *sulcus extensorius* es marcado y se extiende mucho hacia distal, abarcando

casi el 75% del largo total del elemento. Tanto la *cotyla medialis* como la *cotyla lateralis* tienen superficies articulares cóncavas y son separadas por una *eminencia intercotylaris* prominente y redondeada. La *crista lateralis hypotarsi* es dorsoventralmente aplanada y está laterocaudalmente orientada. Las trócleas del fragmento distal de tarsometatarso forman una curvatura hacia el lado plantar que es apreciable desde vista distal. Esta curvatura es característica de las aves de presa (Cohen & Serjeantson, 1986). Caracteres referibles a la familia Falconidae son una *trochlea metatarsi* II que es más proximal que la *trochlea metatarsi* III; la *trochlea metatarsi* II posee un proceso medial delgado, menos cónico, con un extremo más truncado y más claramente separado del cuerpo troclear que en accipítridos. La *trochlea metatarsi* II carece de una fosa profunda en su aspecto medial; la *trochlea metatarsi* III es casi simétrica, en cambio es asimétrica en accipítridos, y la *trochlea metatarsi* IV es más estrecha y fuertemente inclinada lateralmente, en cambio en accipítridos es paralela a la *trochlea metatarsi* III o inclinada medialmente (Cohen & Serjeantson, 1986). La concordancia entre los caracteres presentes en los fragmentos de tarsometatarso fósil y en un tarsometatarso actual, junto a la similitud en las proporciones morfológicas, permiten conferir el material a la especie *Milvago chimango*, sin embargo, no se descarta que pueda pertenecer a una especie relacionada.

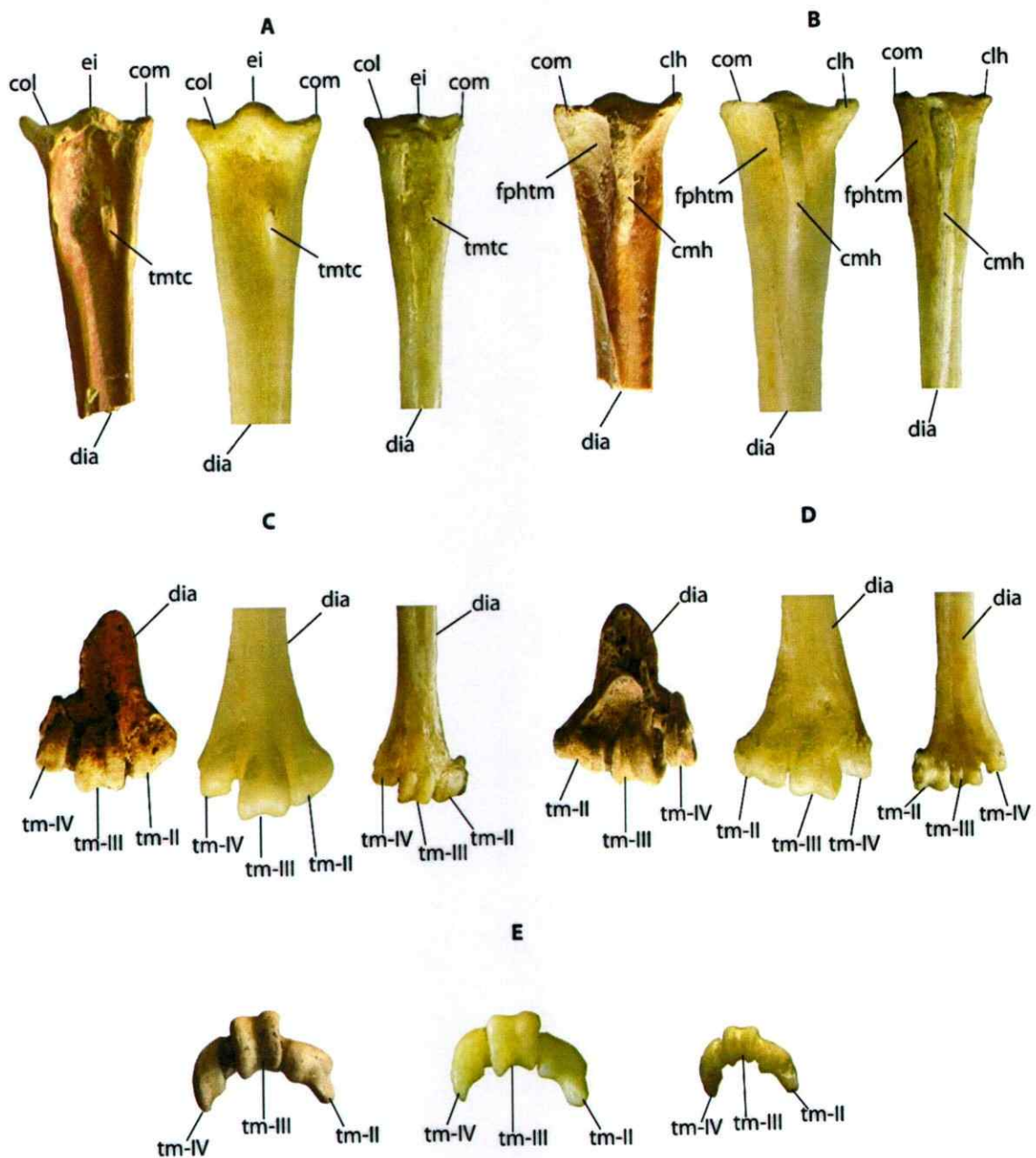


Figura 18. Elementos pertenecientes a *Milvago cf. chimango*. Vista cranial (A) y caudal (B) de las porciones proximales de tarsometatarso de *Milvago cf. chimango* (SGO.PV. 23203, izquierda), *Milvago chimango* (centro) y *Falco sparverius* (derecha). Vista cranial (C) y caudal (D) de la porción de distal de tarsometatarso de *Milvago cf. chimango* (SGO.PV. 23204, izquierda); *Milvago chimango* (centro) y *Falco sparverius* (derecha). E, vista distal de los mismos elementos representados en C y D. Barra de escala: 2 cm.

Orden Passeriformes Linnaeus, 1758

Passeriforme indet. 1

MATERIAL REFERIDO. Fragmento distal de húmero derecho (SGO.PV. 23212).

SITIOS DE PROCEDENCIA. Elemento con procedencia indeterminada.

OBSERVACIONES. El fragmento presenta un buen estado de conservación que permite realizar comparaciones, sin embargo, la escasez de material comparativo de Passeriformes, junto con su relativa uniformidad morfológica, no dio pie, por el momento, a una identificación más precisa.

Passeriforme indet. 2

MATERIAL REFERIDO. Fragmento distal de húmero izquierdo (SGO.PV. 23213).

SITIOS DE PROCEDENCIA. Elemento con procedencia indeterminada.

OBSERVACIONES. No se logró realizar una identificación más precisa, sin embargo, se separó de SGO.PV. 23212, basándose en que este material presenta una diáfisis más gruesa, dándole una apariencia más masiva.

Passeriforme indet. 3

MATERIAL REFERIDO. 2 fragmentos proximales de húmero, uno derecho (SGO.PV. 23214-a) y uno izquierdo (SGO.PV. 23214-b).

SITIOS DE PROCEDENCIA. Ambos elementos son de procedencia indeterminada.

OBSERVACIONES. Los fósiles están bien conservados, permitiendo la realización de comparaciones sin problemas, no obstante, por el momento, no se entrega una identificación más precisa de los materiales.

elementos	morfotipos
húmeros (fd)	2
húmeros (fp)	1
	$\bar{x}=1,5$

Tabla 12. Número de morfotipos de fragmentos distales (fd) y proximales (fp) de húmero.

COMENTARIOS GENERALES

Al no poder ser asociados entre sí, los fragmentos distales y proximales se separaron de manera provisional en morfotipos distintos. En base al número de morfotipos y al promedio de éstos se encontró que al menos dos especies de Passeriformes habitaron en Laguna de Tagua Tagua. Actualmente, en sistemas de agua dulce (lagos, lagunas, ríos, humedales) es posible observar una riqueza mucho mayor de especies de lo que se encontró en este trabajo (Peña-Villalobos y col., 2015; Velásquez-Valencia y col., 2005), por lo que seguramente la riqueza de Passeriformes aumentará con estudios futuros.

Los fragmentos de húmero se presentan varias características que permiten asignarlos al orden Passeriformes (Gilbert y col., 1981). Entre éstos están un notorio proceso ectepicondilar (*processus supracondilaris dorsalis*) que está proximalmente orientado, dirigido hacia dónde se encontraba la cabeza del húmero. Además se presenta una depresión medianamente profunda y alargada, correspondiente a la *fossa musculi brachialis*, justo por encima del epicondilo distal ubicado cerca del borde medial de la superficie cranial. Además, hay una distintiva tuberosidad más o menos redondeada proximal al entepicondilo, lo cual es típico de los Passeriformes (Gilbert y col., 1981).

En los materiales también se distingue un *processus flexorius* distalmente elongado y orientado hacia caudal, extendiéndose notoriamente más allá que el *condylus ventralis*. Los húmeros de Passeriformes presentan una *fossa pneumotricipitalis* muy amplia y profunda y semi-dividida por una barra medial o *crus dorsale fossae*, generando una *fossa pneumotricipitalis ventralis* y una un poco más profunda *fossa pneumotricipitalis dorsalis*, estando esta última orientada un poco más hacia medial. La *fossa pneumotricipitalis* o fosa neumática presenta gran variación entre los Passeriformes, siendo este un morfotipo intermedio entre húmeros con dos *f. pneumotricipitalis* y húmeros con una *f. pneumotricipitalis* doble (Moreno, 1985; Bock, 1962). En uno de los fragmentos se aprecia una amplia y recta *crista deltopectoralis*, que se extiende paralela al eje del húmero sin mostrar una hendidura que marque un límite entre esta y el eje. Estas características de la *crista deltopectoralis* se corresponden con lo que puede observarse en un passeriforme típico (Feduccia & Olson 1982). Los húmeros conservan parte de la diáfisis (SGO.PV. 23212, 23213), muestran un bien marcado *margo caudalis*, además de evidenciar que el eje del húmero es recto, lo cual también es una característica típica de los húmeros de Passeriformes (Feduccia & Olson, 1982). Otra rasgo osteológico de los Passeriformes es un amplio *caput humeri* que forma casi un ángulo recto con respecto al eje (Feduccia & Olson, 1982).

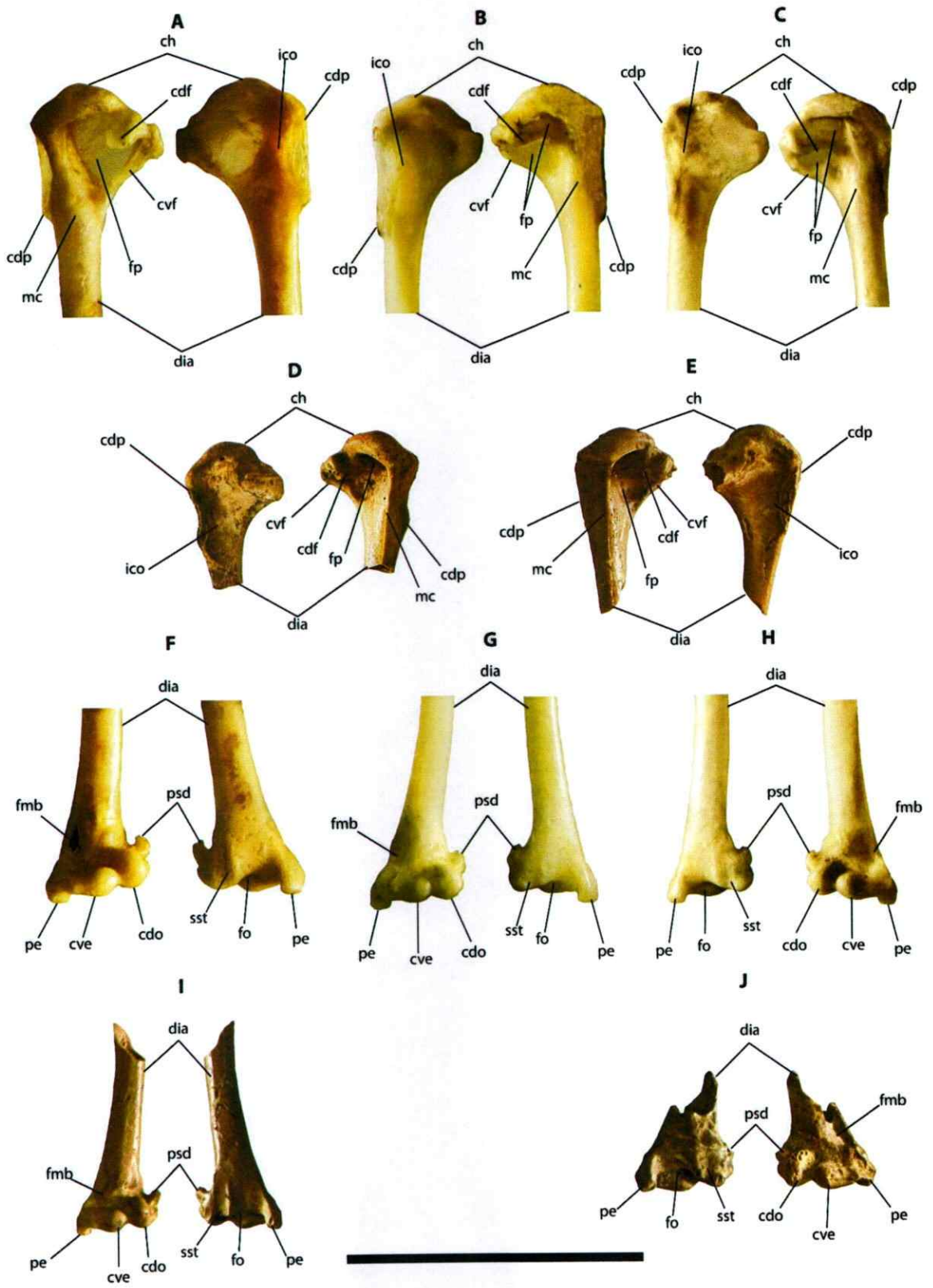


Figura 19 (página anterior). Fragmentos de húmeros de Passeriformes. **A;** porción proximal de húmero izquierdo de *Curaeus curaeus* (tordo) actual en vista caudal (izquierda) y cranial (derecha). **B;** porción proximal de húmero derecho de *Turdus falklandii* (zorzal) actual en vista cranial (izquierda) y caudal (derecha). **C;** porción proximal de húmero derecho de *Sturnela loica* (loica) en vista cranial (izquierda) y caudal (derecha). **D;** porción proximal de húmero derecho de Passeriforme indet. 3 (SGO.PV. 23214-a) en vista cranial (izquierda) y caudal (derecha). **E;** porción proximal de húmero izquierdo de Passeriforme indet. 3 en vista caudal (izquierda) y cranial (derecha). **F;** porción distal y diáfisis de un húmero izquierdo de *Curaeus curaeus* en vista cranial (izquierda) y caudal (derecha). **G;** porción distal y diáfisis de húmero izquierdo de *Turdus falklandii* en vista cranial (izquierda) y caudal (derecha). **H;** porción distal y diáfisis de húmero derecho de *Sturnela loica* actual en vista caudal (izquierda) y cranial (derecha). **I;** porción distal y diáfisis de húmero izquierdo de Passeriforme indet. 2 (SGO.PV. 23213) en vista cranial (izquierda) y caudal (derecha). **J;** fragmento distal de húmero derecho de Passeriforme indet. 1 (SGO.PV. 23212) en vista caudal (izquierda) y cranial (derecha). Barra de escala: 2 cm.

3.3. TAFONOMÍA

3.3.1. Estado de conservación.

Los elementos poseían un muy buen estado de conservación. Muchos de los huesos se encontraban completos o casi completos, no presentando dificultad para identificar el elemento del que se tratase. El color de los fósiles variaba desde distintos tonos que variaban desde distintos tonos de café hasta negro, colores dados tanto por los minerales que impregnaron los huesos como también por posible carbonización.

3.3.2. Representación de elementos.

Dentro de la muestra estudiada, los elementos más abundantes correspondieron a húmeros (42,2%), coracoides (28,4 %) y tarsometatarsos (20,6 %). Sin embargo, estos valores muy probablemente no se corresponderían con los que debieron haber tenido en terreno (Figura 20), por ello realizar afirmaciones sobre la representación que pudieron haber tenido los elementos óseos en terreno a partir de la muestra estudiado es arriesgado, en primer lugar por el sesgo generado en este estudio al seleccionar

elementos a ser identificados y en segundo lugar por el desconocimiento que se tiene del contexto en el que se extrajeron los huesos del terreno. Además, hay que tener en cuenta que las excavaciones en las que se recolectaron estos huesos no se centraban en el estudio de la fauna menor, por lo que probablemente no hubo una recolección sistemática de huesos de animales pequeños.

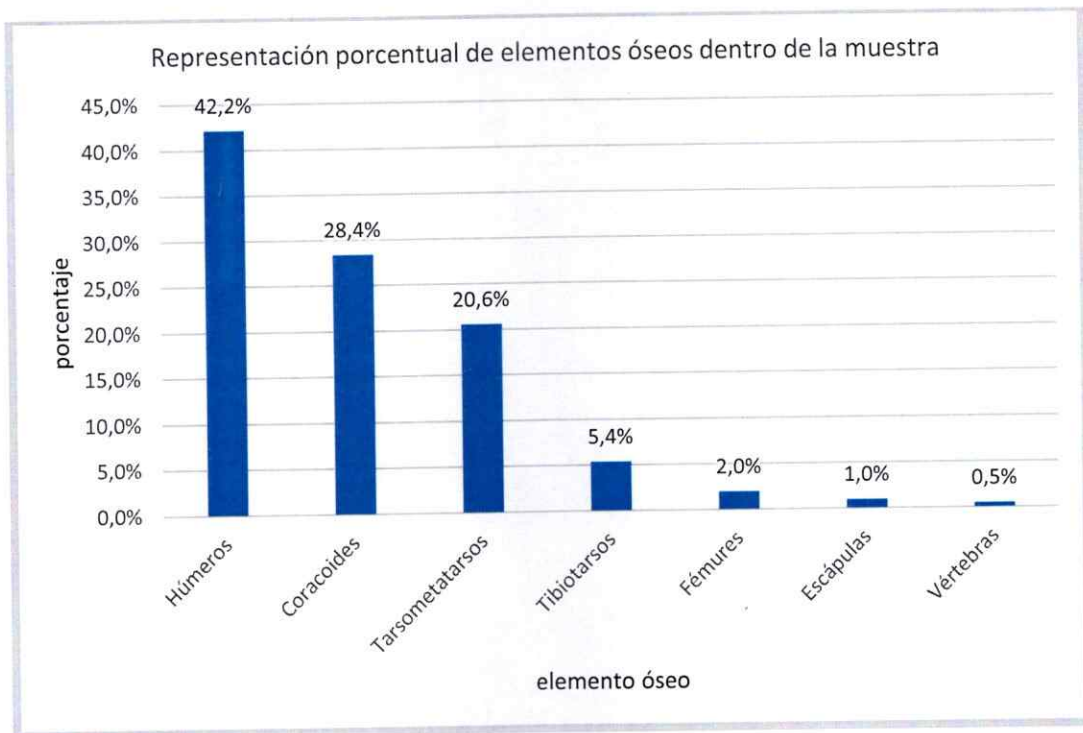


Figura 20. Representación porcentual de los elementos óseos identificados en este estudio. La mayoría de los restos correspondieron a húmeros, coracoides y tarsometatarsos.

No obstante lo anterior, valores dados especialmente para elementos apendiculares en la Figura 20 no se alejan mucho de los valores de la muestra total de elementos observados, por lo que las cifras dadas en dicha figura pueden tomarse como una primera aproximación al valor real.

3.1.3. Interferencia humana.

A medida que se revisaban materiales, se notó la presencia de distintas marcas de carbonización en varios huesos, los que iban desde marcas focalizadas en ciertos sectores del hueso hasta la existencia de huesos completamente carbonizados. Centrándose específicamente en la muestra de 204 huesos de este estudio, se encontró que dichas marcas se concentraban en 3 órdenes de aves (Figuras 21 y 22).

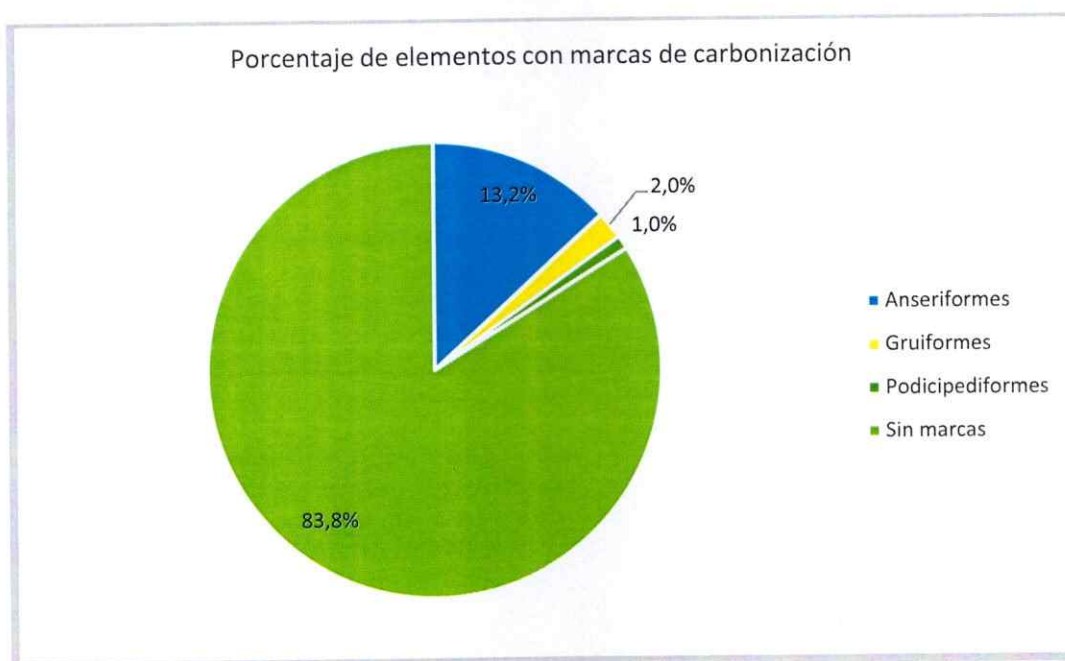


Figura 21. Porcentaje de elementos óseos con huellas de carbonización dentro de la muestra total.

Estos órdenes correspondieron a los Anseriformes, Gruiformes y Podicipediformes, siendo la mayoría de los huesos carbonizados pertenecientes al primero (13,2% de la muestra total), seguido mucho más de lejos por los Gruiformes (2 %) y Podicipediformes (1 %).

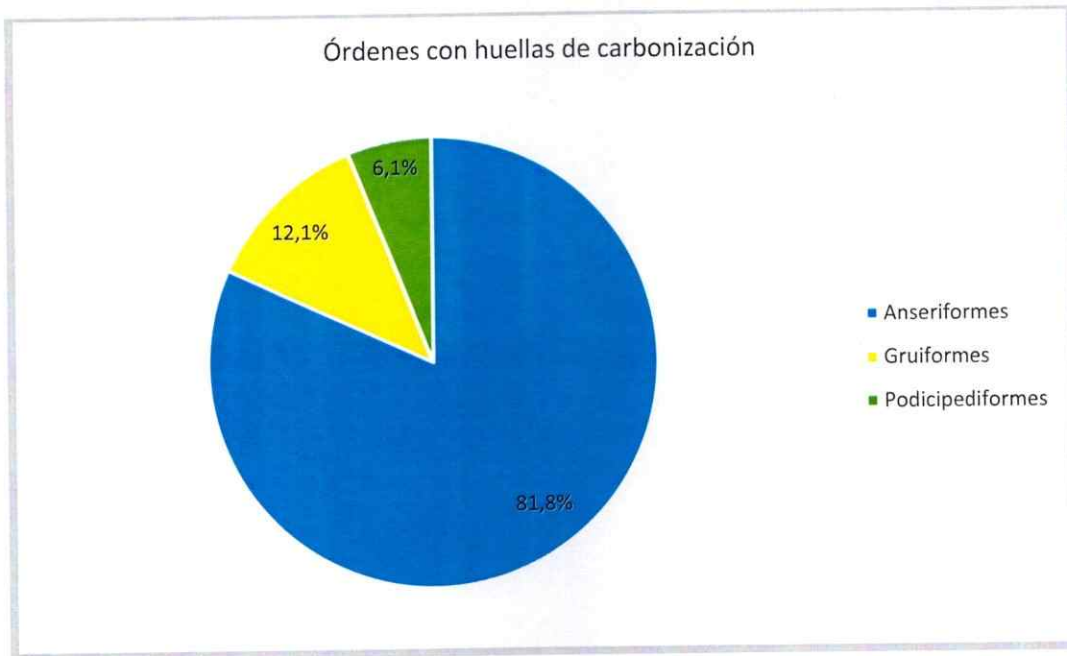


Figura 22. Detalle de los 3 órdenes de aves en los que se evidenciaron marcas de carbonización. Estas marcas fueron predominantes en el orden Anseriformes.

Estos resultados parecen estar mostrando la existencia de focalización de marcas de carbonización en ciertos grupos de aves. No obstante, hay que tener en cuenta que estos resultados también pueden ser causados en parte por el sesgo introducido en la muestra.

No se detectaron marcas de cortes evidentes en los huesos estudiados (tanto en los quemados como en los no quemados). Esto no implica que no existan, y posiblemente un estudio más detallado centrado en la búsqueda de estas marcas podría entregar resultados positivos.

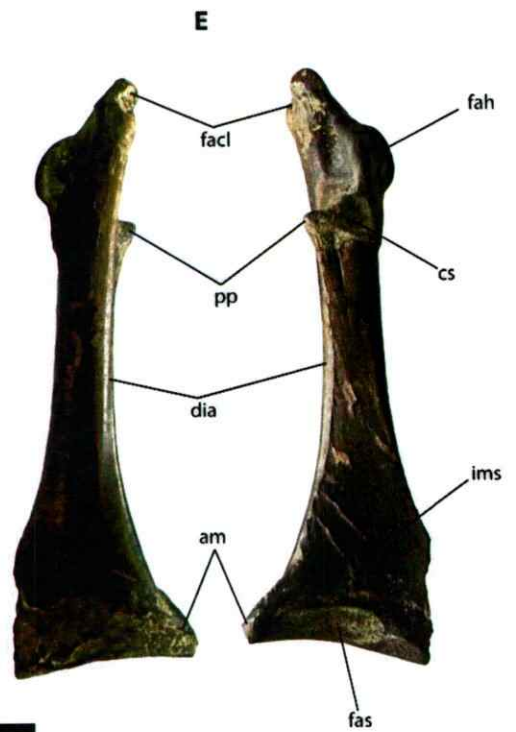
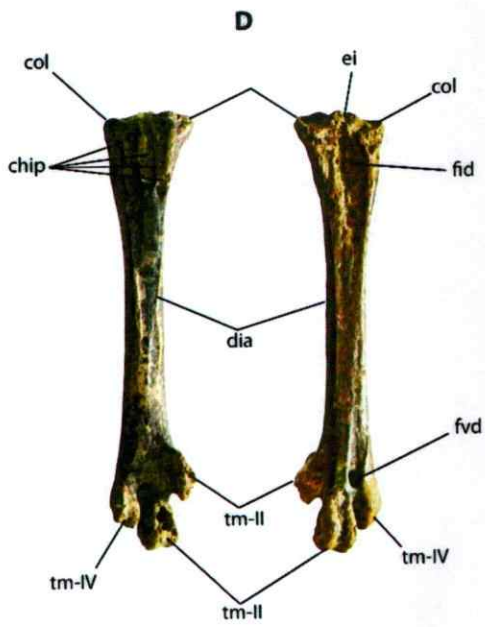
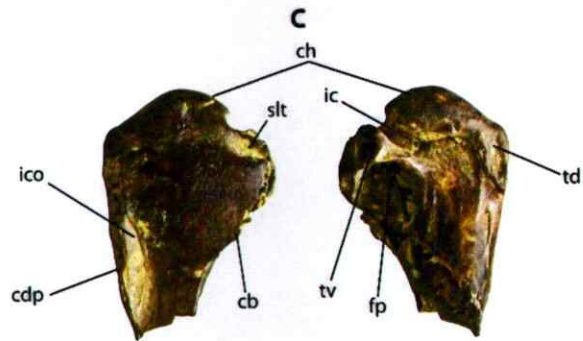
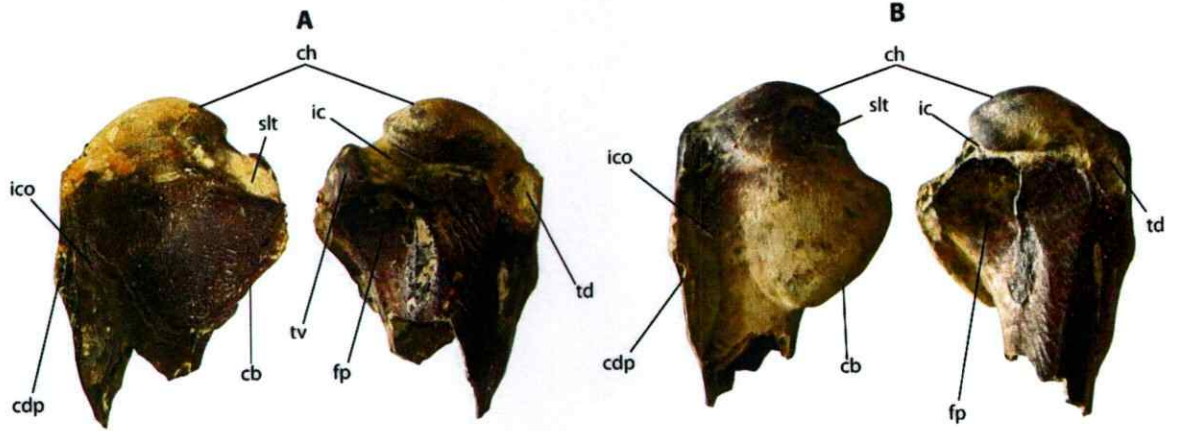


Figura 23 (página anterior). Elementos pertenecientes a Anseriformes con marcas de carbonización. A (SGO.PV. 23269-a) y B (SGO.PV. 23278); vistas cranial (izquierda) y caudal (derecha) (tanto para A y B) de porciones proximales de húmeros derechos asignados a *Lophonetta specularioides*. C; vistas cranial (izquierda) y caudal (derecha) de la porción proximal del húmero derecho de Anatidae indet. 12 (SGO.PV. 23315-a). D; tarsometatarso izquierdo completo de Anatidae indet. 4 (SGO.PV. 23329) en vista caudal (izquierda) y cranial (derecha). E; coracoides derecho de Anatidae indet. 9 (SGO.PV. 23288-a) en vista ventral (izquierda) y dorsal (derecha). Barra de escala: 2 cm.

4. DISCUSIÓN

4.1. Identificación taxonómica

La identificación de las aves basándose en su morfología externa es relativamente fácil de realizar, no así su reconocimiento a partir de elementos óseos (Moreno, 1985). La asignación de elementos óseos a nivel específico e incluso genérico es muy problemática, principalmente debido a la escasez de obras generales o trabajos específicos que faciliten la identificación (Moreno, 1985). Debido a ello generalmente se debe recurrir a comparar directamente con ejemplares de colecciones que, por lo general, son muy incompletas, cuando no inexistentes (Moreno, 1985). Esto acarrea una gran cantidad de limitaciones a la hora de llegar a determinaciones taxonómicas para estudios que los requieran, los que generalmente son de índole arqueológico y paleontológico, ya que aspectos tales como los accidentes y detalles morfológico-estructurales e incluso el peso (en ciertos casos) de los elementos del esqueleto aviar difícilmente pueden verse reflejados en obras escritas, por lo que el uso de materiales de comparación conservados en colecciones como la existente en el Laboratorio de Zoología de Vertebrados de la Universidad de Chile o la del Museo Nacional de Historia Natural (MNHN) son de gran importancia a la hora de llegar a una identificación lo más fiable posible (Sallaberry y col., 2006).

En muchas ocasiones los elementos presentaron problemas a la hora de ser identificados, relacionados a la falta de material comparativo y a la homogeneidad en la morfología osteológica que algunos órdenes de aves, como es el caso de los Anseriformes y los Gruiformes (Bolles, 2005; Livezey, 1988; Louchat y col., 2005). En

el caso de los Anserifomes, los huesos de anátidos (familia Anatidae) son relativamente frecuentes en el registro fósil, sin embargo, la uniformidad de su osteología es un problema para la identificación de sus huesos (Zelenkov & Kurochkin, 2012; Zelenkov, 2010) siendo el húmero el elemento poscranial más útil para distinguir taxa de anátidos (Worthy, 2004). Debido a esta uniformidad, la mayoría de las veces, y al igual que en trabajos como el de Worthy y col., (2007), las asignaciones taxonómicas al nivel de género o especie debieron basarse sobre todo en similitudes de tamaño o forma.

Otro grupo problemático es el de los pequeños Passeriformes. Entre las más grandes dificultades de la osteología aviana está la distinción morfológica de los huesos de estas aves, lo que se debe principalmente a su pequeño tamaño, el gran número de unidades sistemáticas y al reducido número de caracteres diagnósticos de sus huesos. Esto hace que incluso sea difícil identificar los huesos de especies que son muy distintas fenotípicamente (Jánnosy, 1983). En los Passeriformes, el cráneo es el elemento óseo que mayor información puede ofrecer, sin embargo, en muy raras ocasiones este se conserva completo debido a su gran fragilidad (Jánnosy, 1983). Los elementos poscraneales se conservan mucho mejor y con mayor frecuencia, pero carecen, a diferencia del cráneo, de gran variabilidad morfológica, tanto cualitativa como cuantitativa (Moreno, 1985). No obstante, en el esqueleto de un Passeriforme existen una serie de rasgos anatómicos cuya variación según distintos tipos morfológicos los hacen especialmente adecuados para la identificación a nivel de familia, género o incluso especie, por lo algunos pocos rasgos del esqueleto poscranial pueden ser tan significativos que por si solos pueden ayudar en la identificación de un elemento óseo (Moreno, 1985). La escasez de material de comparación junto con el poco conocimiento



que se tiene de la osteología detallada de los Passeriformes que habitan nuestro país, no permitieron identificar los fósiles pertenecientes a este orden con una mayor resolución.

4.2. Tafonomía

No se dispuso de notas de campo de ninguna de las campañas realizadas a Laguna de Tagua Tagua que detallen la disposición los huesos fósiles en el terreno, solo existiendo una escueta referencia en Núñez y col., (1994) en menciona la existencia de "huesecillos de aves acuáticas entre las cavidades del cráneo de un mastodonte (gonfoterio)". Posiblemente, muchos de los materiales fósiles pertenecientes a aves (y a otros vertebrados de pequeño tamaño) que están en las colecciones del Área de Paleontología del Museo Nacional de Historia Natural venían incluidos dentro de los bochones que protegían los huesos de gonfoterios, no poniendo especial atención a los restos de los vertebrados más pequeños. Al momento de comenzar con su estudio, estos se encontraban almacenados en cajas, totalmente desarticulados, sin tener posibilidad de encontrar alguna asociación entre ellos.

Los huesos fósiles presentan un muy buen estado de preservación, permitiendo observar sus distintas morfologías sin dificultad. Esto probablemente se deba al ambiente relativamente tranquilo en el que se depositaron los huesos y sedimentos, no existiendo perturbaciones de alta energía que pudieran dañarlos (Weigelt, 1989).

Muchos de los elementos presentaban huellas de carbonización, las que parecen concentrarse en tres órdenes de aves, siendo la gran mayoría observados en los restos de Anseriformes, y en mucha menor frecuencia en los de lo Gruiformes y Podicipediformes, no detectándose en huesos de otros órdenes, sin descartar que puedan

ser encontradas en el futuro. No se hallaron marcas evidentes de cortes que pudieran ser atribuibles a actividad humana, sin embargo, tampoco se puede asegurar de plano su ausencia, ya que un examen más cuidadoso en una mayor cantidad de especímenes puede permitir identificarlos.

La concentración de marcas de carbonización en solo 3 órdenes, con predominancia en Anseriformes puede tener al menos dos explicaciones posibles. La primera es que éstas se deban a algún evento natural que pueda haber ocurrido en el lugar y que haya carbonizado los huesos que tal vez se acumularon en ciertos sectores, siendo más evidente en los huesos con mayor abundancia en tales acumulaciones. La otra posible explicación es la existencia de consumo humano sobre estas aves, especialmente focalizada sobre patos y otras aves acuáticas, lo que explicaría la aparente focalización en los Anseriformes. Debido a que no se detectaron marcas evidentes de cortes en huesos con carbonización, no se puede asegurar esta idea, no obstante, futuros estudios podrían relevar interferencia humana en la acumulación de huesos de aves, relacionada con la utilización de éstas como fuente de alimento. Se sabe que ya desde hace miles de años, aves acuáticas como los cisnes, gansos y patos han proveído a los humanos de huevos, plumas y alimento, siendo cazadas y domesticadas por muchos pueblos (Perrins, 2006). Esto podrá ser resuelto con un análisis más cuidadoso de los huesos de aves disponibles en la colección del área de Paleontología del Museo Nacional de Historia Natural y con la recolección de nuevos datos de campo.

4.3. El ensamble ornitológico de la Laguna de Tagua Tagua

Mediante el estudio de los restos fósiles de aves, por primera vez se puede tener un cuadro general de lo que fue la riqueza ornitológica de la antigua Laguna de Tagua Tagua entre finales del Pleistoceno y comienzos del Holoceno.

En la actualidad, las aves acuáticas de ambientes continentales, las cuales habitan en aguas interiores o en ambientes ecotonales mar-agua dulce, están representadas en Chile por un total de 132 especies, distribuidas en 69 géneros, 21 familias y 10 órdenes, siendo el Orden Charadriiformes (chorlos, playeros, queltehues, gaviotas, entre otros) el grupo con mayor número de representantes, contándose 51 especies registradas, las cuales tienen una alta presencia en ambientes ecotonales estuarinos. Le sigue el Orden Anseriformes (patos y gansos), con 29 especies y que presenta el mayor número de especies en ambientes de aguas interiores. En tercer lugar se encuentra el Orden Pelecaniformes (garzas, ibis), con 13 especies. El Orden Passeriformes (aves cantoras) es el cuarto grupo en cuanto a la riqueza específica, siendo representado por 9 especies, las cuales se distribuyen en 4 familias y 7 géneros (Jaramillo, 2005; Victoriano y col., 2006).

La ornitofauna fósil, como era esperado, está dominada por aves que son características de un ambiente de agua dulce como lagos y lagunas, siendo los órdenes más abundantes los Anseriformes (patos, gansos, cisnes) y el de los Podicipediformes (aves zambullidoras) que son aves acuáticas con pico puntiagudo y lateralmente comprimido, y con pies lobulados, que suelen flotar bastante emergidos del agua, aunque también pueden hundirse, dejando ver solo sus cabezas (Jaramillo, 2005).

Los Anseriformes son el grupo con la mayor variedad de especies registradas en el hemisferio sur (Chávez, 2007). Esto se ve reflejado en Laguna de Tagua Tagua, estando representados por varias formas de pequeño, mediano y gran tamaño. Este orden es uno de los más abundantes en sistemas con niveles de agua relativamente constantes, ya que, entre otras cosas, son convenientes para su reproducción (Krapu y col., 1970; Laperle, 1974) y actualmente en zonas mediterráneas están entre los grupos de aves más abundantes (Peña-Villalobos y col., 2012)

Entre los restos de Podicipediformes, destaca la gran abundancia de la huala (*Podiceps major*), el más grande de los zambullidores que actualmente habitan nuestro país (Jaramillo, 2005). Junto con esta especie, se pudieron reconocer gran cantidad de elementos pertenecientes a Podicipediformes de menor tamaño que por el momento no han sido determinadas de una forma más resolutive. Sin embargo, asumiendo la existencia de una gran similitud entre la avifauna de finales del Pleistoceno con la que actualmente está presente en nuestro país, probablemente estos elementos correspondan a pimpollos (*Rollandia rolland*), blanquillos (*Podiceps occipitalis*) y picurios (*Podilymbus podiceps*).

Los Gruiformes fueron el tercer grupo en cuanto a su abundancia entre los restos identificados, lo cual fue un resultado bastante esperable, ya que estas aves son comunes en ambientes de agua dulce (Jaramillo, 2005; Peña-Villalobos y col., 2012). Además, sistemas de agua dulce con niveles de agua relativamente constantes favorece su reproducción (Krapu y col., 1970; Laperle, 1974). En Laguna de Tagua Tagua estas aves están representadas por varias formas pertenecientes principalmente al género *Fulica* (taguas). El que no se hayan detectado especímenes pertenecientes a géneros

como *Gallinula* o *Pardirallus* puede deberse a un sesgo muestral más que a su ausencia dentro del ensamble ornitológico. Dentro de este grupo, es importante hacer notar el hallazgo de huesos de tagua (un tarsometatarso completo y fragmentos de otros dos tarsometatarsos asignados a *Fulica* sp. 1) que parecen ser de un tamaño similar o incluso mayor que el de la tagua gigante (*Fulica gigantea*), la más grande de las taguas que habitan actualmente en Chile (Jaramillo, 2005), la que es ligeramente menor que el más grande gruiforme viviente, el takahe (*Porphyrio bochstetteri*) (Grueber & Jamieson, 2011). La morfología de los elementos mostraba una similitud general con los tarsometatarsos de otras taguas, pero muestran ciertas diferencias, principalmente relacionadas con la posición de marcas musculares y robustez de las trócleas, que hacen pensar que pudiera tratarse de una especie distinta tanto de *F. gigantea* como de otras especies de taguas, lo que si se confirma (a partir de comparaciones minuciosas con gran cantidad de ejemplares de taguas actuales), puede constituir evidencia de una mayor riqueza de Gruiformes en la zona central de Chile a finales del Pleistoceno.

Los Passeriformes y Pelecaniformes están muy poco representados. Esto puede deberse a que (especialmente para los Passeriformes) los huesos pequeños y frágiles son más propensos a sufrir un rápido deterioro, dificultando su buena conservación (Weigelt, 1989)

Las aves depredadoras y/o carroñeras fueron relativamente escasas, siendo representados por solo unos cuantos elementos aislados pertenecientes a los órdenes Falconiformes y Accipitriformes. Esto era esperado, ya que en un ecosistema, los depredadores homeotermos suelen ser mucho más escasos que los consumidores de niveles tróficos más bajos. Los Falconiformes son aves de presa diurnas cuyos rangos de

tamaños van desde pequeños a medianos, tienden a ser cosmopolitas y juegan diferentes roles tales como depredadores aéreos, carroñeros aves oportunistas, teniendo en Sudamérica la más alta variedad de taxa (Chávez, 2007). Los Charadriiformes estuvieron escasamente representados, hallándose solo un elemento asignable a este orden, el que ha de ser mejor estudiado para poder establecer su afinidad con algún género o especie actual.

En nuestro país, no son muchos los registros de aves fósiles de edad similar a las de Laguna de Tagua Tagua. Entre éstos están las menciones de *Nothoprocta perdicaria*, *Chloephaga* sp, anátidos indeterminados y Passeriformes indeterminados procedentes de la Formación Quebrada Quereo, Región de Coquimbo, con una edad que ronda los 10.000-11.000 años (López Mendoza, 2008). Esta avifauna tiene componentes similares a los registrados en Laguna de Tagua Tagua, aunque la riqueza de formas identificadas es bastante menor. Otra referencia sobre aves pleistocénicas proviene del sitio Pilauco Bajo, Región de los Ríos, con una datación de entre 12.540 ± 90 y 11.122 ± 178 años antes del presente (Pino y col., 2012). Éstas son mencionadas como aves indeterminadas, por lo que por el momento no es posible su comparación con la avifauna de Laguna de Tagua Tagua (Montero y col., 2008; Pino y col., 2012). Martínez y col., (2009), dan a conocer unos pocos restos fragmentarios provenientes del sitio Kamac Mayu (sitio del que no se disponen dataciones radiométricas, pero que en base a su composición faunística tentativamente se ha asignado al Pleistoceno tardío), en la Región de Antofagasta, los que fueron referidos a la familia Rheidae. Este es el único registro de un ave proveniente de este sitio. Por lo tanto, la avifauna identificada para

Laguna de Tagua Tagua en este trabajo sería una de las mejores conocidas para entre finales del Pleistoceno y comienzos de Holoceno en nuestro país.

4.4. La composición ornitológica y sus implicancias ecológicas y ambientales

Los ambientes de humedales reúnen en espacios reducidos una alta riqueza de especies de aves, las que en su mayoría son especializadas y altamente sensibles a cambios ambientales (Tabillo y col., 1996). Por ejemplo, la distribución de muchos grupos, particularmente las aves acuáticas, es estacional, por lo que la presencia de sus restos, no obstante otros factores, puede indicar ocupación durante ciertos momentos del año. Los restos de aves dan una base para la especulación relativa a las posibles temporadas de ocupación de un sitio (Gilbert y col., 1981). Se pueden extraer algunas implicaciones generales o inferencias dependiendo de las especies representadas y la concentración de restos. Sin embargo, al considerar la gran cantidad de variables que pueden afectar una muestra faunística en particular, tales como la movilidad de las aves o la caza selectiva por parte de los habitantes humanos que pudieron convivir con las aves, quienes además pudieron retener partes de las pieles y partes del cuerpo de éstas, hacen que las inferencias sobre ocupación estacional deban ser hechas con cautela (Smith & Grange, 1958). Debido a que algunas aves están muy cercanamente asociadas con comunidades vegetacionales específicas, el hallazgo de los restos de tales especies puede indicar la presencia de esas comunidades de plantas. Muchos grupos son muy sensibles a los cambios ambientales por lo que su presencia es un indicativo de la existencia de condiciones favorables para ellas (Gilbert y col., 1981).

La falta de información sobre los niveles de procedencia de los restos óseos dificulta la realización de interpretaciones medioambientales más precisas con una buena resolución estratigráfica, sin embargo, a partir de la composición ornitológica de la Laguna de Tagua Tagua puede obtenerse una interpretación general de las condiciones ambientales a finales del Pleistoceno-principios del Holoceno en el ambiente en el que se insertaba la laguna.

La presencia de Anseriformes, Podicipediformes y Gruiformes son indicadores de un ambiente lacustre, lo cual concuerda con los datos sedimentológicos, palinológicos y paleontológicos recopilados en diversos trabajos (Heusser 1983, 1990; Villagrán, 1985, 1988, 1990).

Entre los restos de las aves pertenecientes a estos órdenes, la presencia del pato juarjua (*Lophonetta specularioides*) puede ser muy decidora con respecto a las condiciones climáticas que se presentaban en la zona central de Chile durante el Tardiglacial. La gran abundancia de restos de pato juarjua, podría estar mostrando la existencia de condiciones más frías que las actuales. Este pato actualmente se distribuye en lagos y lagunas andinos en el norte y centro de Chile, mientras que en la zona patagónica habita lagos y lagunas de tierras bajas, extendiéndose prácticamente hacia la costa, distribuyéndose en altitudes que van desde los 0 hasta los 4.600 m.s.n.m (Araya & Millie, 1996; Jaramillo, 2005; Aves de Chile, 2015). La existencia de condiciones frías en Laguna de Tagua Tagua durante el Tardiglacial habría favorecido el que el pato juarjua pudiera distribuirse hacia tierras más bajas de las que actualmente habita en la zona central de Chile. Esta inferencia, no obstante, debe por el momento ser tomada con cautela, ya que se necesita un mayor muestreo que confirme la real dominancia de esta

especie. Otra ave que podría dar indicios de las condiciones climáticas sería la posible presencia del cisne coscoroba (cf. *Coscoroba*). Actualmente este cisne se distribuye en Chile entre las X y XII regiones, pudiendo migrar en invierno más al norte, pudiendo llegar a Valdivia y ocasionalmente hasta la región de Valparaíso, siendo su avistamiento más norteño registrado en Huasco (Tala, 1997), mostrando su predilección por climas con temperaturas relativamente bajas. La presencia de taguas de gran tamaño, tal vez mayor al de la tagua gigante, puede ser potencialmente otro aspecto útil que entregue información acerca de las condiciones climáticas al final del Pleistoceno en Chile Central. Ya se ha comentado que ésta podría corresponder a una nueva especie de tagua gigante que vivió en la laguna al menos hasta fines del Pleistoceno, no obstante podría ser también que en realidad se tratase de *Fulica gigantea*. Esta especie actualmente se restringe a parajes altoandinos del norte de Chile sometidos a temperaturas relativamente bajas (Jaramillo, 2005). Si esto fuera verdad, sería evidencia de que *Fulica gigantea* tuvo una distribución mucho más extendida en el pasado, llegando al menos hasta la zona central de Chile, mostrando que el tipo de ambiente que existió en el lugar tuvo en algún momento condiciones similares a las que presenta en su actual área de distribución. Otra posibilidad que puede barajarse es que se trate de alguna especie conocida de tagua que actualmente habita nuestro territorio, pero de un tamaño mayor al que actualmente presenta, tal vez de forma similar a lo que ha sido reportado para restos de anfibios asignados al género *Calyptocephalella*, los que destacan por su gran tamaño que en comparación al único representante actual de este género, el cual habita exclusivamente en Chile (*Calyptocephalella gayi*) (Casamiquela, 1976; Jiménez-Huidobro y col., 2009; Jiménez-Huidobro & Sallaberry, 2015). Si esto fuera así, sería

interesante tratar de dilucidar qué factores están implicados en estos eventos de gigantismo.

Adicionalmente, entre los restos de la Formación Laguna de Taguatagua se registraron varios restos de anátidos de gran tamaño, pero que parecieran ser menor al de cisnes como el coscoroba, tratándose quizás de alguna o algunas formas de ganso.

En Chile, existen varias formas que podrían calzar con esta descripción, varias de ellas pertenecientes al género *Chloephaga*, entre las que se cuentan a *Chloephaga hybrida* (Caranca), *Chloephaga poliocephala* (Canquén), *Chloephaga rubidiceps* (Canquén colorado) y *Chloephaga picta* (Caiquén) (Araya & Millie, 1996; Jaramillo, 2005, Aves de Chile, 2015). La mayoría de estas especies se distribuyen en la Patagonia (Caranca, Canquén, Canquén colorado y Caiquén) o en zonas altoandinas (Piuquén) teniendo una clara preferencia por habitar en zonas frías (Jaramillo, 2005). El canquén, por ejemplo, habita en pantanos boscosos, meandros húmedos u otros humedales adyacentes a los bosques de *Nothofagus*, frecuentando zonas boscosas, pero siendo poco común en las estepas patagónicas, mientras que en invierno frecuenta campos inundados y meandros, siendo este último un hábitat igualmente preferido por el caiquén (Jaramillo, 2005). El caiquén colorado, en cambio, frecuenta zonas amplias de pastizales temporalmente inundados de la estepa patagónica (Jaramillo, 2005).

Si se confirma que algunos de los restos de Anseriformes de gran tamaño pertenecen a alguna de las especies de ganso que habitan en zonas en las que predominan temperaturas bajas, junto con una mejor estimación de la dominancia de especies como el pato juarjual o el cisne coscoroba, constituirían una importante evidencia que reforzaría las interpretaciones ambientales hechas a partir de estudios

palinológicos realizados en las latitudes mediterráneas (Heusser, 1983; 1990) y templadas de Chile central-sur, entre los 34 y 43° de latitud sur (Villagrán, 1985, 1988, 1990; Heusser, 1966, 1984, 1991; Groot & Groot, 1966). Estos estudios muestran que en la última glaciación hubo una expansión hacia el norte de taxa que pertenecen a las formaciones templado-frías más australes, tales como elementos que pertenecen a las tundras Magallánicas de Chiloé (*Dacrydium*, *Astelia*) junto a taxa arbóreos subantárticos (*Nothofagus*, *Podocarpus*, *Prumnopitys*) en Chile central (Villagrán, 1993). Adicionalmente, solo se registran trazas de las especies que integran los bosques que se presentan actualmente en estas latitudes, del tipo esclerófilo, deciduo del Maule y Valdiviano (Villagrán, 1993). Además, la mayor abundancia de gramíneas y compuestas (herbáceas) muestran que el paisaje fue del tipo Parquearbolado, el cual no tiene equivalente con la actual vegetación, con un clima muy frío y posiblemente estacional (Villagrán, 1993). El que estén presentes en Chile central elementos subantárticos, junto con los altos niveles lacustres registrados en los sedimentos de Laguna de Tagua Tagua (Varela, 1976), además de la abundancia de microalgas, taxa acuáticos y palustres en los registros palinológicos, muestran que al norte de los 43° S existieron condiciones lluviosas, principalmente acaecidas durante los estadiales de la última glaciación, mientras que durante los inter-estadiales, tal como el ocurrido en el Tardiglacial (13.000 a 10.000 A.P.), época de la que provienen los restos fósiles de aves objeto de este estudio, predominaban los taxa de bosque nordpatagónico en el sur de Chile y taxa herbáceos en Chile central, mostrando la existencia de mayor aridez en esta última zona (Villagrán, 1993). Ya a inicios del Holoceno, en las latitudes medias (39-43° S) se produjo un reemplazo progresivo del bosque higrófilo nordpatagónico compuesto por

coníferas, fagáceas y mirtáceas que predominaba durante el Tardiglacial hacia elementos más termófilos que integran el bosque Valdiviano (*Weinmannia*), los que llegaron a máximos de *Eucryphia*, *Caldcluvia* y *Nothofagus procera/oblicua* alrededor de los 7.000 años (Villagrán, 1985, 1991; Heusser, 1966, 1984). Ya hacia los 10.000 años en Chile central desaparecen elementos del bosque subantártico, baja la abundancia de taxa acuáticos y dominan los elementos del matorral semiárido y herbáceas (Heusser, 1983, 1990, 1991; Villagrán & Varela, 1990).

El que se presenten formas de aves que actualmente no se distribuyen preferentemente en la zona (pato juarjual, cisne coscoroba) parece coincidir con lo observado en invertebrados de esta misma localidad. Covacevich (1971) basó sus estudios en moluscos fósiles obtenidos desde varios niveles de la secuencia sedimentaria de la formación. Entre los resultados obtenidos en ese trabajo, se menciona que la presencia del molusco de agua dulce del género *Tropicorbis* mostraría, basándose en su distribución actual, que en Tagua Tagua durante el Pleistoceno superior-Holoceno hubieron condiciones ambientales mucho más húmedas y ligeramente más frías que las que se presentan actualmente (Covacevich, 1971). Otro punto interesante que menciona Covacevich, es que el molusco *Tropicorbis taguataguensis* muestra constancia en sus caracteres morfológicos en el tramo que va desde los 235 a los 91 cm de profundidad en la columna estratigráfica, lo que indicaría que durante el periodo en que se depositaron estos sedimentos, que va desde los 11.400 a los 6.100 A.P., tramo que abarca los sitios TT-I y TT-II, las condiciones ambientales y climáticas fueron más o menos estables. Cambios distribucionales de los moluscos en la secuencia sedimentaria, entrega

información adicional que permiten conocer la existencia de condiciones más frías que las actuales en el periodo en el que se desarrolló la avifauna estudiada.

Covacevich (1971) encontró diferencias distribucionales en los moluscos *Tropicorbis taguataguensis*, *Gundlachia taguataguensis*, *Pissidium* spp., *Succinea* sp., *Lymnaea* sp. y *Diplodon* sp. tanto a nivel genérico como específico, lo que junto a marcadas diferencias morfológicas de las succineas fósiles con respecto a las actuales, permitió postular que durante la depositación de los sedimentos que datan de la etapa más temprana del Holoceno las condiciones ecológicas eran similares a las que se presentan actualmente en la zona de Temuco, mientras que durante la depositación de los sedimentos que datan del Pleistoceno superior, las condiciones climáticas eran equivalentes a las que se manifiestan actualmente en Puerto Montt (Covacevich, 1971). Estas condiciones ecológicas serían propicias para que taxa de aves que habitan actualmente en ambientes más fríos pudieran desarrollarse en el lugar.

En lo que respecta a otros grupos de aves acuáticas, los restos de Gruiformes tuvieron una relativamente alta representación entre los restos identificados. Dentro de estas, la familia Rallidae está representada por 11 especies vivas y por varias formas endémicas de islas recientemente extintas. Las taguas habitan dónde quiera que existan lagos, estanques y pantanos, y también en estuarios, deltas, humedales y bahías marinas. Ellas son omnívoras, pudiendo comer todo tipo de formas de invertebrados, huevos de aves, frutas, semillas, hojas y algas (Jaramillo, 2005).

Otros taxa presentes en la Laguna de Tagua Tagua entregan importante información extra sobre el ambiente en el que estas aves se desarrollaron. Entre estos, uno de los más decisivos es el accipítrido *Parabuteo unicinctus* (peuco). Los integrantes

de la familia Accipitridae son aves rapaces que habitan preferentemente en ambientes forestales, utilizando este ambiente para cazar por sorpresa, principalmente a otras aves (Jaramillo, 2005). Específicamente el peuco es un ave rapaz que generalmente habita en los bordes de bosques secos y abiertos, matorrales y desierto con maleza (Jaramillo, 2005). Estudios como los realizados por Heusser (1993), muestran que durante el Tardiglacial, el ambiente en el que se insertaba la laguna era abierto y rodeado por bosques, por lo que la presencia de esta ave pudo haber sido en respuesta a los cambios ambientales hacia condiciones más secas que estaban sucediendo en el límite Pleistoceno-Holoceno que estaban creando cambios en la composición vegetal del lugar (Villagrán, 1993). Este punto también es reforzado por la presencia de una posible perdiz chilena (*Nothoprocta cf. perdicaria*), permitiendo realizar inferencias sobre el tipo de paisaje que se presentaba en la zona central a finales del Pleistoceno. La perdiz chilena es un ave endémica de nuestro territorio. Sus hábitos son esencialmente terrestres, encontrándola en pastizales abiertos o entre vegetación de matorrales. En el sur de Chile también suele habitar en los bordes de bosques o en la vegetación más densa. Su distribución altitudinal va entre los 0 y 2000 m.s.n.m. (Jaramillo, 2005). El tipo de ambiente que esta ave habita concuerda con las interpretaciones paleo-ecológicas realizadas mediante polen (Heusser, 1990; Villagrán, 1993).

4.5. Proyecciones

Este trabajo deja abierta la necesidad de realizar trabajos sistemáticos futuros más profundos y mejor contextualizados (procedencia estratigráfica más precisa) en la localidad de Laguna de Tagua Tagua con el propósito de realizar estudios más profundos

sobre la ornitofauna y la fauna de pequeños vertebrados en general, de manera de poder complementar y corroborar los resultados obtenidos, y que entre otras cosas, explote la gran potencialidad de los pequeños vertebrados fósiles de esta localidad y de otros sitios de importancia arqueológica y paleontológica, como indicadores de los cambios climáticos y ambientales que se presentaron en nuestro país.

5. CONCLUSIONES

La ornitofauna de antigua laguna de Laguna de Tagua Tagua resultó estar mayormente integrada por formas que frecuentan sistemas de agua dulce (lagos, lagunas, humedales, etc) y, aunque debe ser confirmado a partir de estudios futuros, algunas de éstas parecieran ser especies que en el presente se distribuyen en zonas con temperaturas promedio más bajas que las actuales, similares a las que se presentan en latitudes en las que actualmente se localizan ciudades como Temuco y Puerto Montt, junto con taxa que habitan en ambientes más mediterráneos, similares a los que se presentan actualmente en la zona central de Chile. Esto probablemente fue en respuesta a las condiciones climáticas imperantes durante finales del Pleistoceno y comienzos del Holoceno.

Merece destacar la presencia de varios elementos enigmáticos de aves, entre ellos, restos de una forma gigante de tagua, lo que nos puede estar hablando ya sea de una mayor diversidad de aves a finales del Pleistoceno y principios del Holoceno o de algún tipo de fenómeno que causó que ciertas especies crecieran a un tamaño mayor que el actual, tal y como ya ha sido observado en anfibios fósiles de Laguna de Tagua Tagua. Además, la presencia de taxa como la perdiz chilena puede ser una evidencia adicional que muestra los cambios que ocurrían en ese momento en la zona central de nuestro país, en el cual las temperaturas promedio comenzaron a aumentar, favoreció la distribución de taxa vegetales de climas mediterráneos, propiciando el que aves que habitan preferentemente ese tipo de ambientes pudieran presentarse en el lugar.

Al parecer, existe algún tipo de interferencia humana en los restos de aves de Laguna de Tagua Tagua, traducido principalmente en la presencia de marcas de

carbonización. Se hace necesario de estudios más minuciosos referentes a la influencia humana en la avifauna de esta localidad, a fin de, entre otras cosas, poder dilucidar si es que los humanos tuvieron alguna influencia en la diversidad ornitológica del lugar, principalmente relacionada al aprovechamiento de éstas como fuente de alimento, y si es que éste pudo haber influenciado la desaparición de algunas especies.

Se hacen necesarias trabajos de campo que consideren excavaciones sistemáticas que permitan estudiar in situ aspectos tafonómicos, junto con un detallado estudio de la distribución de la avifauna fósil dentro de la columna estratigráfica de la Formación Laguna de Taguatagua, ya que es el método más fidedigno que permitirá entender la forma en que cambió, si es que lo hizo realmente, la composición ornitológica durante la transición Pleistoceno-Holoceno, además de buscar evidencia sobre el impacto real que tuvo la acción humana sobre la avifauna.

Se hace imprescindible contar con una completa colección osteológica de aves que incluya la mayor cantidad posible de formas continentales, lo que facilitará la identificación de los elementos óseos que se encuentren en ésta y en otras localidades con restos fósiles de aves pleistocenas y holocenas, tales como el Sitio Quereo, en el Norte de Chile.

BIBLIOGRAFIA

- Agnolin, F. y Tomassini, R.T. 2012. A fossil Dendrocygninae (Aves, Anatidae) from the Early Pliocene of the Argentine Pampas and its paleobiogeographical implications. *Annales de Paléontologie* 98: 191-201.
- Alarcón, J.; Yury-Yáñez, R.E.; Soto-Acuña, S.; Rubilar-Rogers, D. y Sallaberry, M. 2014a. Las aves fósiles de la Laguna de Taguatagua (Pleistoceno superior), Chile central. *Ameghiniana* 51(6): R4
- Alarcón, J.; Yury-Yáñez, R.E.; Soto-Acuña, S.; Rubilar-Rogers, D. y Sallaberry, M. 2014b. Presencia de *Nothoprocta* (Tinamiformes: Tinamidae) en laguna de Taguatagua (Pleistoceno superior) Región de O'Higgins, Chile central. En: Actas del XI Congreso Chileno de Ornitología. Coquimbo, 40.
- Alarcón, J.; Soto-Acuña, S.; Yury-Yáñez, R.E.; Rubilar-Rogers, D. y Sallaberry, M. 2014c. Presencia de una tagua de gran tamaño en el Pleistoceno tardío-Holoceno de Laguna de Tagua Tagua, Chile central. En: Actas del IV Simposio de Paleontología en Chile. Valdivia, 65.
- Alberdi, M.T. y Frassinetti, D. 2000. Presencia de *Hippidion* y *Equus* (*Amerhippus*) (Mammalia, Perissodactyla) y su distribución en el Pleistoceno superior de Chile. *Estudios Geol.*, 56: 279-290.
- Alvarenga, H. 1995. A large and probable flightless Anhinga from the Miocene of Chile. *In* Proceedings of the 3rd Symposium of the Society of Avian Paleontology and Evolution (Peters, D.S.; EDITOR) Courier Forschungsinstitut Senckenberg 181: 149-161. Frankfurt am Main.
- Araya, B. y Millie, G. 1998. Guía de campo de las aves de Chile. 8. Ed. Santiago. Editorial Universitaria. 405 p.
- Araya, B.M. y Millie, G. 1996. Guía de campo de las aves de Chile. 4ta ed. Ed. Universitaria-Santiago. 405 pp.
- Aves de Chile. En línea. Santiago, Chile. Recuperado en: < <http://www.avesdechile.cl/>>. Consultado el: 11-11-2015.
- Baeza, H.; Hansen, N. y Parker, J. 1963. Recursos de Agua Subterránea entre Aconcagua y Puerto Montt. Ministerio de Obras Públicas. Dirección de Planeamiento. Publicación N° 11. Santiago de Chile.
- Ballmann, P. 2004. Fossil Calidridinae (Aves: Charadriiformes) from the middle Miocene of the Nordlinger Rier. *Bonner Zoologische Beiträge* 52. 101-114.

Baumel, J. y Witmer, L.M. 1993. Osteology. *En Handbook of avian anatomy. Nomina Anatomica Avium* (Baumel, J., King, A., Breazile, J.E., Evans, H., Vnaden Bergue, J.C.; editors), Cambridge University Press. 45-132. Cambridge, Massachusetts, USA

Bertelli, S.; Chiappe, L.M. y Mayr, G. 2014. Phylogenetic interrelationships of living and extinct Tinamidae, Volant palaeognathous birds from the New World. *Zoological Journal of the Linnean Society*. 1-40.

Bertelli, S. y Chiappe, L.M. 2005. Earliest Tinamous (Aves: Palaeognathae) from the Miocene of Argentina and their Phylogenetic Position. *Contributions in Science*, Number 502, pp. 1-20.

Bock, W.J. 1962. The pneumatic fossa of the humerus in the Passeres. *Tehe Auk*, 79: 425-443.

Boles, W.E. 2005. A New Flightless Gallinule (Aves: Rallidae: *Gallinula*) from the Oligo-Miocene of Riversleigh, Northwestern Queensland, Australia. *Records of the Australian Museum*, Vol. 57: 179-190.

Bourdon, E. 2005. Osteological evidence for sister group relationship between pseudo-toothed birds (Aves: Odontopterygiformes) and waterfowls (Anseriformes). *Naturwissenschaften* 92, 586-591.

Buldrini, K.E.; Alarcón, J. y Sallaberry, M. 2013. Presencia de *Thylamys* sp. (Didelphimorphia: Didelphidae) en el Pleistoceno Superior de Chile Central. *Ameghiniana* 50 (4): R10

Casamiquela, R.M. 1976. Los vertebrados fósiles de Tagua-Tagua. Primer Congreso Geológico Chileno. C87-C-102.

Cenizo, M.M.; Agnolin, F.L. y Pomi, L.H. 2014. A New Pleistocene Bird Assemblage from the Southern Pampas (Buenos Aires, Argentina). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*. Doi: 10.1016/j.palaeo. 2014.12.009.

Cenizo, M.M. y Tassara, D. 2013. Nuevos registros fósiles del halcón plumizo (*Falco femoralis* Temminck 1822; Falconidae) en el Pleistoceno del centro-este de Argentina. *Historia Natural. Tercera Serie, Volumen 3(1)*

Chávez, M. 2008. La ornitofauna de la Formación Bahía Inglesa, Caldera, Chile. Tesis de grado presentada como parte de los requisitos para optar al grado de Licenciado en Ciencias Biológicas. Facultad de Ciencias, Universidad Austral de Chile. 165 pp.

Chávez, M. 2007. Fossil birds of Chile and Antarctic Península. *Arquivos do Museu Nacional, Rio de Janeiro*, v.65, n.4: 551-572.

- Cheneval, J. y Escuillié, F. 1992. New data concerning *Palaelodus ambiguus* (Aves: Phoenicopteriformes: Palaelodidae): Ecological and evolutionary interpretations. In: Campbell, KE, ed. Papers in avian paleontology honoring Pierce Brodkorb. Los Angeles: Natural History Museum of Los Angeles County, Science Series 36: 208-224.
- Clarke, J.A. y Chiappe, L.M. 2001. A new carinate bird from the Late Cretaceous of Patagonia (Argentina). *American Museum Novitates* 3323: 1-24.
- Covacevich, C. 1971. Los Moluscos Pleistocénicos y Holocénicos de San Vicente de Tagua Tagua. Memoria de prueba para optar al título de Geólogo, Departamento de Geología, Santiago de Chile. 82 p.
- Cracraft, J. 1988. The major clades of birds. In: Benton MJ, ed. *The phylogeny and classification of the tetrapods*, Vol. 1: *amphibians, reptiles, birds*. Oxford: Clarendon Press, 339-361.
- Emslie, S.D. y Di Biase, F. 1978. Hoja de Antofagasta. Instituto de Investigaciones Geológicas de Chile 30: 48 p., escala 1: 250.000. Santiago.
- Feduccia, A. y Olson, L. 1982. Morphological Similarities between the Menurae and the Rhinocryptidae, Relict Passerine Birds of the Southern Hemisphere. *Smithsonian Contributions to Zoology*. N° 366. 22 p.
- Fuenzalida, P. 1966. Climatología. Geografía económica de Chile. CORFO, *Primer Apéndice*, Cap. III, Santiago de Chile.
- Fuenzalida, V. 1965. Biogeografía. Geografía económica de Chile. CORFO, Texto refundido, cap. VII, Santiago de Chile.
- Gilbert, B.M.; Martin, L.D. y Savage, H.G. 1981. *Avian Osteology*. Flagstaff. 252 pp.
- Graham, M.W. y Worthy, T.H. 2006. A new species of extinct imperial pigeon (*Ducula*: Columbidae) from Henderson Island, Pitcairn Group. *Historical Biology*, 18 (2): 127-140.
- Gray, G.R. 1840. A list of the genera of birds: With their synonyma and an indication of their localities in Chile. *Gayana* 72(2): 188-195.
- Groot, J.J. y Groot, C.R. 1967. Pollen spectra from deep-sea sediments as indicators of climatic changes in the Southern South America. *Marine Geology*, 4: 525-537.
- Grueber, C.E. y Jamieson, I.G. 2011. Low genetic diversity and small population size of Takahe *Porphyrio hochstetteri* on European arrival in New Zealand. *Ibis*, 153: 384-394.

- Guevara, J.P.; Soto-Acuña, S.; Alarcón, J.; Gamboa, G.; Rubilar-Rogers, D. y Sallaberry, M. 2015. Nuevos antecedentes sobre la herpetofauna fósil de la localidad Laguna de Tagua Tagua. X Congreso Asociación de Estudiantes de Biología de Chile. Libro de resúmenes, p. 25-26.
- Heusser, C.J. 1966. Late-Pleistocene pollen diagrams from the Province of Llanquihue, Southern Chile. *American Philosophical Society Proceedings*, 110: 269-305.
- Heusser, C.J. 1983. Quaternary pollen records from Laguna de Tagua-Tagua, Chile. *Science*, 219: 1429-1432.
- Heusser, C.J. 1984. Late Quaternary climates of Chile. In: *Late Cenozoic Paleoclimates of the Southern Hemisphere* (J.C. Vogel, ed):59-83, Balkema, Rotterdam.
- Heusser, C.J. 1990. Ice age vegetation and climate of subtropical Chile. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 80:107-127.
- Heusser, C.J. 1991. Biogeographic evidence for Late Pleistocene paleoclimate of Chile. *Bamberger Geographische Schriften*, 11: 257-270.
- Jackson, D. y Jackson, D. 2008. Antecedentes arqueológicos del género *Diplodon* (Sp.ix, 1827)(Bivalvia, Hyriidae) en Chile. *Gayana* 72(2): 188-195.
- Jaramillo, A. 2005. *Aves de Chile*. Lynx Edicions. 240 pp.
- Jackson, D. ; Méndez, C. y De Souza, P. 2004. Poblamiento Paleoindio en el norte-centro de Chile: Evidencias, problemas y perspectivas de estudio. *Complutum*. Vol. 15: 165-176
- Jánossy, D. 1983. Humeri of Central European Smaller Passeriformes. *Fragmenta Mineralogica et Palaeontologica*. 11: 85-112.
- Jiménez-Huidobro, P. y Sallaberry, M. 2015. Tetrápodos basales y anfibios fósiles en Chile. *Publicación Ocasional del Museo Nacional de Historia Natural, Chile*, 63: 85-98
- Jiménez-Huidobro, P.; Gutstein, C. S.; Sallaberry, M. y Rubilar-Rogers, D. 2009. Anuros del Pleistoceno de Chile. XXIV Jornadas Argentinas de Paleontología de Vertebrados. Resúmenes, 39. Asociación Paleontológica Argentina, San Rafael, Mendoza.
- Krapu, G.L., Parsons, D.L. & Weller, M.W. 1970. Waterfowl in relation to land use and water levels on the Spring Run area. *Iowa State Journal of Science*, 44 (4): 437-452.
- Labarca, R. y Alcaraz, M.A. 2011. Presencia de *Antifer ultra* Ameghino (= *Antifer niemeyeri* Casamiquela) (*Artiodactyla, Cervidae*) en el Pleistoceno tardío-Holoceno temprano de Chile central (30-35° S). *Andean geology* 38 (1). 156-170.

- Laperle, M. 1974. Effects of water level fluctuation on duck breeding success, pp. 18-30. En: Canadian wildlife Service Waterfowl Studies in Eastern Canada., 1969-73, pp. 106. Canadian Wildlife Service Report. Ser. 29.
- Lee, K.; Feinstein, J. y Cracraft, J. 1997. The phylogeny of ratite birds: Resolving conflicts between molecular and morphological data sets. In *Avian molecular evolution and systematics*, ed. D.P. Mildell, 173-211. San Diego, California: Academic Press.
- Livezey, B.C. 1988. A phylogenetic analysis of the Gruiformes (Aves) based on morphological characters, with an emphasis on the rails. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London (Series B)* 353, 2077-2151.
- Livezey, B.C. 1986. A phylogenetic analysis of recent anseriform genera using morphological characters. *Auk* 103: 737-754.
- López Mendoza, P. 2008. Tafonomía en la costa meridional del norte semiárido de Chile (IV Región). Alcances culturales y paleoecológicos hacia el Pleistoceno final en la comuna de Los Vilos (31° latitud sur). Memoria para optar al título de Arqueólogo. 189 pp.
- Louchart, A.; Vignaud, P.; Likius, A.; McKaye, H.T. y Brunet, M. 2005. A new swan (Aves: Anatidae) in Africa, from the latest Miocene of Chad and Libya. *Journal of Vertebrate Paleontology* 25, 384-392.
- Martinez, I., Cartajena, I. y López, P. 2009. Presence of Late Pleistocene Rheidae in the Oasis of Calama (Second Region Chile). *Paleoenvironments Vertebrates and Invertebrates. Current Research in the Pleistocene* 26: 164-166.
- Mayr, G. y Smith, R. 2001. Ducks, Rails and Limicoline waders (Aves: Anseriformes, Gruiformes, Charadriiformes) from the lowermost Oligocene of Belgium. *Geobios* 34 (5), 547-561.
- Mayr, G. 2008. Phylogenetic affinities and morphology of the late Eocene anseriform bird *Romainvillia stehlini* Lebedinski, 1927. *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie Abhandlungen* 248, 365-380.
- Mayr, G. 2006. A rail (Aves, Rallidae) from the early Oligocene of Germany. *Ardea* 94(1): 23-31.
- Mayr, G. 2004. Morphological evidence for sister group relationship between flamingos (Aves: Phoenicopteridae) and grebes (Aves: Podicipedidae). *Zoological Journal of the Linnean Society*, 140, 157-169.
- Moreno, E. 1985. Clave Osteológica para la identificación de los Passeriformes ibéricos. *Ardeola* 32(2): 295-377.

- Montané, J. 1968. Primera fecha radiocarbónica de Tagua Tagua. Noticiario mensual del Museo Nacional de Historia Natural. XII (139).
- Montero, I., Recabarren, O., Moreno, K., Chávez, M., Salvadores-Cerda, L., Navarro, X. y Pino, M. 2008. El sitio Pilauco Bajo, Pleistoceno Superior, Centro-Sur de Chile. En: Actas III Congreso Latinoamericano de Paleontología de Vertebrados. Neuquén, 162.
- Murphy, R. 1936. Piquero *Sula variegata*, en: R.MURPHY (ed.), Oceanic birds of South America, 836 p.; The Macmillan Company (New York).
- Niemeyer, H. y Muñoz, J. 1983. Hoja Laguna de La Laja. Servicio Nacional de Geología y Minería, Carta Geológica de Chile 57: 52 p., 1 mapa escala 1: 250.000.
- Noriega, J.I.; Areta, J.I.; Vizcaíno, S.F. y Bargo, M.S. 2011. Phylogeny and taxonomy of the patagonian Miocene falcon *Thegornis musculosus* Ameghino, 1895 (Aves: Falconidae). Journal of Paleontology, 85 (6). P. 1089-1104.
- Núñez, L. y Santoro, C. 1990. Primeros poblamientos en el cono sur de America (XII-IX Milenio A.P.). Revista de Arqueología Americana. N° 1. 91-139.
- Núñez, L.; Varela, J.; Casamiquela, R.; Schiappacasse, V.; Niemeyer, H. y Villagrán, C. 1994. Cuenca de Taguatagua en Chile: el ambiente del Pleistoceno superior y ocupaciones humanas. Revista Chilena de Historia Natural. 67: 503-519.
- Olson, S.L. 1987. Variation in the procoracoid foramen in the Accitripidae. Riv.Ital. Orn., Milano, 57 (3-4): pp. 161-164.
- Olson, S.L. y Feduccia, A. 1980. Relationships and evolution of flamingos (Aves: Phoenicopteridae). *Smithsonian Contributions to Zoology* 316: pp 1-73.
- Payne, R.B. y Risley, C.J. 1976. Systematics and Evolutionary Relationships Among the Herons (Ardeidae). Miscellaneous Publications, Museum of Zoology, University of Michigan, N° 150. 109 pp.
- Peña-Villalobos, I.; Fibla, P.; Salazar J.E. y Sallaberry, M. 2012. Cambios temporales en la abundancia y composición del ensamble de aves acuáticas en tranques artificiales en Chile central. *Gayana* 76 (2): 92-101-
- Perrins, C. 2006. La gran enciclopedia de las aves. Editorial LIBSA. 608 pp.
- Philippi, R. 1895. Ueber einige vogelknochen aus dem guano, en: R. PHILIPPI (ed) Verhandlungen des deutschen wissenschaftlichen vereins su Santiago de Chile, p. 14-17; Imprenta de Universo de Guillermo Helfmann (Valparaíso).

- Pino, M., Chávez-Hoffmeister, M., Navarro-Harris, X. y Labarca, R. 2012. The late Pleistocene Pilauco site, Osorno, south-central Chile, Quaternary International, 299: 3-12.
- Pycraft, W.P. 1900. On the morphology and phylogeny of the Palaeognathae (Ratitae and Crypturi) and Neognathae (Carinatae). Transactions of the Zoological Society of London 15: 149-290.
- Soto-Acuña, S.; Alarcón, J.; Yury-Yáñez, R.E.; Otero, R.A. y Sallaberry, M. 2013. Nuevos materiales de *Meganhinga chilensis* (Suliformes, Anhingidae) del Mioceno temprano de Lonquimay, Región de la Araucanía de Chile Central. Ameghiniana 50 (4): R29
- Slater, P.L. y Salvin, O. 1873. Nomenclator Avium Neotropicalum. London, United Kingdom: Sumptibus Auctorum. 163 pp.
- Tabillo, E.; Jorge, R.; Riquelme, R.; Mondaca, A.; Labra, C.; Campusano, J.; Tabillo, M.; Varela, M.; Tapia, A.; y Sallaberry, M. 1996. Management and conservation of the habitats used by migratory shorebirds at Coquimbo, Chile. Shorebirds Ecology and Conservation in the Western Hemisphere. P. Hicklin Eds. International Wader Studies 8: 79-84.
- Taylor, P.B. 1996. Family Rallidae (rails, gallinules and coots). En: Del Hoyo, J., Elliott, A., Sargatal, J. (Eds.). Handbook of the Birds of the World. 3. Lynx Edicions, Barcelona. 108-209.
- Tonni, E.P. 1969. La presencia de *Anas leucophrys* (Aves: Anseriformes) en sedimentos de edad Ensenadense (Pleistoceno medio) de la provincial de Buenos Aires. Ameghiniana, 6: 309-313.
- Sallaberry, M.; Soto-Acuña, S., Yury-Yáñez, R.; Alarcón, J. & Rubilar-Rogers, D. 2015. Aves fósiles de Chile. Publicación Ocasional del Museo Nacional de Historia Natural, Chile, 63: 256-294.
- Sallaberry, M.; Yury-Yáñez, R.; Soto-Acuña, S. y Rubilar-Rogers, D. 2008. Las aves fósiles de la Formación Bahía Inglesa: hallazgos y perspectivas. En: Actas del I Simposio Paleontología en Chile. Santiago, 109-115.
- Sallaberry, M.; Yury, R.; Rubilar-Rogers, D. y Soto, S. 2006. Confección del catastro de las colecciones osteológicas de aves en Chile. Boletín Chileno de Ornitología, 12: 50-56.
- Smith, C. S. y Grange, R. 1958. The Spain Site. Bureau of American Ethnology Bulletin 169. Whashington, D.C. 115 pp.



- Varela, J. 1976. Geología del Cuaternario de Laguna de Tagua-Tagua (Provincia de O'Higgins). Actas del Primer Congreso Geológico Chileno: D81-D113.
- Velásquez-Valencia, A.; Lara, F., Ricaurte, L.F.; Cruz, E.J.; Tenorio, G.A. y Correa, M. 2005. Lista anotada de las aves de los humedales de la parte alta del Departamento de Caquetá. Publicación memorias extensivas, V Congreso Internacional de Fauna Silvestre. Quito, Perú. 320-329.
- Victoriano, P.F.; González, A.L. y Schlatter, R. 2006. Estado de conocimiento de las aves de aguas continentales de Chile. *Gayana* 70 (1): 140-162.
- Villagrán, C. y Varela, J. 1990. Palynological evidence for increased aridity on the Central Chilean Coast during the Holocene. *Quaternary Research*, 34: 198-207.
- Villagrán, C. 1993. Una interpretación climática del registro palinológico del último ciclo glacial-postglacial en Sudamérica. *Bull. Inst. fr. Études Andines*. 22 (1): 243-258.
- Villagrán, C. 1985. Análisis palinológico de los cambios vegetacionales durante el Tardiglacial y postglacial en Chiloé, Chile. *Revista Chilena de Historia Natural*, 58: 57-69.
- Villagrán, C. 1988. Expansion of Magellanic Moorland during the Late Pleistocene: palynological evidence from northern Isla de Chiloé, Chile. *Quaternary Research*, 30: 304-314.
- Villagrán, C. 1990. Glacial climates and their effects on the history of the vegetation of Chile: A synthesis based on palynological evidence from Isla de Chiloé. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 65: 17-24.
- Walsh, S.A. y Hume, J.P. 2001. A new Neogene marine assemblage from north-central Chile. *Journal of Vertebrate Paleontology* 21: 484-491
- Weigelt, J. 1989. *Recent Vertebrate Carcasses and their Paleobiological Implications*. The University of Chicago Press. 188 pp.
- Wetmore, A. 1924. Fossil birds from south Arizona. *Proceedings of the United States National Museum* 64, 1-18.
- Woolfenden, G.E. 1961. Postcranial osteology of waterfowl. *Bull. Flor. State Mus.*, 6: 1-129.
- Worthy, T.H.; Tennyson, A.J.D.; Jones, C.; McNamara, J.A. y Douglas, B.J. 2007. Miocene waterfowl and other birds from central Otago, New Zealand. *Journal of Systematic Palaeontology* 5(1): 1-39.

- Worthy, T.F. 2009. Descriptions and phylogenetic relationships of two new genera and four new species of Oligo-Miocene waterfowl (Aves: Anatidae) from Australia. *Zoological Journal of the Linnean Society* 156, 411-454.
- Worthy, T.F. y Lee, M.S.Y. 2008. Affinities of Miocene waterfowl (Anatidae: *Manuherikia*, *Dunstanetta* and *Miotadorna*) from the St Bathans fauna, New Zealand. *Palaeontology* 51, 677-708.
- Worthy, T.H.; Tennyson, A.J.D.; McNamara, J.A. y Douglas, B.J. 2007. Miocene waterfowl and other birds from central Otago, New Zealand. *Journal of Systematic Paleontology* 5, 1-39.
- Worthy, T.F. y Wragg, G.M. 2008. A new genus and species of pigeon (Aves: Columbidae) from Henderson Island, Pitcairn Group. *Terra Australis* 29, 419-510.
- Worthy, T.F. 2004. The Holocene fossil waterfowl fauna of Lake Poukawa, North Island, New Zealand. *Tuhinga* 15: 75-120.
- Yury-Yáñez, R.E.; Otero, R.A.; Soto-Acuña, S.; Suárez, M.E.; Rubilar-Rogers, D. y Sallaberry, M. 2012. First remains from the Eocene of Algarrobo, central Chile. *Andean Geology* 39 (3): 548-557.
- Zelenkov, N.V. y Kurochkin, E.N. 2012. Dabbling Ducks (Aves: Anatidae) from the Middle Miocene of Mongolia. *Paleontological Journal*, Vol. 46, N° 4, pp. 421-429.
- Zelenkov, N.V. 2010. Diving Ducks from the Middle Miocene of Western Mongolia. *Paleontological Journal*, Vol. 45, N° 2: 191-199.

ANEXOS

I. Lista con el material de comparación utilizado en el presente estudio.

Accipitriformes: *Accipiter bicolor* (013 MNHN), *Buteo polysoma exul* (UCHZV-043, 158), *Parabuteo unicinctus* (UCHZV-310, 346, 506, 57, 519, 5115 MNHN), *Parabuteo unicinctus unicinctus* (UCHZV-492, 495), *Geranoaetus polysoma* (021 MNHN, 5094 MNHN), *Buteo poelichorus* (5193 MNHN)

Anseriformes: *Anas* sp. (UCHZV-398), *Anas georgica* (UCHZV-503, 504), *Anas platyrhynchos* (UCHZV-461), *Lophonetta specularioides* (UCHZV-368, 502), *Coscoroba coscoroba* (UCHZV-395, 422, 442), *Anas flavirostris* (UCHZV-315, 414, 499)

Charadriiformes: *Himantopus melanurus* (UCHZV-329), *Himantopus mexicanus* (UCHZV-406), *Larus pipixcan* (UCHZV-261, 404, 305), *Larus dominicanus* (UCHZV-293), *Vanellus chilensis* (UCHZV-272, 273, 521)

Pelecaniformes: *Ardea alba* (UCHZV-371, 473), *Bubulcus ibis* (UCHZV-402, 416), *Egretta thula* (UCHZV-320), *Nycticorax nycticorax* (UCHZV-374)

Columbiformes: *Metropelia ceciliae*, *Zenaida auriculata* (UCHZV-327, 396, 526), *Zenaida meloda* (UCHZV-367), *Columbina cruziana* (UCHZV-410), *Columbina picui*, *Columba livia* (UCHZV-294)

Falconiformes: *Falco sparverius* (UCHZV-291), *Milvago chimango* (UCHZV-365, 372, 513)

Gruiformes: *Fulica rufifrons* (UCHZV-313, 320, 330, 403, 463, 002 MNHN), *Fulica armillata* (4945 MNHN, 4946 MNHN, 5127 MNHN, 5141 MNHN, UCHZV-333, 515), *Fulica leucoptera* (5135 MNHN), *Fulica ardesiaca* (UCHZV-322, 267), *Fulica gigantea* (UCHZV-377), *Gallinula melanops* (UCHZV-535), *Rallus sanguinolentus* (UCHZV-408)

Tinamiformes: *Nothoprocta perdicaria* (UCHZV- 041, 042, 323, 325, 436)

Podicipediformes: *Podiceps major* (UCHZV-277, 319, 332, 349, 501)

Passeriformes: *Curaeus curaeus* (UCHZV-233), *Diuca diuca* (UCHZV-318), *Mimus thenca* (UCHZV-317), *Phytotoma rara* (UCHZV-331), *Turdus falklandii* (UCHZV-300, 316, 324, 345), *Sturnella loica* (UCHZV-407)

2. Principales elementos óseos identificados en este trabajo y su terminología anatómica (Baumel & Wimer, 1993).

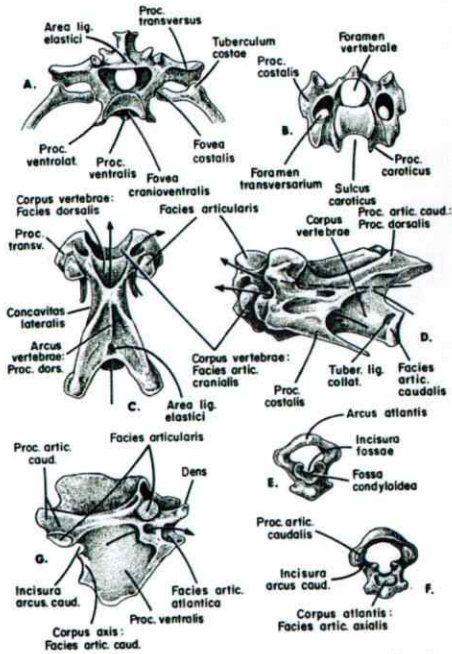


Fig. 4. Features of the cervical and thoracic vertebrae. See Figs. 5, 11 for illustrations of Notarium, Synsacrum, and caudal vertebrae.
 A. Thoracic vertebra 2, *Larus*, cranial aspect; redrawn from Boas (1929).
 B. Cervical vertebra 9, *Gavia*, cranial aspect; redrawn from Boas (1929).
 C. Cervical vertebra 9, *Meleagris*, dorsal aspect; redrawn from Ghetis, et al. (1978).
 D. Generalized cervical vertebra, cranio-lateral oblique view of left side; redrawn from Ghetis et al. (1978).
 E. Atlas, *Meleagris*; cranial aspect, redrawn from Harvey, et al. (1968).
 F. Atlas, *Meleagris*; caudal aspect; redrawn from Harvey, et al. (1968).
 G. Axis, *Meleagris*; right lateral aspect; redrawn from Ghetis, et al. (1978).

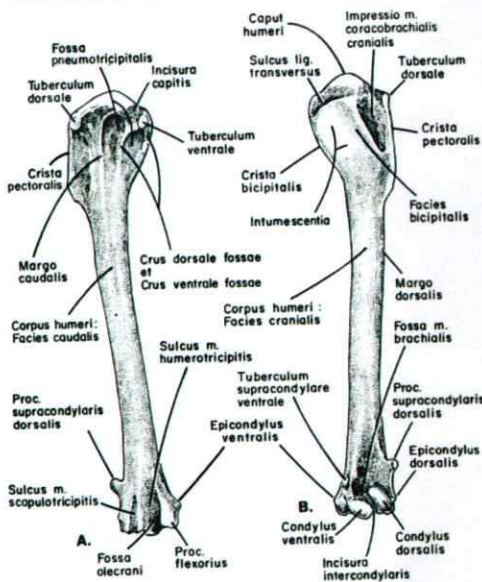


Fig. 8. Humerus of the gull, *Larus argentatus*; left side. Original drawing of Wm. P. Hamilton. A, caudal surface; B, cranial surface. In this species the pneumotricipital fossa is the dual type, not pneumatized (see Annot. 188, 189), and the impression for M. coracobrachialis cranialis is very strongly developed.

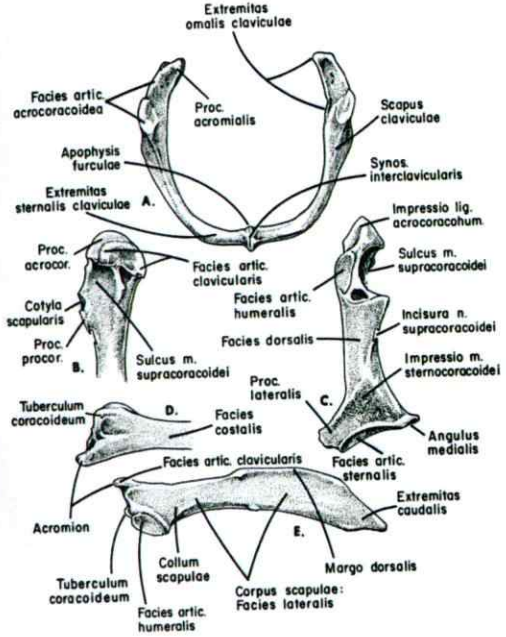


Fig. 6. Bones of the girdle of the thoracic limb of the eagle, *Aquila chrysaetos*. Redrawn from Howard (1929). A. Clavicle, caudal aspect; B. Coracoid, left shoulder extremity, medial aspect; C. Scapula, left, cranial extremity, costal surface; D. Scapula, left, lateral surface. The ankylized left and right clavicles form the Furcula (see Annot. 162).
 Abbreviations: acrocor., acroracoroideus; artic., articularis; procor., procoracoroideus; acroracoroachum., acroracoroachumalis.

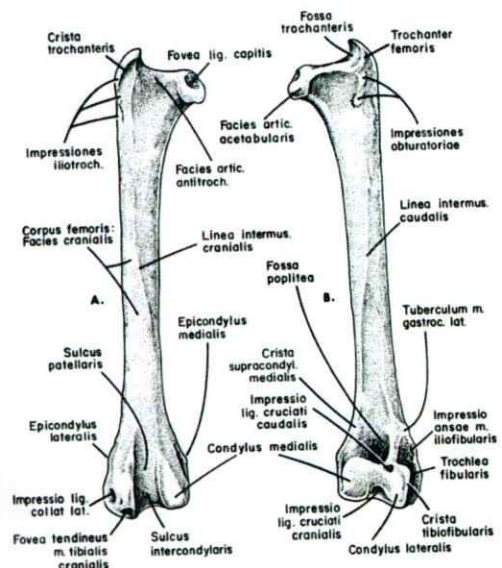


Fig. 12. Femur of the gull, *Larus argentatus*; right side. Original drawing Wm. P. Hamilton. A, cranial aspect; B, caudal aspect.
 Abbreviations: antitroch., antitrochanterica; artic., articularis; gastroc., gastrocnemialis; iliotroch., iliotrochanterica; intermus., intermuscularis; supracondyl., supracondylaris.

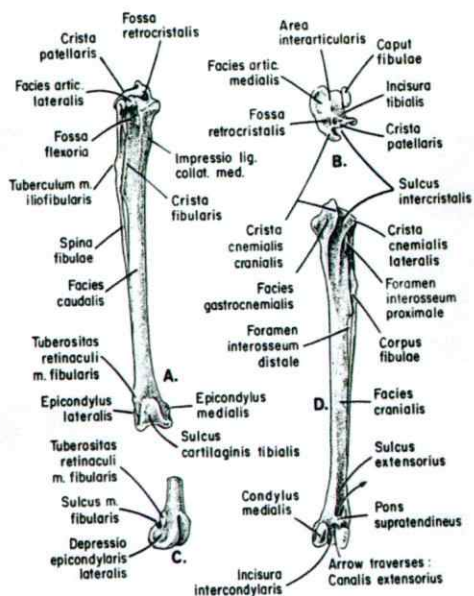


Fig. 13. Tibiotarsus and Fibula of the goose, *Branta canadensis*; left side. Original drawing Wm. P. Hamilton. A, caudal view; B, proximal articular surfaces of both bones; C, distal extremity of Tibiotarsus, lateral aspect; D, cranial view. In A Tuberositas poplitea (not labeled) is located just medial to the tip of leader on the Fossa flexoria. Abbreviations: artic., articularis; collat., collateralis.

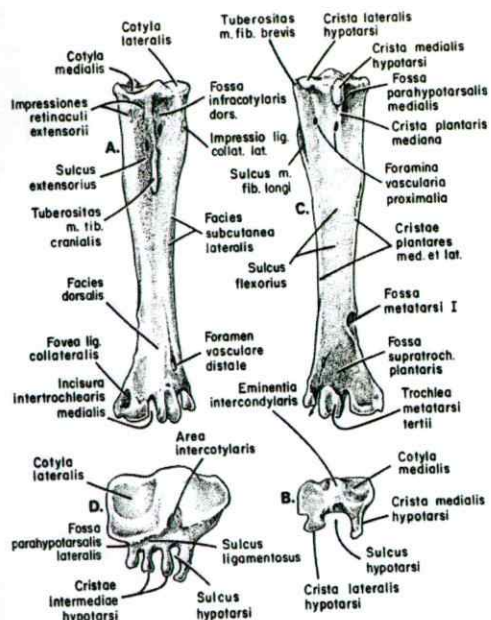


Fig. 14. Tarsometatarsus of the eagle, *Aquila chrysaetos* (A-C) and the goose, *Anser caerulescens* (*Chen hyperborea*); all bones from the left limb. Redrawn from Howard (1929). A, dorsal aspect; B, proximal end; C, plantar aspect; D, proximal end. In C the arrow traverses Canalis interosseus tendineus which conducts the tendon of *M. extensor digiti IV*. The Eminentia intercondylaris is a process of the proximal end of the bone that, in the articulated joint, projects between the tibiotarsal condyles and receives the distal attachment of *Lig. intercondylare tibiotarsalis* (see Arthr. Annot. 171). Abbreviations: fib., fibularis; supratroch., supratrochlearis; tib., tibialis.