



FACULTAD DE
**CIENCIAS
SOCIALES**
UNIVERSIDAD DE CHILE

Explotación de fauna menor en Taguatagua 1 durante el Pleistoceno terminal (Chile central).

Memoria para optar al título profesional de arqueólogo.
Álvaro Gabriel Lizama Catalán

Profesora guía: María Isabel Cartajena Fasting
Profesor tutor: Rafael Osvaldo Labarca Encina

Comisión examinadora:
María Antonia Benavente
Carolina Belmar

Santiago de Chile, año 2020
Ilustración de Mauricio Álvarez

©mauricio_alvarez_art

Agradecimientos:

Antes que, a cualquiera, corresponde agradecer a mi familia, mi madre Verónica, mi padre Víctor, mi hermana Nicole, que lo han dado todo y les debo mi ser. Son quienes están en las buenas y en las malas, y me han acompañado siempre.

Agradezco a todas las personas con las que me he topado en mi vida y de una u otra forma me han ayudado a estar donde hoy me paro. Amigos, profesores, conocidos, todos de alguna forma han aportado, y sería injusto nombrarlos uno a uno, pues sería inevitable dejar fuera a alguno. A mi equipo de trabajo del Núcleo de Investigación de Tagua Tagua, al Museo Nacional de Historia Natural y sus diversas Áreas que me han abierto sus puertas, también a las facultades de Ciencias y de Ciencias Sociales de la Universidad de Chile, además de la Universidad Austral de Chile, con su espectacular Colección de mamíferos y su trascendental Unidad de Microscopía Electrónica, y también a la Pontificia Universidad Católica de Chile. Cada una de esas instituciones con gente maravillosa que ha confluído en moldearme como persona, y como profesional, aportando en que mi metodología tenga un sustento sólido gracias a sus contribuciones con material comparativo e instrumentos.

También agradecer a Alexandra Elbakyan por su incansable lucha para convertir el conocimiento académico en una plataforma de aprendizaje de libre acceso y que, sin su esfuerzo, difícilmente podría haber conseguido la bibliografía suficiente para materializar esta memoria.

A mi profesora guía, Isabel Cartajena, por su infinita presencia y gigantesco sentido por la enseñanza, a la que le debo mi pasión por la arqueología desde mis años de pregrado.

A mi profesor tutor, Rafael Labarca, que gracias a su generosa invitación a su proyecto Fondecyt 1117919 y su constante apoyo, me ha ayudado más allá de lo imaginable, un amigo que me ha dado hasta la oportunidad de participar en las reexcavaciones de la cuenca de la laguna de Taguatagua.

Una especial dedicatoria para mi yo del pasado, ese niño imberbe, porfiado y curioso que pasaba los días entre libros, lápices y tierra en sus manos. Espero ser digno de los sueños que he tenido, de los que tengo, y de los que tendré.

A todos quienes están presentes, y a todos aquellos quienes ya no están.

Esto es por ustedes, mis logros son tanto suyos como míos, pues, así como el humano se debe a la sociedad, yo me debo de a la gente que me ha salvado la vida.

Resumen:.....	3
Introducción: El relicto de Taguatagua.	4
Capítulo primero: Antecedentes continentales de sitios pleistocénicos con explotación de fauna menor.	6
Capítulo segundo: Antecedentes del área de estudio y su relevancia en la investigación científica.	10
2.1. Taguatagua 1.	13
2.2. Taguatagua 2.	17
2.3. Problema de investigación	18
Capítulo tercero: Marco conceptual.	21
3.1. La explotación de la fauna menor.	23
3.2. La tafonomía y su variabilidad en el registro.....	24
Capítulo cuarto: Material y método.....	27
4.1. La identificación anatómica:.....	28
4.2. La determinación taxonómica:	29
4.3. Estimación de edad.....	31
4.4. Cuantificación	33
4.5. Densidad mineral ósea y supervivencia de partes esqueléticas.....	33
4.6. Análisis tafonómico	34
4.6.1. Modificaciones naturales:.....	34
4.7. Modificaciones culturales:	42
Capítulo quinto: Resultados del análisis taxonómico y tafonómico.	44
4.1. Peces dulceacuícolas.	46
4.2. Anfibios.....	47
4.3. Reptiles.	50
4.4. Aves.	50
4.5. Mamíferos menores.	53
5.2. Tafonomía de la fauna menor de TT-1.	56
5.2.1. Modificaciones naturales:.....	56
5.2.3. Modificaciones culturales:	78
Capítulo sexto: Discusión y conclusiones.	84
6.1. Discusión: Un ecosistema al alcance de la mano.	84
6.2. Las trayectorias tafonómicas de TT-1.....	85

6.3. Huesos cortados y huesos quemados: recursos a obtener.....	90
6.4. Conclusiones: Habitar y prosperar en base a la explotación de recursos diversificados de ribera.	93
Referencias.....	97
Anexos.....	110
1. Anatomía y taxonomía de vertebrados menores de TT-1.	110
2. Perfiles de preservación en roedores (Andrews, 1990).	123
3. Perfiles de densidad mineral ósea obtenidos para la fauna menor de TT-1.	125
4. Modificaciones antrópicas.	127

Resumen:

El sitio arqueo-paleontológico de Taguatagua 1, es el asentamiento humano más antiguo de la zona central de Chile, con una cronología de 12.510-12.670 años cal AP. Este sitio fue descubierto y excavado en dos campañas separadas por casi 20 años, registrándose un contexto de megafauna (> 15 kg) directamente asociada a instrumentos líticos y óseos, junto a restos de vertebrados y también de invertebrados. Los autores lo interpretaron como un lugar en el cual se realizaron actividades de caza y faenamiento de fauna extinta y formatización de instrumental lítico. Sin embargo, entre los hallazgos más numerosos del sitio, se encuentra un conjunto muy diverso de restos óseos de animales pequeños. En el presente trabajo se evalúan los agentes acumuladores tanto naturales como culturales y la incidencia de la fauna menor (≤ 15 kg), en la economía de los cazadores recolectores del Pleistoceno terminal a través de un análisis taxonómico y tafonómico, identificando evidencias de su explotación. Los resultados señalan que algunos de estos recursos fueron parte de la subsistencia de los grupos del Pleistoceno terminal, quienes aprovecharon la abundancia que ofrece un ecotono lacustre como lo fue la laguna de Taguatagua.

Palabras claves: Pleistoceno terminal, fauna menor, tafonomía, ambiente lacustre.

“Solo una pequeña parte de lo que una vez existió estuvo alguna vez enterrado en el suelo. Solo una pequeña parte de lo que alguna vez estuvo enterrado ha escapado a la destructora mano del tiempo. De esto, no todo ha salido a la luz una vez más; y todos sabemos muy bien como lo poco que ha sido revelado ha sido de ayuda para nuestra ciencia” (Montelius, 1885).

“Cuando la mano de color de arcilla se convirtió en arcilla, y cuando los pequeños párpados se cerraron, llenos de ásperos muros, poblados de castillos, y cuando todo el hombre se enredó en su agujero, quedó la exactitud enarbolada, el alto sitio de la aurora humana, la más alta vasija, que contuvo el silencio, una vida de piedra, después de tantas vidas” (Neruda, 1950).

Introducción: El relicto de Taguatagua.

El sitio arqueológico de Taguatagua 1 (TT-1) ha sido relevante en la prehistoria de Chile central, ya que corresponde a las ocupaciones más tempranas registradas en esta zona (Nuñez et al., 2016). En él se recuperaron materiales que incluyen artefactos líticos, restos óseos de megafauna, definida como aquella mayor a 45 kg de masa corporal (P. Martin, 1967; P. Martin & Klein, 1984), como así también de fauna menor, la que corresponde a aquella que no supera los 15 kg. (Mengoni, 1999). El sitio se encontraba en el borde de una laguna que persistió durante miles de años hasta que fue desaguada a mediados del siglo XIX. Aquí, estas bandas pioneras de cazadores recolectores, se encontraron con un vasto ecosistema, rico tanto en número de animales y de vegetación, así como en su diversidad taxonómica (Figura 1).

Ecosistemas similares han sido descritos para el Pleistoceno final en Norteamérica, como los sitios Dust Cave y Kimmswick. Ambos se habrían encontrado asociados a cuerpos dulceacuícolas, donde se acumularon diversos conjuntos faunísticos, en gran medida compuestos por vertebrados pequeños, además de mastodonte y ciervo en el caso del segundo sitio. Respecto a Dust Cave, varias presas habrían sido trasladadas a este campamento para su procesamiento, como por ejemplo aves acuáticas, entre otros animales pequeños, que presentan modificaciones culturales, dando cuenta de una estrategia de subsistencia generalista estrechamente ligada a un ambiente fluvial en el que el río habría generado ricos ecosistemas que el ser humano aprovechó económicamente (Hollenbach & Walker, 2010; R. Walker & Parmalee, 2004). En contraste, el caso de Kimmswick es particularmente interesante, pues es una cuenca fluvial, en el que se explotaron algunas taxa de megafauna, como mastodonte y ciervo, cuyos restos óseos fueron recuperados entre un abundante conjunto de huesos de fauna menor, similares a los de TT-1. Respecto a este último grupo de vertebrados, estos no han sido estudiados detalladamente desde un punto de vista tafonómico con el fin de dilucidar los agentes acumuladores involucrados (M. Cannon & Meltzer, 2004; Graham et al., 1981). Si bien uno de los restos de tortuga presenta posibles indicios de haber sido consumida por los grupos humanos, los investigadores no pudieron determinar lo mismo para el resto del conjunto de fauna menor.

De esta forma, los cuerpos dulceacuícolas del Pleistoceno terminal están actuando como puntos espaciales muy atractivos para diversos animales, como también de relictos de megafauna, que a su vez atraen a los humanos, generando ecosistemas muy diversos y amplios, que no solo sirvieron de refugio para las últimas manadas de megafauna, sino que también para los pulsos exploratorios de cazadores recolectores que fueron poblando paulatinamente el continente americano (Borrero & Franco, 1997; Núñez et al., 1987). En relación con esto, TT-1 permite un análisis tafonómico detallado de la abundante fauna menor con el fin de comprender los agentes acumuladores tanto naturales como culturales involucrados en su depositación y evaluar su posible aporte a la subsistencia de las poblaciones paleoindias.

El primer capítulo de esta investigación consiste en una revisión bibliográfica en relación al consumo de fauna menor por parte de los cazadores recolectores del Pleistoceno terminal en América, mientras que el segundo, plantea la historia de la investigación arqueológica de los sitios del Pleistoceno terminal en la cuenca de Taguatagua. Para entender el trasfondo y las implicancias TT-1 en esta trayectoria de la prehistoria. En el tercer capítulo se desarrollan los conceptos teóricos que enmarcan esta investigación, y la metodología de es desarrollada en el capítulo cuarto. Posteriormente, en el capítulo quinto se describen los resultados obtenidos en esta investigación, divididos en aquellos de carácter taxonómicos y los de naturaleza tafonómica. Este *corpus* de datos es discutido en el capítulo sexto, contribuyendo así a una más detallada comprensión de las ocupaciones tempranas con utilización de recursos lacustres, para luego concluir con una reflexión en la importancia de la fauna menor en los registros zooarqueológicos y las lecciones que se pueden aplicar en futuras investigaciones.

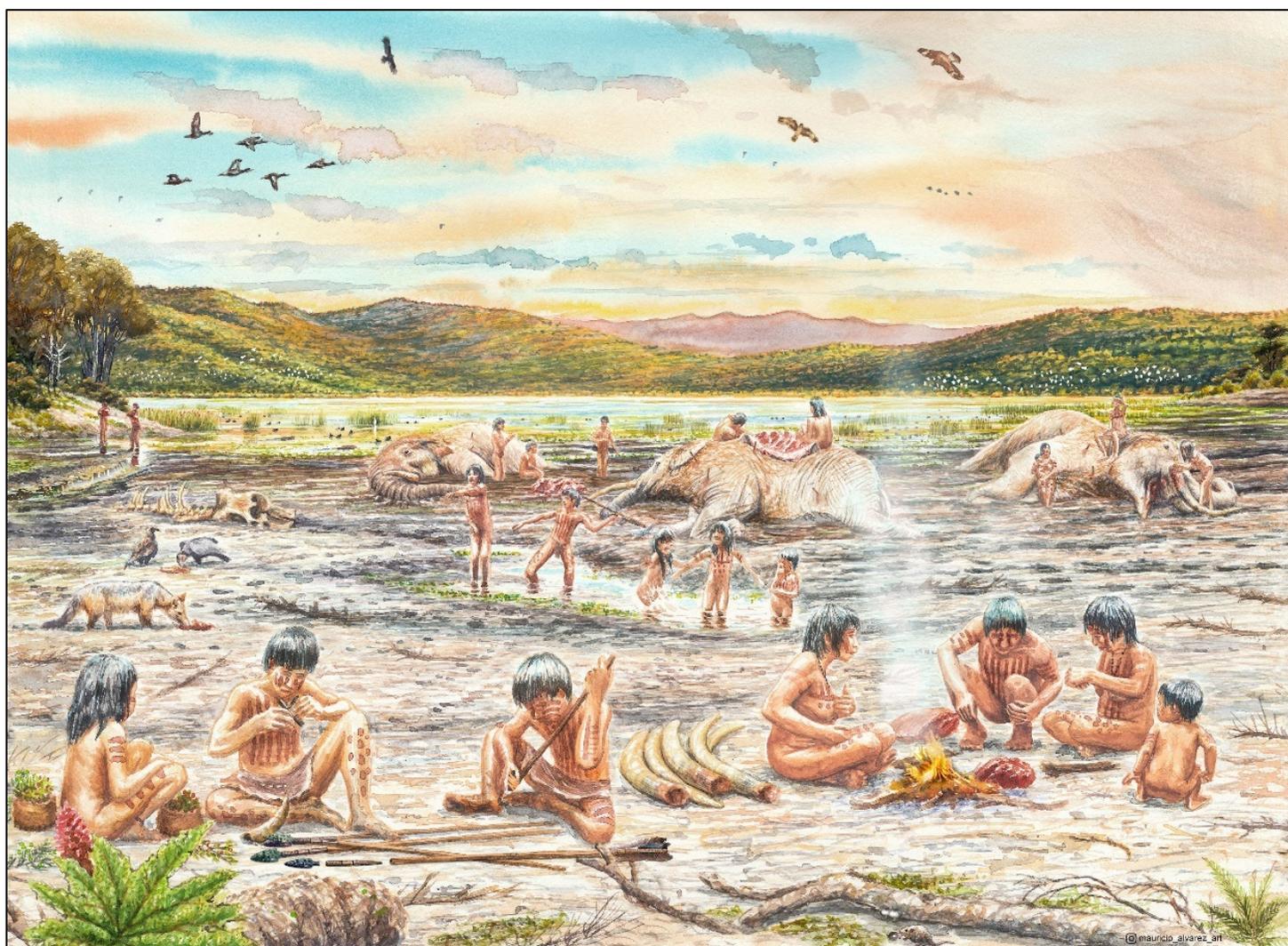


Figura 1. Representación artística de una escena de ocupación humana en el Pleistoceno de la Laguna de Taguatagua. Ilustración de Mauricio Álvarez.

Capítulo primero: Antecedentes continentales de sitios pleistocénicos con explotación de fauna menor.

“En el camino delante de ellos, el hielo se había formado y subía tan alto hasta tocar el cielo. Las personas no podían cruzarlo... Un cuervo voló y golpeó el hielo, consiguiendo agrietarlo. Un coyote dijo “Estas pequeñas personas no pueden atravesar el hielo”. Otro cuervo apareció, volando hacia el bloque de hielo y consiguió hacer que las grietas fuesen más profundas. Entonces, el coyote dijo: “Inténtalo de nuevo, y de nuevo”. El cuervo volvió a volar, precipitándose al hielo y esta vez consiguió romperlo. Entonces, la gente pudo pasar al otro lado”. Tradición oral Paiute. (Parfit, 2000).

Los territorios orientales de Beringia fueron el punto de entrada para los primeros exploradores de América, que cruzaron el homónimo puente que conectó Siberia y Alaska en un periodo de tiempo situado entre ~22000 y ~18000 años cal. AP, según la evidencia genética (Moreno-Mayar et al., 2018), manteniéndose en Beringia oriental, los que comienzan a desplazarse por el territorio americano a partir de la ocurrencia del Último Máximo Glacial (UMG) entre los ~17000 y ~14000 años cal. AP (Potter et al., 2018; Waters, 2019), donde comienzan a aparecer sitios tan antiguos como el de Monteverde en el extremo sur de Chile, con 14000 años cal. AP (Dillehay, 2008; Meltzer et al., 1997). Con los cambios climáticos producidos por el UMG, las poblaciones habrían cruzado los antes infranqueables glaciares que bloqueaban el acceso al resto del continente, aprovechando los corredores libres de hielo a lo largo de las grandes planicies norteamericanas, producidos por el derretimiento de estos campos de hielo. Desde este punto, se gestó una diáspora de varios pulsos de exploración hacia el resto del subcontinente, especialmente hacia el sureste, así como también hacia el sur, ingresando a Centroamérica y posteriormente a Sudamérica (Meltzer, 1993b; Sutter, 2020).

Durante la segunda mitad del siglo XX, los grupos cazadores recolectores de este periodo fueron caracterizados como grupos altamente móviles y especializados en la caza de megafauna extinta, que desplazaban sus campamentos residenciales a medida que estos animales se trasladaban (Meltzer, 1993b). Cuando estos enormes mamíferos fueron pensados como el eje de las actividades de subsistencia del Pleistoceno, otros recursos fueron invisibilizados del relato arqueológico, como lo fue la fauna menor, los recursos vegetales, etc. Esto se debe a dos aspectos, la recurrencia de grandes puntas de proyectil asociadas directamente a restos de mamíferos extintos (Kelly & Todd, 1988), y a la mayor visibilidad y preservación en términos generales, de las carcasas de animales grandes por sobre la de los pequeños. Sin embargo, paulatinamente desde la década de los 80's se ha discutido una estrategia económica mucho más amplia y diversificada en cuanto a los recursos animales y vegetales que fueron explotados por estas poblaciones denotando estrategias de subsistencia más complejas y dinámicas (Lyman, 2013b; Stahl, 1982).

Esta inclusión de otros recursos faunísticos en el Pleistoceno comienza a partir de la identificación de conjuntos de fauna menor con evidencias de consumo y acumulación por

seres humanos en distintos sitios de este periodo, principalmente en Norteamérica, y paulatinamente en Suramérica. Las evidencias mencionadas, consisten en una serie de modificaciones tafonómicas reflejadas en los huesos de esta fauna menor, que van desde asociación espacial directa con artefactos líticos, ubicación estratigráfica y/o condiciones que permitan excluir agentes no-antrópicos en la producción de termoalteraciones y también en las huellas de corte (M. Cannon & Meltzer, 2004).

El sitio Broken Mammoth (Yesner, 2001, 2007) puede ser considerado un buen ejemplo del temprano uso y/o explotación de fauna menor. Ubicado en Alaska, en un risco de 30 m, en la confluencia de dos cursos fluviales, Shaw Creek y el río Tanana. Está compuesto por dos pisos ocupacionales, CZ3 y CZ4 (9300-10300 y 11000-11800 años cal. AP, respectivamente). Cada una de estas unidades posee fogones, conjuntos de instrumental lítico, conjuntos de fauna y una industria en marfil de defensas de mamut (*Mammuthus* sp.). La fauna menor de ambos pisos presenta numerosos restos de anátidos, como patos, cisnes, gansos, entre otros. En tanto, los mamíferos pequeños presentes se componen por carnívoros (Canidae, Mustelidae), eulipotiflanos (Eulipotyphla), lepóridos (Lagomorpha) y roedores varios (Rodentia). También hay presencia de peces de la familia Salmonidae. A pesar del gran número de restos óseos, la evidencia de asociación entre humanos y fauna menor es tenue, la que se basa en una muy discreta ocurrencia de termoalteración en ardillas (*Spermophilus parryi*) (>3% del total de ardillas), cuya acumulación es interpretada por los autores como consecuencia de su aprovechamiento económico.

Otro sitio cercano al anterior es Swan Point (Lanoë & Holmes, 2016), que además, es el más antiguo de Alaska, cuya ocupación (CZ4b) se encuentra datada en torno a los 14000 años cal AP. Se ubica en un risco de 322 m y sus materiales arqueológicos incluyen diversos artefactos líticos de la tradición cultural Dyuktai. Respecto al conjunto faunístico, la megafauna presenta marcas de corte en las costillas de un mamut juvenil. Por su parte, la fauna menor está compuesta virtualmente solo por anátidos (*Cygnus* cf. *Columbianus*). A partir de la representación anatómica de sus carcasas, se ha interpretado su acumulación en el registro como producto de la acción humana.

Un caso similar al anterior se observa en Canadá, en donde el sitio Charlie Lake Cave (Driver, 1998) presenta tres fechados en tres capas estratigráficas, de las cuales solo dos presentan materiales líticos y fauna con modificaciones culturales, que son CL1 y CL3 (10500 y 9490 años AP sin calibrar, respectivamente). De estos, CL3 presenta un registro lítico reducido a un posible núcleo, además de restos de bisonte sin huellas antrópicas. Sin embargo, tiene dos esqueletos de *Corvus corax* semiarticulados y bastante completos, a los que se atribuye una depositación por acción antrópica, posiblemente con fines rituales (Driver, 1999), tanto por su peculiar disposición, como por su asociación espacial con los instrumentos líticos.

Si bien la evidencia es tenue, más al sur, en el Estado de Washington, se localizan dos sitios especialmente relevantes respecto al consumo de fauna menor en sitios del Pleistoceno y con megafauna asociada (Lyman, 2013b). Uno de estos es Marmes Rockshelter, cuyo horizonte "Marmes Harrison", tiene una fecha calibrada 12609-11067 años cal AP. Este sitio junto a Sentinel Gap, datado en 11754-11267 años cal AP, contienen

un numeroso y variado registro de fauna menor asociado directamente a artefactos líticos. En paralelo, se han identificado varios sitios de este periodo, repartidos transversalmente en el territorio de Estados Unidos, que poseen en sus registros fauna menor con modificaciones culturales (M. Cannon & Meltzer, 2004). Algunos de estos son: Aubrey, Blackwater Locality 1, Dust Cave, Kimmswick, Lehner, Lewisville, Shawnee Minisink, Udora y Bull Brock.

Como se había mencionado, Dust Cave, amerita una mención especial pues presenta quizás la evidencia más concluyente de explotación de fauna menor durante el Pleistoceno final norteamericano. Con varias ocupaciones en su cronología, su componente de la ocupación finipleistocénica presenta fechas de 13000-11200 años cal. AP, asociada a un abundante registro de artefactos líticos y directamente asociado hay un numeroso y variado conjunto de fauna menor, que incluye principalmente anátidos, seguido por mamíferos medianos y pequeños, junto a reptiles, anfibios y peces. Durante la excavación, se encontró un alijo de veintitrés húmeros de *Branta canadensis maxima*, un ganso cuya distribución actual solamente abarca Canadá septentrional, muy alejado de la ubicación del sitio. Estos corresponden a 12 individuos y presentan marcas de corte y/o raspado en las epífisis de estos elementos (R. Walker & Parmalee, 2004).

En Suramérica, la mayor parte de los trabajos hace hincapié entre la relación de instrumental lítico y megafauna. No obstante, existe un creciente interés en las últimas décadas por la posible asociación también con la fauna menor que compone estos conjuntos. De manera similar al contexto norteamericano, paulatinamente se ha analizado con mayor detalle el registro de vertebrados menores, que han permitido reevaluar la fauna menor como parte de las economías de subsistencia de estas poblaciones iniciales.

En el territorio argentino hay un excepcional registro faunístico por las debidas a las favorables condiciones de preservación que tienen territorios como la Pampa, entre otros. Así, destaca el sitio de Campo Laborde (Politis et al., 2019; Politis & Messineo, 2008), con una datación de 12600 años cal. AP, que cuenta con varios restos de megafauna, que incluyen perezosos gigantes y gliptodontes. Entre su fauna menor, se detectaron huesos del roedor *Dolichotis patagonum*, cuya acumulación es explicada como resultado de su explotación durante el Holoceno temprano.

En el Norte Semirálido, si bien en los sitios con fauna extinta no se han registrado restos de fauna menor, en el sitio CT14 (Méndez, 2010), datado entre 12701 y 11951 años cal AP, se recuperó además de los desechos, un conjunto de artiodáctilos y zorro, de los cuales este último presenta termoalteraciones producidas por agentes humanos. Aun cuando en este sitio no hay megafauna, es importante recalcar al sitio como un antecedente de modificación antrópica de fauna menor en el actual territorio de Chile, más aún en esta macrozona Semiárida, que es adyacente a Chile central, en donde se ubica TT-1.

Para Chile central, se reservará la mención de los sitios de la Laguna de Taguatagua para el siguiente capítulo, donde se tratan detalladamente. Respecto a otros territorios de Chile central, está también el sitio de Caverna Piuquenes (Labarca, 2005), alero ubicado en el valle del Río Blanco, a 2.100 msnm. Presenta ocupaciones tanto del Pleistoceno terminal (10115±80 años AP) como así también del Holoceno Medio (5915±185 años AP). Para el

nivel más temprano se registró la explotación de roedores saxícolas, como *Lagidium viscacia* en base a marcas de corte y fracturas de origen antrópico. Así, la vizcacha habría sido un recurso local de fácil acceso y abundante en el paisaje, en contraste a la ausencia de megafauna dado el escarpado relieve del sitio.

En tanto a la Patagonia chilena meridional, distintos pulsos exploratorios de cazadores recolectores, habrían ocurrido una vez que los glaciares retrocediesen lo suficiente como para liberar tierras óptimas para colonizar de manera sostenida (De Saint Pierre et al., 2012; Méndez et al., 2018). De esta manera, en la Provincia de Última Esperanza, se registran roedores fósiles de la Transición Pleistoceno Holoceno en los sitios Cueva Lago Sofía 1, Cueva del Milodón y Cueva del Medio (Labarca, 2016; Pardiñas et al., 2020; Prieto et al., 1991; Simonetti & Rau, 1989), con una alta diversidad de sigmodóntinos y del caviomorfo *Ctenomys*. Por su parte, el sitio Cueva del Medio posee una cronología de ocupación en torno a los 10.930 años cal. AP (F. Martin et al., 2015). En su estrato 4, correspondiente a la ocupación pleistocénica, donde se registró además de artefactos líticos, fauna que incluye un cánido que presenta huellas de corte (*Dusicyon avus*), aves (*Chloephaga* sp., *Rhea* sp. y Accipitridae indet.), además de fragmentos de bivalvos (*Mytilus* sp.), camélidos y caballos extintos (Labarca, 2016). Otro sitio cercano, es Cueva Lago Sofía 1, cuya ocupación data entre 11267 y 13543 años cal. AP (Borrero et al., 1997; Labarca, 2016; Prieto et al., 1991), contiene un registro faunístico con características similares a los de otros sitios de la región, en cuanto a la composición de los mamíferos y la recurrencia de marcas de corte en estas taxa. No hay presencia de aves ni bivalvos, y el conjunto lítico es poco diverso, típico de un campamento de tareas. A su vez también se repite la presencia de instrumentos óseos en base a huesos de camélidos y cánidos.

En Tierra del Fuego, el sitio Tres Arroyos 1 (Labarca, 2016; Latorre, 1998) registra evidencia de que las poblaciones del Pleistoceno final aprovecharon recursos faunísticos de todos los tamaños. Con una cronología que va desde los 10280 a los 11800 años cal. AP (Massone, 1987), que calibrados han sido calculados en 12200-12800 años cal AP. En la capa ocupacional "Va", se encuentra instrumental lítico, que incluye fragmentos de puntas de proyectil formatizadas de manera similar a las de tradición Colas de Pescado. También hay artefactos óseos, y restos de fauna extinta y moderna, todo esto asociado a varios fogones. Respecto a la composición taxonómica de la fauna moderna, hay numerosos especímenes de aves, identificadas en ordenes Accipitridae y Strigiformes. En tanto a los mamíferos, hay presencia de félicos y cánidos, contando *Smilodon populator* y *Panthera onca mesembrina*. Cabe mencionar también el rico registro de moluscos. Así, de esta diversidad faunística, solo se constatan modificaciones culturales en camélidos, cánidos, équidos, algunos mamíferos indeterminados y aves (Labarca, 2016).

A partir de los antecedentes expuestos, es posible señalar una incorporación progresiva en la interpretación de la subsistencia de cazadores recolectores, considerando una lectura inicial de cazadores especializados en la explotación de unas pocas taxa de megafauna pleistocénica, más apegada al paradigma Clovis difundido durante la década del '60 y 70' (Gorman, 1969; Knight, 1977). Posteriormente, desde los 80's y 90's, y con especial énfasis en nuestro milenio, se ha ido afianzando una interpretación más orientada a una obtención diversificada de los recursos disponibles en los ecosistemas que varían en sus condiciones

ambientales, donde vertebrados pequeños, por sus cualidades de abundancia y facilidad de captura, tienen un buen rendimiento económico, similar al de un solo individuo de ciervo rojo (Stahl, 1982). Es también una característica notable que gran parte de estos sitios está asociado a algún cuerpo dulceacuícola, como ríos, arroyos, lagos, etc. Como se ha planteado, en lugares como estos no solo se asegura el aprovisionamiento de agua dulce, sino que a su vez se aprovechan ambientes con una rica y diversa biomasa de recursos vegetales y faunísticos.

Capítulo segundo: Antecedentes del área de estudio y su relevancia en la investigación científica.

La localidad de San Vicente de Tagua Tagua ($34^{\circ}30'S$, $71^{\circ}10'W$), ubicada a ~ 44 km al noroeste de la ciudad Rancagua, se emplaza en una cuenca semi cerrada por estribaciones montañosas con forma de herradura, con su abertura hacia el Noreste (Figura 2). Las alturas máximas son de ~ 700 msnm en su tramo septentrional y de ~ 1300 msnm en el meridional, mientras que la cuenca abarca los 30 km² de extensión y en el sitio arqueológico TT1 alcanza los 71 msnm (Varela, 1976). Al momento de la ocupación cultural temprana de hace ~ 12600 años cal. AP, hubo una laguna en una transición entre condiciones húmedas y frías, de un nivel de agua extenso y profundo, propiciado por el evento UMG, hacia un clima paulatinamente más árido, similar al templado mediterráneo que caracterizó a gran parte del Holoceno. Paralelamente, la vegetación también presentó matices en su composición desde una de tipo boscosa, compuesta por varios representantes de *Nothofagus* sp. hacia praderas más abiertas en coexistencia con tierras bajas inundadas de tipo pantanoso, en el contorno de una laguna con riberas de aguas someras, con abundante cobertura de totoras (Valero-Garcés et al., 2005).

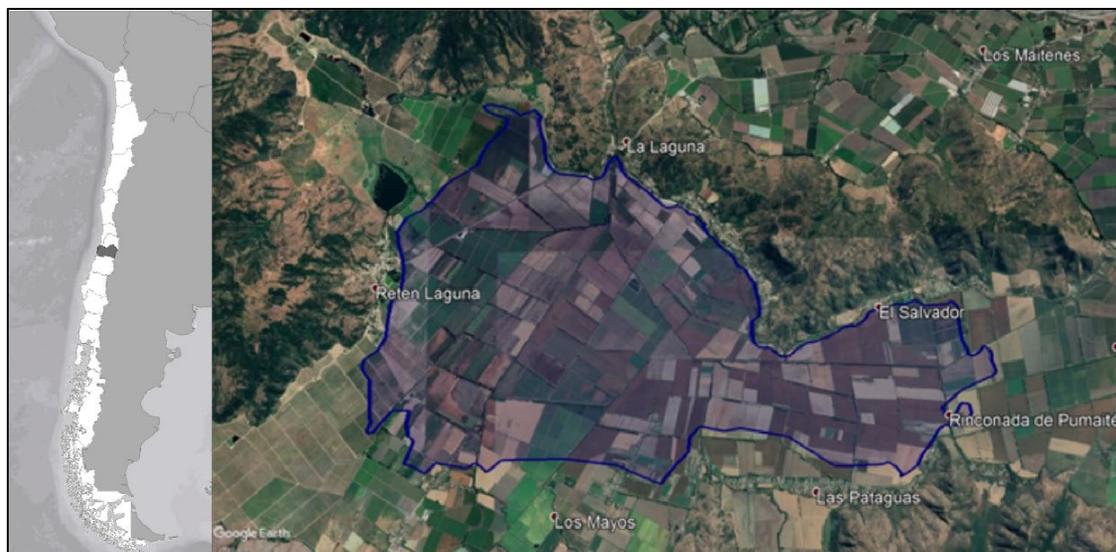


Figura 2. Ubicación de la Laguna de Taguatagua en Chile central, junto a una representación del contorno de este cuerpo de agua dulce limitado por los cerros circundantes, modificado de (Labarca et al., 2020; Valero-Garcés et al., 2005).

Al momento de esta ocupación en el Pleistoceno terminal, hace 12600 años cal. AP (Labarca et al., 2020), aún persistían distintas especies de fauna hoy extinta, que incluyen caballos americanos, gonfoterios y ciervos, que usaron la laguna como un abrevadero, donde se habrían concentrado manadas de estos mamíferos, que de acuerdo a sus análogos actuales, habrían sido gregarios. Durante este periodo, las poblaciones de estos grandes mamíferos se habrían constreñido bastante, debido a marcados cambios en el clima, que modificaron drásticamente sus hábitats, produciendo incluso extinciones locales (Barnosky & Lindsey, 2010). Por esta condición de vulnerabilidad en la megafauna, algunos individuos se habrían refugiado en el ecosistema de TT-1, el que habría operado a modo de relicto para esta fauna cada vez más presionada por un ambiente cambiante y la presencia de humanos en la zona (Núñez et al., 1987, 1994; R. Walker & Driskell, 2007). En paralelo, estos desplazamientos hacia puntos focalizados también habrían atraído una diversidad de depredadores, entre los que se incluye el ser humano, contribuyendo a su eventual extinción (Barnosky & Lindsey, 2010).

Posterior al UMG, el clima de la zona central de Chile comenzó un proceso transicional (Moreno et al., 1999; Valero-Garcés et al., 2005; Villagrán & Varela, 1990), pasando de un clima frío y lluvioso a uno paulatinamente más seco y templado. Aun así, ocurrió una transición en el evento de desglaciación producido por el UGM y su paulatina alza en las temperaturas, revirtiéndolo y reanudando a su vez las condiciones frías y lluviosas por un periodo discreto de tiempo. Esta transición habría ocurrido en algún momento cercano a los ~13500 años cal AP (Bromley et al., 2016), y es en su final, hace unos 11500 años cal. AP, en donde se situó la ocupación de TT-1. Aquí la laguna habría sido amplia y profunda, junto a una zona de marisma en su ribera, con aguas someras y tranquilas, además de parches de bosques de *Nothofagus* alrededor (Figura 3). Posterior a este hiato, se reanuda el alza de temperaturas hasta el Holoceno temprano, asociado a condiciones climáticas secas y áridas, asimilándose cada vez al clima mediterráneo de la zona central. De acuerdo con descripciones más tardías en tiempos históricos, es posible pensar que en la ribera anegadiza de la laguna habrían convergido grandes mamíferos como el gonfoterio, caballo y ciervo a abrevar y refrescarse. De similar manera, una extensa avifauna ocupó prácticamente todos los espacios, desde aves acuáticas a otras variedades de aves arborícolas. Muchas de estas aves acuáticas, como patos, taguas y zambullidores, habrían anidado en los célebres chivines, islotes flotantes de vegetación compacta desplazadas por los vientos, tal como se menciona en las descripciones de varios naturalistas del siglo XIX (Darwin, 1882; Gay, 1848, 1854a, 1865). En paralelo, bajo el agua diversos peces, como el pejerrey, prosperaron depredando pequeños gastrópodos dulceacuícolas como *Biomphalaria taguataguensis*. Simultáneamente, roedores como el coipo (*Myocastor coypus*) y el cururo (*Spalacopus cyanus*) habrían hecho uso de estos espacios semiacuáticos, junto a diversos anuros, principalmente la rana chilena, compartiendo la ribera lacustre junto a la megafauna. Tierra adentro, entre los bosques de *Nothofagus* (Labarca et al., 2020; Núñez et al., 1994), otros mamíferos pequeños como roedores y marsupiales habitaron estos espacios, ocultándose de eventuales depredadores, como aves rapaces, zorros y humanos.



Figura 3. Ambiente lagunar que habría caracterizado a la laguna de Taguatagua, junto a sus recursos faunísticos y vegetales. Ilustración de Mauricio Álvarez.

Esta laguna fue objeto de interés de varios naturalistas, que la visitaron previo a su desecación, y publicaron algunos materiales hallados en la zona. Por ejemplo, Claudio Gay describió algunas piezas fósiles, como molares de gonfoterio y caballo fósil (Gay, 1848, 1854b, 1865). Además de Gay, otros naturalistas visitan la laguna con frecuencia, pero esto cambia en 1833, cuando por orden del terrateniente Javier Errazuriz Sotomayor, se abre un canal con la intención de desaguar las aguas de la laguna y así obtener más tierras de cultivo, además de frenar las frecuentes inundaciones que aquejaban a los lugareños en temporada de lluvias. Para el año 1841, se comenzaron las obras de construcción del llamado socavón, un inmenso canal que finalmente drenó la Laguna de Taguatagua (Gay, 1848), para encauzar su caudal hacia el estero Zamorano, el cual desemboca a su vez en el río Cachapoal. Producto de esto, las nuevas tierras disponibles dejaron al descubierto varias osamentas gigantescas, que incluso durante la construcción del socavón, se dejaban ver para sorpresa de los trabajadores (Schneider, 1929).

Posteriormente, en el año 1967, una expedición científica liderada por el arqueólogo Julio Montané (Montané, 1968) inaugura los estudios arqueológicos en la cuenca, realizando el hallazgo del sitio Taguatagua 1 (12600 años cal. AP), ubicado al oeste del socavón, donde se excava una gran superficie de 120 m². Entre los materiales colectados, se registraron restos de fauna extinta, como caballo americano (*Hippidion principale*), gonfoterio (Gomphotheridae) y ciervo extinto (*Antifer ultra*), junto a un numeroso conjunto de fauna menor, como aves, peces, anfibios, mamíferos pequeños y gasterópodos dulceacuícolas. Entre los restos faunísticos, se encontraron instrumentos líticos y desechos de talla, además de identificarse huesos de megafauna intervenidos por seres humanos,

interpretándose, así como un sitio de caza y destace. Este sitio fue reexcavado posteriormente en una segunda campaña, liderada esta vez por el arqueólogo Lautaro Nuñez (Nuñez et al., 1994), quien recolectó material similar al de la primera excavación, dando cuenta de la gran potencia y extensión del sitio. Se interpretó la ocupación como un lugar de caza y faenamiento de fauna mayor. En paralelo a la reexcavación de TT-1, se descubrió durante la campaña un segundo sitio, Taguatagua 2, datado en 11200 años cal. AP (Méndez, 2010; Nuñez et al., 1994), otro contexto de interacción entre fauna extinta y seres humanos, entre los que destaca un alto número de individuos de gonfoterio, un registro de herramientas líticas notable, destacando una punta de proyectil cola de pescado, y un cabezal de estólica manufacturado en marfil de gonfoterio juvenil.

Ambos sitios se ubicaron en las playas lacustres de la ribera norte de la laguna, donde los cazadores pleistocénicos habrían aprovechado el carácter anegadizo de este borde lagunar, donde los grandes mamíferos extintos se empantanaban y eran abatidos con relativa facilidad y seguridad. La diferencia paleoambiental más dramática entre ambos asentamientos es que mientras TT-1 estuvo saliendo de una transición fría y lluviosa, TT-2 estuvo en un ambiente mucho más cálido y seco, en donde la laguna debió haber estado tenido una extensión menor, junto a un cambio en la cobertura vegetal que habría impactado en el ecosistema de relictos (Labarca et al., 2020; Nuñez et al., 1994; Valero-Garcés et al., 2005).

2.1. Taguatagua 1.

A raíz de los hallazgos constantes desde el desecamiento de la laguna, de proboscídeos y équidos extintos (Latcham, 1929), se generó interés en la comunidad científica por conocer la naturaleza de estos restos. Es así, que durante la segunda mitad del siglo XX, se forman los primeros equipos de investigación, que realizan los trabajos de campo sistemáticos en la localidad (Casamiquela, 1976; Covacevich, 1971; Heusser, 1983; Montané, 1968; Nuñez et al., 1994; Varela, 1976). En 1967, con el patrocinio del Museo Nacional de Historia Natural de Chile (MNHN), se organiza un equipo multidisciplinario que contempla entre sus investigadores al arqueólogo Julio Montané, el paleontólogo Rodolfo Casamiquela y al geólogo Juan Varela, entre otros científicos. Es durante esta campaña, inicialmente de índole paleontológica, donde se registra una mandíbula de gonfoterio asociada a lascas líticas, que replantean el propósito de la expedición hacia una orientación arqueológica. A partir de esto, se descubre el sitio Taguatagua 1, a una profundidad de 2,40 m y en una extensión excavada de 120 m², en la ribera oeste del socavón. Para la segunda campaña de Nuñez et al. (1994), se agregan 69 m² de superficie excavada. En base a este contexto y las dimensiones de la excavación, se recuperaron numerosos materiales, principalmente zooarqueológicos, además de material lítico. A partir de restos de carbón asociados, se obtuvieron fechados de ~13.260 y 12.890 años cal AP (Méndez, 2010; Montané, 1968; Nuñez et al., 1994).

Considerando que estas fechas fueron realizadas en una etapa temprana del desarrollo de la datación por carbono 14, y además con el fin de corroborar la contemporaneidad de los

materiales analizados con los restos arqueológicos, se obtuvieron dos nuevas fechas para el registro de TT1. Para estas fechas se seleccionó un hueso termoalterado de megafauna (D-AMS 034867), y un fragmento de carbón (D-AMS 034868), provenientes de la misma capa estratigráfica de donde se obtuvieron los materiales originales de TT-1. Las fechas obtenidas fueron de 10.578 ± 48 y 10.738 ± 43 respectivamente, las que calibradas entregan un rango cronológico de 12.510-12.670 años cal AP (Labarca et al., 2020), lo que constriñe aún más el evento ocupacional de TT-1.

La estratigrafía del sitio tiene una antigüedad de por lo menos 51000 años cal. AP, abarcando desde el Pleistoceno Superior hasta el Holoceno más reciente. Esta se caracteriza por sedimentos finos semiconsolidados, compuestos principalmente por arcillas, limos y capas intermitentes de ceniza volcánica, que han sido identificadas como partes de la ignimbrita Pudahuel (Lara et al., 2008). Varela (1976), dividió esta formación en 8 miembros que abarcan una profundidad de 12,62 m, en base a dos columnas estratigráficas, una de ellas hecha en una represa del socavón (Columna N°2), y la otra realizada en la excavación de TT-1 (Columna N°1), dirigida en 1967 por el arqueólogo Julio Montané (Montané, 1968). La estratigrafía de Varela fue datada en base a una tasa de depositación de sedimentos, adaptada para la Formación Geológica Laguna de Taguatagua, calculada en 20 centímetros equivalentes a 1000 años. Los 8 miembros se corresponden a las 9 unidades estratigráficas reevaluadas recientemente (Valero-Garcés et al., 2005), en base a una columna estratigráfica de 8,33 m de profundidad, con dataciones obtenidas a partir de macrorestos vegetales. En relación con los estratos de los que proviene la muestra de TT-1 utilizada en esta investigación, los materiales se excavaron en la discordancia de erosión entre el Miembro 5 y el Miembro 6 (Figura 4), descrita originalmente por Varela (1976). El Miembro 5 es una unidad con una potencia de 2.14 m, ubicada entre los 2.35 y 4.49 m de profundidad, con una datación de 21.700 años AP para la base, y 11.400 años AP en el techo. En su tope, el sedimento está compuesto por arcillas verdes masivas y homogéneas, con pocas rocas, y en su base el paquete de arcillas está bioturbado por galerías de fauna fosorial, probablemente roedores (Casamiquela, 1976). Se reportan en el techo de este miembro numerosos restos de varios tipos de vertebrados, que convivieron con una amplia biomasa vegetal subacuática y subaérea, que habría aportado la coloración verdosa al sedimento.

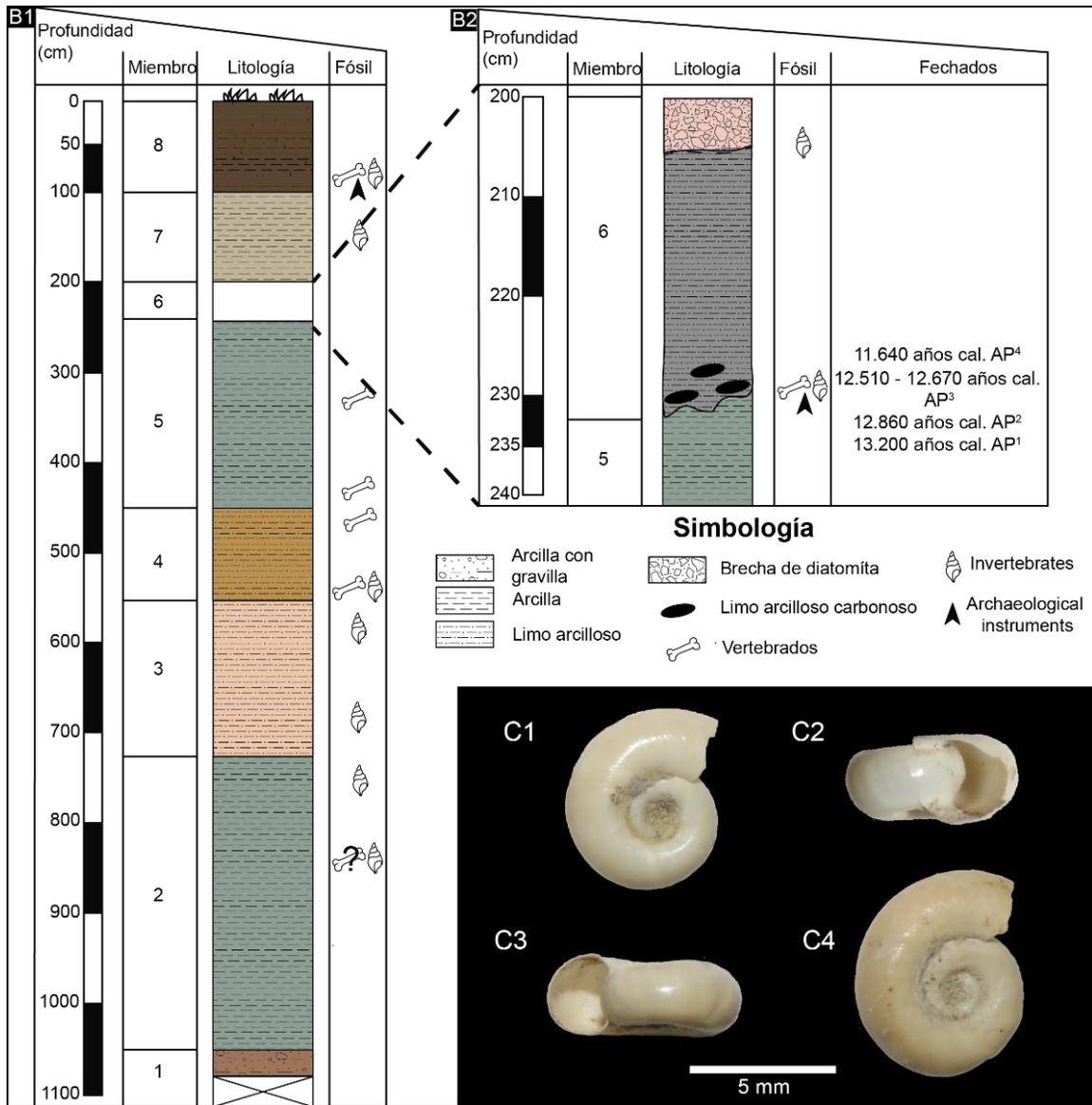


Figura 4. Columna estratigráfica del sitio arqueológico Tagua Tagua 1 (B1), en la que la ocupación humana se ubica en una discordancia de erosión entre la base del miembro 6 y el techo del miembro 5 (B2). También, se ilustran varias vistas de *B. taguatuensis* (C1, C2, C3, C4). Modificado de Labarca et al. 2020.

El miembro 6 tiene una potencia baja, de solo 0.49 m, ubicada entre los 2.07 y 2.35 m de profundidad. Tiene una fecha de 11.380 años AP en su base (Montané, 1968), y un techo datado en 10.250 años AP, ambas fechas sin calibrar. Su tope está formado por una capa de diatomita, clastos angulosos y estructuras carbonosas, junto a la presencia de algunos moluscos fósiles. Ahora bien, la base de este miembro difiere de su techo en ser un paleosuelo con muchos bolsones de sedimento provenientes del techo del Miembro 5. Entre este paleosuelo y la capa de diatomita, hay una capa de arcilla carbonosa transicional oscura, casi negra. En el paleosuelo, se presentan sedimentos limoarcillosos, concentrados especialmente en los bolsones señalados, que es donde se ubica el piso ocupacional de TT-1, asociado al registro de instrumental lítico y a un enorme y diverso conjunto faunístico.

Varios de los huesos de grandes vertebrados atraviesan el límite entre el miembro 6 y 5, debido a las condiciones anegadizas que habrían caracterizado a la ribera que albergó la ocupación humana. Por esto, las arcillas verdes del miembro 5 tienen un límite muy difuso con las de los bolsones del miembro 6, mientras que también se menciona al sedimento de este paleosuelo como un limo verde claro (Valero-Garcés et al., 2005). Destacan además de los vertebrados, un gran número de invertebrados, indicadores de un nivel de aguas somero y tranquilo para la ribera de la laguna, con una extensión reducida al centro de la planicie, además de un clima mucho más templado con pocas precipitaciones. En estas condiciones ambientales, los moluscos fósiles habrían prosperado notablemente, como *B. taguataguaensis*, los cuales son un buen proxy paleoclimático por su sensibilidad ante este tipo de cambios (Figura 4). Su presencia da cuenta de niveles de aguas someros y tranquilos, acordes para su desarrollo (Covacevich, 1971, Labarca et al., 2020; Varela, 1976).

En tanto al conjunto lítico recuperado del sitio incluye algunos artefactos líticos como raspadores y raederas, además de varios desechos de talla de diversas materias primas, que van desde rocas ígneas vítreas como obsidiana a sílices de grano fino, como dacita y basalto. Se ha caracterizado el conjunto de TT-1, como un set de instrumental lítico expeditivo, a partir de las materias primas utilizadas y el grado de complejidad de los artefactos (Méndez, 2010). Esto sustenta la idea de que el tipo de ocupación habría sido un campamento residencial para el procesamiento de carcasas, el que no habría sido reiterativo en el tiempo, pero que si hubiese tenido la intensidad suficiente para generar una huella arqueológica nítida en base a los desechos tanto de talla como también con los numerosos restos faunísticos.

Entre los materiales zooarqueológicos destaca a primera vista los restos de fauna extinta, entre los cuales se identifican gonfoterios (Frassinetti & Alberdi, 2005), caballo americano (Alberdi & Frassinetti, 2000; Labarca et al., 2020) y ciervo extinto (Labarca & Alcaraz, 2011). Los huesos de gonfoterio no superan la veintena, con varios fragmentos craneales bastante incompletos, y con techos de la bóveda destruidos, lo que se interpretó como producto de actividad humana, específicamente con el fin de rematar a estos animales cuando se empantanaban en la ribera de la laguna (Núñez et al., 1994). Respecto a los caballos, estos corresponden exclusivamente a elementos postcraneales, entre los que destacan el astrágalo y calcáneo de un mismo individuo, que presenta marcas de corte muy diagnósticas, las que recorren ambos huesos en sus carillas articulares, confirmando así la interacción entre fauna extinta y seres humanos. Los restos de ciervo son escasos, principalmente compuestos por cornamentas, una de ellas completa, además de un cuerpo mandibular con dientes, una porción de maxila y un par de epífisis de huesos largos.

Por otro lado, se recuperó también una inmensa cantidad de restos de fauna menor, que incluyen aves, anfibios, peces, mamíferos menores y moluscos. De estos materiales, los moluscos fueron analizados por (Covacevich, 1971), quien determinó varias taxa presentes, destacando *Tropicorbis taguataguaensis*, taxón que tiene un gran valor como proxy paleoambiental (Covacevich, 1971; Varela, 1976).

Por su parte, los pequeños vertebrados fueron determinados a niveles amplios en términos taxonómicos, salvo un par de excepciones (Casamiquela, 1976). Entre estos animales, los mamíferos fueron virtualmente representados solo por roedores, con la presencia de la familia Octodontidae, la subfamilia Capromyidae (Ameghino, 1902), actualmente reconocida como la familia Myocastoridae (Patton, 2015), y posibles cricétidos. Posterior al análisis de Casamiquela, se identificaron para los roedores de TT1, el género *Acoanemys* (Simonetti, 1989) y *Spalacopus* (Torres-mura & Contreras, 1998), y diversas especies del género *Octodon* (Lizama-Catalán, 2018), además de *Abrocoma bennettii* (Lizama-Catalán & Labarca, 2019). Así también, otro taxón recientemente relevado es *Thylamys* sp., el único representante de la infraclase Marsupialia en el conjunto de TT-1 (Buldrini et al., 2013). En tanto a otras taxa, las aves no recibieron una mayor identificación que a un nivel de orden, hasta recientemente, con una amplia revisión taxonómica que ha revelado la predominancia de aves acuáticas, junto a algunas aves no acuáticas, como rapaces (Alarcón, 2015). Respecto a los anfibios, estos fueron identificados como miembros de *Calyptocephalella gayi* (Casamiquela, 1976; Jiménez Huidobro & Sallaberry, 2015). Recientemente se han identificado un par de elementos óseos de *A. ultra*, un ciervo extinto, con huellas antrópicas, junto a algunas identificaciones taxonómicas como *L. culpaeus*, *Rhinella* sp., *Biomphalaria taguataguensis*, entre otras (Labarca et al., 2020).

2.2. Taguatagua 2.

Ubicado muy cerca de TT-1, separado por el socavón a una distancia de solo 170 m. respecto a TT-1, tiene un rango cronológico de 11731-11090 años cal. AP (Méndez, 2010; Núñez et al., 1994). El sitio comprende una superficie excavada de 90 m² que revela un contexto de matanza y procesamiento de carcasas de 10 gonfoterios. El conjunto lítico se encuentra representado principalmente por instrumentos, entre los que destacan dos puntas de proyectil tipo Fell o Cola de Pescado, talladas en cristal de cuarzo. También se encuentra el fragmento de un astil de estólicia, manufacturado en marfil de una defensa de gonfoterio neonato, que presenta múltiples incisiones que forman parte de un patrón decorativo, lo cual es un registro notable para el Pleistoceno americano (Figura 5). Estos cazadores ya estarían plenamente afianzados en el territorio al tener un equipo de instrumentos líticos con materias primas que sugieren la aplicación de una estrategia tecnológica curatorial. En tanto al paleoambiente, TT-2 se comprende como un escenario transicional mucho más marcado hacia condiciones más áridas, con pocas lluvias y un aumento en las temperaturas (Villagrán & Varela, 1990). A raíz de este cambio climático, la laguna cobra más relevancia como un relicto de megafauna, donde gonfoterios, ciervos y équidos hoy extintos, habrían encontrado refugio, con suficiente disponibilidad de recursos. Su extinción se vería acelerada a su vez por los cazadores locales, que habrían diezmado a varios de estos animales. De hecho, el impacto alcanza una magnitud catastrófica al considerar que de los gonfoterios destazados en TT-2, se ha identificado el sexo y edad de los individuos, dando cuenta de una sobrerrepresentación de juveniles respecto a los pocos adultos. Esto, en términos diacrónicos, da cuenta de una selección de presas jóvenes, lo que entorpece la renovación de la especie, agotando este nodo de recursos. Por otro lado, si este evento de caza hubiese sido sincrónico, el impacto es mucho

más dramático al aniquilar lo que aparentemente habría sido un núcleo familiar matriarcal completo (García, 2005; Núñez et al., 1994). A diferencia de TT-1, la fauna menor recuperada es escasa, compuesta casi exclusivamente por aves, algunos anfibios y peces.

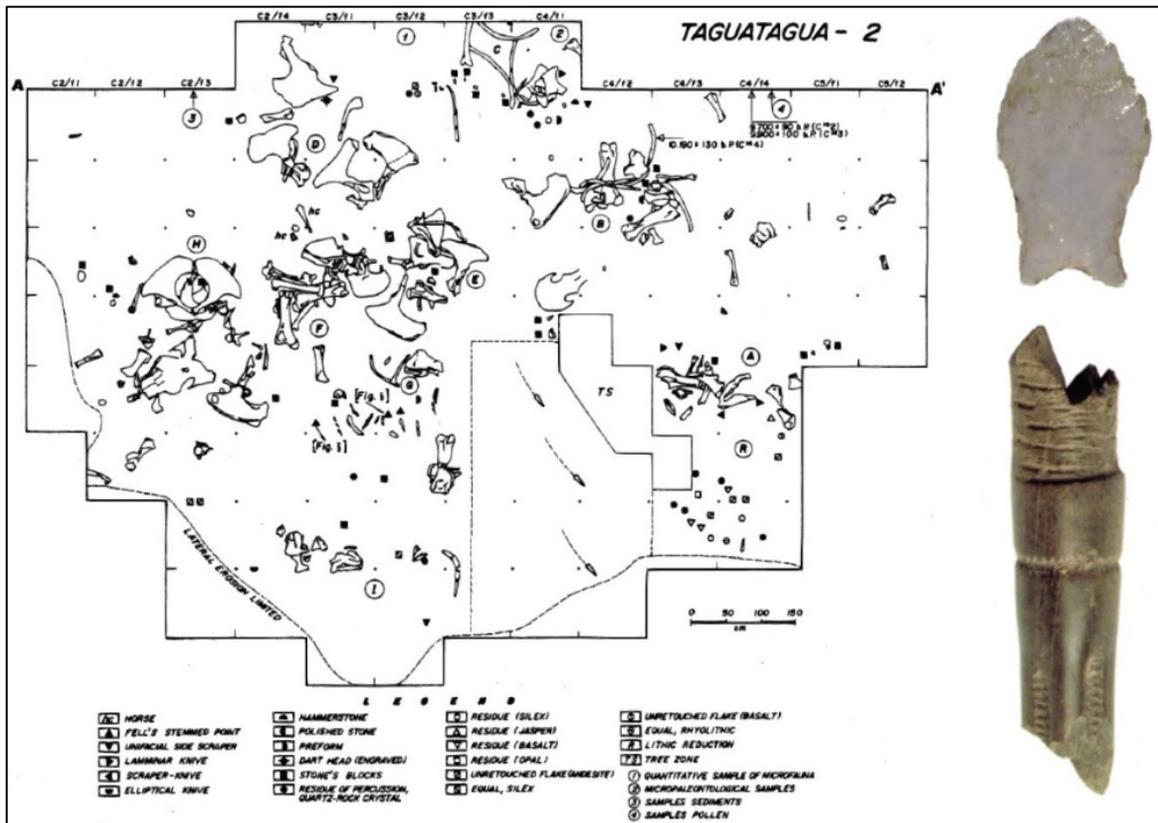


Figura 5. Dibujo de planta de Tagua Tagua 2, modificado de Nuñez et al. 1994., junto a una punta de proyectil en cristal de cuarzo tipo "cola de pescado", y a un astil de estófica manufacturado en marfil de gonfoterio juvenil, modificado de Méndez (2010).

2.3. Problema de investigación

Como se puede apreciar a través de los antecedentes anteriormente mencionados, la fauna menor ha sido poco considerada en las interpretaciones acerca de la explotación por parte de los cazadores recolectores del Pleistoceno final, en donde por varias décadas, hubo una importante asimetría entre estos vertebrados y/o animales de mayor tamaño. Esta tendencia ha ido cambiando desde la década de los 80's, a partir de investigaciones basadas en ventajas comparativas relacionadas con la facilidad de captura y procesamiento de la fauna menor, con un aporte calórico relevante (Stahl, 1982). Así, se ha ido afianzando poco a poco una lectura más abierta de las formas de subsistencia donde la fauna menor tiene un registro numeroso y diverso en varios sitios del Pleistoceno final, donde se ha identificado su interacción con los seres humanos en su contexto sistémico (Schiffer, 1987). Sin embargo, gran parte de los sitios de este periodo no cuentan con análisis detallados que permitan comprender cómo se acumularon estos vertebrados, y si los cazadores recolectores pudieron haberlos aprovechado económicamente, mientras en contraste, la

megafauna recibe baterías de análisis que resultan en un rico registro de casos de asociación entre fauna extinta y cazadores del Pleistoceno (Lyman, 2013b).

Las evidencias de consumo de fauna menor en contextos del Pleistoceno final han sido documentadas principalmente en Norteamérica, y paulatinamente en Sudamérica (Fernández & Pardiñas, 2018). La explotación de estos animales puede abarcar una diversidad de taxones como roedores, lepóridos, marsupiales, aves, peces y anfibios (Lyman, 2013), los que no han sido por lo general considerados en los análisis tafonómicos. Sin embargo, es necesario tener en cuenta las variadas ventajas que ofrece la fauna menor como recurso, con varias taxa siendo atractivas por sus cualidades económicas como la predictibilidad, facilidad de captura y disponibilidad en prácticamente todas las estaciones del año. Su potencial utilidad va más allá de la carne, pues también provee materias primas como hueso, cuero, pelaje y plumaje (Hesse, 1984; Santiago, 2016; Simonetti, 1994). (Hesse, 1984; Santiago, 2016; Simonetti, 1994; R. Walker & Driskell, 2007).

Así, considerando las características mencionadas, es posible plantear que la fauna menor puede ser considerada como un recurso *buffer* y/o complementario en las dietas humanas ya que en la mayoría de los casos están acompañadas de restos de taxones de mayor tamaño, como ciervos, caballos, camélidos, entre otros. En el caso de un recurso *buffer* este sería un amortiguador ante eventos de estrés ambiental que afecten la disponibilidad de un recurso habitual o se prefiera prescindir de consumir un taxón en particular, recurriendo mientras tanto a consumir un recurso menos común o valorado (Hesse, 1984). Por otra parte, un recurso complementario es aquel que puede ser obtenido en condiciones especiales que, aunque puede ser común en la dieta, no es muy frecuente en contraste a otras taxa. Esto puede depender de factores como la disponibilidad del recurso dependiendo de estacionalidad. Por esto último, la ocurrencia del consumo de fauna menor podría responder a un oportunismo casual, como actividad secundaria, paralela a otras tareas principales, como lo es el destace de megafauna (Frison, 1998; Lyman, 2013b). Finalmente, para poder profundizar en cuanto al alcance en la variabilidad de presas que explotaron estas primeras poblaciones humanas, es que se hace necesario reevaluar los materiales de fauna menor que han sido recuperados de sitios paleoindios, a partir de herramientas como la tafonomía, entre otras, y así tener una mejor comprensión de la subsistencia.

Dada la abundancia y diversidad que caracteriza a estas taxa, pudieron haber sido utilizados como recurso de subsistencia, sin embargo, no ha sido analizada desde una perspectiva tafonómica. En este contexto, se hace sumamente necesario un acabado análisis tafonómico que permita determinar si la acumulación de los restos recuperados en TT-1 fue natural o cultural. Es a partir de lo anterior, que surge la pregunta de si estos vertebrados menores fueron explotados o no por los primeros habitantes de la cuenca de Taguatagua. En síntesis, el análisis tafonómico de los restos faunísticos de Taguatagua 1 constituyen una perspectiva fundamental para complementar y superar el fuerte énfasis en la interacción binaria de humano-fauna extinta, mejorando nuestra comprensión de los recursos de fauna menor disponibles en la paleolaguna, y su relevancia para los primeros ocupantes humanos (Casamiquela, 1976; Méndez, 2010; Núñez et al., 1994). Además, una identificación taxonómica más precisa permitirá no solo inferir la diversidad de fauna

explotada, sino también cuales fueron los recursos disponibles y las características del ecosistema en el que habitaron estas taxa (Alarcón, 2015; Lizama, 2018).

Por tanto, sería esperable el poder encontrar evidencias de que estos pequeños vertebrados también fueron explotados económicamente por cazadores recolectores que vieron en el ecosistema de TT-1 un nodo de recursos atractivo del que ciertamente hicieron uso, y con una diversificación mayor de la que se sabe hasta el día de hoy. Los peces de TT-1 debieron haber sido diversos en términos taxonómicos, y habrían ingresado al registro de TT-1 por parte de agentes depredadores humanos o no humanos, ya que el sitio se emplazó en una ribera anegadiza somera y tranquila, por lo que el varado de individuos parece improbable. Por su parte, el anuro de mayor tamaño, *C. gayi*, es un taxón presente en las dieta de poblaciones arqueológicas durante el Holoceno (Quiroz & Martínez, 2015), por lo que es probable que su consumo se remonte a ocupaciones humanas más tempranas, junto a otros anuros de menor tamaño, y quizás están siendo acumulados por agentes naturales. En tanto a las aves, son un nodo de recursos atractivo, no solo por su carne, sino que por sus plumas y huevos, por lo que no debieron pasar desapercibidos en el paisaje económico de los cazadores recolectores del lugar, y que, por el carácter lacustre del sitio, las aves acuáticas habrían sido más susceptibles a ser cazadas por humanos. Finalmente, entre los mamíferos menores, recursos secundarios como pelaje, cuero, dientes y garras habrían sido también recursos atractivos. En el caso de los roedores, también se ha documentado su consumo por parte de poblaciones a lo largo de la trayectoria temporal de ocupaciones en Chile Central (Labarca, 2005a; Ovalle, 1646; Simonetti & Cornejo, 1991). ¿Qué recursos de este ecosistema lacustre fueron explotados por los cazadores-recolectores del Pleistoceno terminal? Se consideran como vertebrados menores a aquellas taxa con una masa corporal menor o igual a 15 kg, abarcando aves, peces, anfibios, serpiente y roedores. A partir de las características económicas de esta fauna menor, sería esperable que en el conjunto de TT-1 sea posible identificar modificaciones tafonómicas en sus restos óseos. Esto permitiría sustentar una explotación económica por parte de estos grupos humanos, haciendo uso de un amplio rango tanto de taxa como también de recursos.

Objetivo general: Evaluar la explotación de vertebrados menores en Taguatagua 1 durante el Pleistoceno terminal.

Objetivos específicos:

- A)** Identificar anatómicamente y determinar taxonómicamente el conjunto de fauna menor del sitio de TT-1.
- B)** Determinar los agentes tafonómicos naturales y/o culturales involucrados en la acumulación de huesos de fauna.
- C)** Caracterizar los posibles recursos obtenidos de los vertebrados menores, en función de su aporte a la subsistencia, y/o de materias primas para la confección de artefactos.
- D)** Contextualizar los restos de vertebrados menores con los restantes taxones identificados y los materiales culturales recuperados.

Capítulo tercero: Marco conceptual.

Con los descubrimientos de los sitios de matanza Clovis y Folsom durante la primera mitad del siglo XX, surgió un paradigma cultural que se fue afianzando a medida que nuevos contextos fueron apareciendo en Norteamérica, y paulatinamente, en otros lugares del continente (Meltzer, 1993a). Se definió a las primeras bandas de cazadores-recolectores como sociedades altamente móviles y con una tecnología lítica especializada en la caza de grandes mamíferos, en su mayoría hoy extintos. Este paradigma se basó profundamente en la asociación directa entre las carcasas de animales de varios vertebrados, junto a grandes puntas de proyectil profusamente trabajadas, que sustentaban la idea de una explotación sostenida. Estas actividades habrían tenido tal intensidad que por largo tiempo han sido señaladas como la causa de la extinción de la megafauna, a través de la hipótesis de un *Overkill*, es decir una gran mortandad de individuos sostenida en el tiempo, o uno de *Blitzkrieg* – refiriendo a una situación de sobrematanza repentina- (P. Martin, 1967). Esta hipótesis ha sido ampliamente debatida a lo largo de los últimos 50 años, en donde ha habido un consenso en reconocer que la extinción habría sido una combinación de factores ambientales, reflejado en el cambio climático que siguió al UMG, y en las presiones cinegéticas antrópicas (Barnosky & Lindsey, 2010; Brook & Bowman, 2004; González-Guarda et al., 2018; Haynes, 2007; Villavicencio et al., 2019).

Hablar de Paleoindio es hablar de megafauna y de un modelo sociocultural estandarizado que no ha estado exento de polémicas (Dillehay, 2008). Esto pues el modelo paradigmático basado en la caza especializada de megafauna comenzó a ser debatido a partir del registro de numerosos restos de vertebrados pequeños, que de forma recurrente aparecen en sitios pleistocénicos de todo el continente. Así, desde la década de los 80's, este modelo ya estaba siendo debatido desde posturas que abogaban por una estrategia de subsistencia diversificada (Kelly & Todd, 1988; Meltzer, 1993b), donde la explotación de megafauna no habría sido el único aporte a la subsistencia de estas sociedades. Esta postura cobró fuerza a partir de los estudios sobre los patrones de asentamiento y la economía de subsistencia en cazadores recolectores (Binford, 1980, 1982; Sahlins, 1972), concluyendo que no existe un modelo general sino que múltiples formas de hacer y ser, en la organización de estas sociedades. Así también, la paulatina evaluación de otros aportes a la subsistencia, como los recursos vegetales y la fauna menor, permitió reforzar una idea de que no solo de megafauna se subsiste (Dent, 2007).

En sí, estas estrategias de subsistencia tienden a mostrar dos polos de un único *continuum* en el que puede transitar una sociedad de cazadores recolectores (Waguespack & Surovell, 2003). El primero es una estrategia especializada, en la que el principal énfasis está puesto en la selectividad respecto a las taxa a explotar. Así, una estrategia especializada seleccionará unas pocas taxa, dedicando tiempo y energía a su encuentro, ignorando otras opciones alimenticias que puedan ser más inmediatas o fáciles de capturar. Por esto el registro zooarqueológico de las sociedades que recurren a esta estrategia se concentra en unas pocas taxa en su conjunto de fauna. A diferencia de esto, una estrategia generalista o diversificada de recursos posee un enfoque abierto a las posibilidades de encuentro y

disponibilidad en un ambiente determinado. Así, en términos jerárquicos un taxón no tiene una preferencia por sobre la otra. Este tipo de estrategia genera un conjunto faunístico numeroso en composición taxonómica.

Por otro lado, también se han mencionado otras opciones en las estrategias de subsistencia, que son la intensificación y extensificación (Miotti, 2012). La primera recurre al aprovechamiento de un grupo diverso en términos taxonómicos, pero que poseen un bajo rendimiento económico, en donde la inversión de energía para su captura es menor al de su procesamiento. Estos taxones se ubican en una clasificación por talla, desde los 300 gr a los 3 kg. Debido a esto, se requiere capturar múltiples individuos de un mismo taxón para obtener un nivel óptimo en el rendimiento económico. La última estrategia de subsistencia a señalar es la extensificación, que refiere a un aprovechamiento de las especies con un aumento en el procesamiento y almacenamiento de los recursos obtenidos, en función de una ocupación más redundante en el espacio, como campamentos residenciales más duraderos.

Estas tácticas económicas son parte de las estrategias de subsistencia de forrajeros y recolectores (Binford, 1982). Para la primera estrategia, el desplazamiento de los campamentos en función de parches de recursos distribuidos en el entorno, donde se explotan los que presentan un mayor rendimiento económico. Cuando este aprovechamiento disminuye por presiones de estrés o se agota, se mueve el campamento base hacia el siguiente parche mejor valorado en términos de rendimiento. Ahora bien, si la estrategia de subsistencia corresponde a un tipo de colector, la movilidad sería mucho más baja, pero con un mayor radio de acción en la colecta, procesamiento, y almacenamiento de recursos, a través de campamentos de tareas que nutren un campamento base (Binford, 1980, 1982). Estas formas de ocupar el paisaje y moverse dentro de él habrían tenido un énfasis particular en ambientes lacustres, propicio para campamentos residenciales, en los cuales las lagunas habrían sido un eje articulador de los ecosistemas locales, atrayendo y manteniendo una importante biomasa para su aprovechamiento.

Desde estas decisiones, las estrategias de subsistencia son definidas por los distintos grupos humanos, en un marco de diversos recursos que les permite seleccionar aquellos que son de su interés. Esto, repercute directamente en el registro zooarqueológico al considerar aspectos como el qué, cómo, dónde y cuándo comer. En este sentido, las distintas formas de concebir, producir y utilizar la tecnología, estrechamente ligada a la obtención y procesamiento de las carcasas, ha sido descrita como un bagaje de decisiones, ideas y parámetros definidos por la cultura (Ingold, 2000). Esto es extrapolable a como los grupos humanos definen su actuar al momento de seleccionar que taxa les interesa aprovechar. Esto no necesariamente implica que estas estrategias de subsistencia sean sucesiones estáticas y lineales, sino que más bien ocurren de forma paralela e incluso entrelazadas, lo que, a su vez, presenta sus propias variantes de acuerdo con las necesidades y exigencias de una sociedad respecto al ambiente. En este contexto, la explotación o aprovechamiento puede ser definida como las diversas etapas de procesamiento de las carcasas, en función de los recursos que se quieren obtener (Mengoni, 1999). Algunos aspectos del registro zooarqueológico como la sobre y subrepresentación de partes anatómicas hablan de una selectividad de las porciones

explotables de una carcasa, de acuerdo con la valoración del rendimiento económico de estas. Decidir cuáles son más óptimas en función de la inversión de tiempo, energía, tecnología, recursos y capacidad humana, son variables relacionadas a una forma de concebir los recursos y de habitar un espacio en un momento determinado (Winterhalder, 2001). De esta forma, un grupo cultural define según sus propias preferencias el que recursos explotar de toda una oferta económica disponible en el ecosistema en donde se desenvuelven.

Aun así, es importante mencionar que estas estrategias no son estáticas, y que, al contrario, pueden alternar y diluirse entre sí. Ahora bien, la intensidad con que se explotan estos recursos define a su vez a las estrategias de subsistencia en si estas son especializadas, generalistas/diversificadas, intensificadoras y/o extensificadoras (Miotti, 2012; Waguespack & Surovell, 2003).

3.1. La explotación de la fauna menor.

La utilización del concepto megafauna ha sido utilizado numerosas veces como sinónimo de mamíferos extintos de gran tamaño. Esto resulta problemático pues se incluye diversas taxa que no cumplen necesariamente con alguna relación taxonómica, pues no toda esta megafauna está compuesta por mamíferos, ni tampoco que cumplan con un rango de tamaño corporal, pues hay una alta variabilidad en la fauna abarcada y menos aún que toda esta megafauna se haya necesariamente extinguido durante el Pleistoceno (P. Martin & Klein, 1984). Por consiguiente, quedan fuera de esta categoría animales pequeños extintos durante ese periodo, algunos de estos que no son mamíferos, junto a otras taxa de megafauna de todos los tamaños que siguen existiendo en el presente, incluyéndonos a los seres humanos (M. Cannon & Meltzer, 2004).

En este trabajo se considerarán dos definiciones basadas en la masa corporal para definir la megafauna (P. Martin, 1967; P. Martin & Klein, 1984), los cuales son aquellos animales con pesos de a lo menos 45 kg. Se considerarán en el caso de los vertebrados menores a aquellas taxa que no superen los 15 kg de masa corporal. Es importante hacer notar que la fauna menor considerada en este trabajo solo atañe a vertebrados, teniendo presente que también hay invertebrados en el conjunto faunístico de TT-1 (Covacevich, 1971; Varela, 1976), pero que no se incluyeron en esta investigación con mayor detalle. Así, la fauna menor se entenderá como solo aquellos vertebrados de pequeñas dimensiones (Monteiro, 2016), y que son diferenciados del resto de animales según su masa corporal (Mengoni, 1999), tal como se aplica a la megafauna. Por ejemplo, Mengoni utiliza los siguientes grupos de tamaño: pequeño (<3 kg), mediano pequeño (3-15 kg), mediano grande (15-50 kg) y grandes (>50 kg). A partir de lo anterior, en esta investigación se utilizarán las dos primeras categorías de tamaño general, con un límite máximo de 15 kg.

En general, la fauna menor ha sido vista históricamente bajo el sesgo de ser animales con un pobre aporte calórico, hipotetizando que las poblaciones de cazadores recolectores habrían preferido gastar su energía en obtener animales con un mayor rendimiento económico, como sería el caso de la megafauna (M. Cannon & Meltzer, 2004), en

comparación a taxa más pequeñas (Lyman, 1994). Sin embargo, a través de estudios en los cuales se evalúan el aporte cárnico de por ejemplo, roedores y mustélidos (Stahl, 1982), se concluye que por un mínimo de inversión en energía y tiempo, los individuos capturados pueden ser equivalentes en rendimiento económico a un ciervo u otro artiodáctilo de tamaño similar. Entre las ventajas comparativas que caracterizan la explotación de fauna menor (Andrade & Boschín, 2015; Monteiro, 2016; Stahl, 1982), se cuenta la predictibilidad en el paisaje, entendiendo a esta como una taxa con alta probabilidad de encuentro, al conocer los hábitats y otros indicios de su presencia en el paisaje. Esto se sustenta a su vez en una alta tasa de reproducción con bajos tiempos de gestación y cuidado parental, permitiendo una constante renovación de recursos en el paisaje. Estas características, junto a la facilidad de su captura, permiten coleccionar múltiples individuos, que sumados, otorgan un gran retorno económico a los cazadores recolectores (Simonetti & Cornejo, 1991; Stahl, 1982). Aunque estas características son originalmente descritas a partir de casos de estudio con pequeños mamíferos, son perfectamente extrapolables a otras clases taxonómicas.

En cuanto a la facilidad de captura se ha sugerido la participación de diversos miembros de los grupos como niños. En términos de experiencia y tecnología, solo basta un niño y sus propias manos, como se narra en relatos etnohistóricos de los años más tempranos de la Colonia española en Chile (Ovalle, 1646; citado en Simonetti & Cornejo, 1991). En dicha crónica, los niños de los *Araucanos* tenían como costumbre salir de los poblados a buscar galerías de degú (*Octodon degus*), un roedor colonial y fosorial, inundar su hogar para hacerlos huir y atraparlos en la fuga. De manera similar se ha documentado en Tierra del Fuego el cómo las galerías de roedores como el chululo (*Ctenomys magallanicus*), son hitos reconocidos en el paisaje (Gusinde, 1982). Allí se dirigen niños y mujeres donde con hondas y palos capturaban varios individuos, los que luego eran especialmente procesados para la confección de pieles, como narra la etnografía mencionada. Esto da cuenta de que el aprovisionamiento de pequeños vertebrados no necesariamente requería de una persona experta, sino que los aprendices también tenían participación en estas actividades. Estas capturas no tienen un impacto catastrófico en la población pues la rápida renovación que asegura el ciclo reproductivo de estos vertebrados da pie a su persistencia en el paisaje. Por último, entre los recursos únicos a mencionar más allá de la carne, están las plumas y huevos en aves (Cartajena et al., 2010), huesos particulares para manufacturar ciertos artefactos, como lo han sido los huesos largos de aves en la elaboración de instrumentos musicales (Barber et al., 2009). En tanto de los mamíferos, las pieles (Santiago, 2016) y pelaje, ofrecen características valiosas por su protección térmica e impermeabilidad, además de su valoración subjetiva, por aspectos como el color.

3.2. La tafonomía y su variabilidad en el registro.

La tafonomía se plantea como el estudio de los fenómenos de entierro y depositación de carcasas animales, desde la muerte misma de un ser vivo, el descubrimiento en una excavación arqueológica o paleontológica, las modificaciones ocurridas luego de su descubrimiento, como las medidas de conservación y eventual exposición en por ejemplo un museo (Efremov, 1940; Lyman, 2010). Este tránsito que puede tener un artefacto o

cualquier otro resto arqueológico, está estrechamente relacionado con los procesos de formación de sitio (Schiffer, 1987). Al respecto, es importante recalcar que, aunque la tafonomía de una carcasa ósea inicia con la muerte del animal, esta no termina allí y puede prolongarse indefinidamente. Esto se fundamenta en los contextos sistémicos y arqueológicos, donde el primero, refiere a como un material o conjunto de éste es parte de significados, relaciones y acciones con una entidad cultural con la que interactúa, por ejemplo, a través de la caza y procesamiento de la presa. Los restos de dicha actividad pueden entonces pasar a un contexto arqueológico, cuando son descartados y paulatinamente depositados, hasta ser recuperados por los arqueólogos. Así, se busca reconstruir todos los procesos, efectos y agentes que participaron en lo que se denomina una trayectoria tafonómica, que es este trayecto indefinido por el que pasa una carcasa animal desde la muerte de este. Esta trayectoria depende de algunos aspectos fundamentales.

Primero, encontramos los agentes tafonómicos (Lyman, 1994), que son definidos como los responsables de las fuerzas físicas o químicas que modifican los huesos, como los seres humanos, los animales, el agua, etc. Se dividen en dos tipos de agentes tafonómicos, de acuerdo a si estas fuentes de acciones dinámicas son naturales o antrópicas (Fernández-Jalvo & Andrews, 2016). En segundo lugar, Lyman (1994) menciona los procesos tafonómicos, como las acciones dinámicas que ejecutan los agentes sobre las superficies óseas, como la acción del roído ejecutado por un roedor o la erosión del viento sobre un hueso expuesto, que resulta en un efecto tafonómico. En tercer lugar, están los efectos tafonómicos, que son las consecuencias físicas o químicas de la acción de procesos tafonómicos ejecutados por agentes tafonómicos. Se considera el efecto tafonómico como equivalente a la modificación tafonómica (Gifford-Gonzalez, 2018), entendiéndolas como el resultado de los procesos tafonómicos mencionados, que es la evidencia tangible e intangible (Yravedra, 2013) desde la cual el analista interpreta un conjunto faunístico.

En paralelo a estos conceptos, también están los agentes acumuladores, que son aquellos responsables de generar acumulaciones de huesos en espacios y tiempos específicos. Estos son categorizados como acumulaciones activas y pasivas (Lyman, 1994). En la primera, se involucran fuerzas o energías externas a la carcasa animal, que desplazan sus restos hacia un espacio en particular, como puede observarse en la conducta de un depredador, que trae a sus presas a una madriguera, espacialmente distante del sitio de matanza. En tanto, las acumulaciones pasivas no involucran alguna forma de transporte ejecutada por un tercero, sino que sitúan los restos esqueléticos cerca de donde el animal murió, y son resultado de eventos de mortandad recurrentes en un espacio discreto, como quebradas en donde diversos animales pueden caer y morir atrapados. Finalmente, se busca discriminar si la generación de este registro es resultado de agentes naturales o antrópicos.

Sin embargo, la tafonomía no carece de sesgos, que son importantes considerar. Por ejemplo, Behrensmeyer (1978) expresa que respecto a la búsqueda de leyes generales con las que discernir si un hueso fue depositado por agentes naturales o culturales, en muchos casos no existe certeza absoluta, ya que difícilmente se pueden considerar todas las causas posibles en las modificaciones presentes en un espécimen. Esto se conoce como

equifinalidad de efectos tafonómicos en los huesos. Esto es muy relevante pues un mismo agente puede producir diversos efectos tafonómicos, así como a su vez un efecto puede ser producido por varios agentes. De esta forma, un depredador puede generar corrosión, perforaciones, raspados, y al mismo tiempo, una perforación en un hueso puede ser resultado de raíces, carnívoros, humanos, erosión, etc. Tener en cuenta esta superposición de agentes modificadores es sumamente importante al momento de interpretar el cómo se generan tanto las modificaciones tafonómicas, así como también se acumulan los conjuntos faunísticos.

De esta manera, la tafonomía es muy importante para poder identificar y diferenciar el cómo se forma y acumula un conjunto faunístico, además de entender la incidencia que puedan tener en las trayectorias tafonómicas, diferencias taxonómicas, de masa corporal, entre otras. Además de discriminar si la generación de este registro es resultado de eventos naturales, o de actividades antrópicas, se espera poder observar el cómo las trayectorias tafonómicas entre fauna menor y la de fauna mayor difieran en términos de intensidad y aceleración de las modificaciones tafonómicas. Por ejemplo, si se compara la depositación de esqueletos de micromamíferos y aves en un mismo lugar y momento, ante un mismo agente acumulador, el proceso de depositación ocurre de manera diferente. La densidad de los huesos, la acidez del sedimento, el grado de desarticulación al que son expuestos, influyen en el estado final en el que son descubiertos por los especialistas. Cada agente depositacional involucra su propia combinatoria de procesos que se traducen en modificaciones tafonómicas (Behrensmeyer, 1978). Así, en ambientes de ribera llama la atención el por qué y cómo se están acumulando grandes cantidades de materiales óseos de una fauna tan diversa. Hay varias variables que considerar, como depredación por múltiples agentes, muertes naturales, derrumbes o incluso inundaciones de galerías en el caso de los roedores fosoriales, transporte, consumo antrópico, etc, que podrían explicar este registro faunístico, que, hasta incluso, llega a ser dramático.

Lo anterior tiene directa relación con las probabilidades de preservación de cada taxón, y es uno de los motivos de porque en algunos sitios pleistocénicos de Norteamérica el registro faunístico se limita solamente a la megafauna, lo que resulta en una mayor visibilidad de este tipo de fauna en el registro arqueológico. Esto históricamente ha resultado en un desmedro de la fauna menor y su propia visibilidad en los conjuntos faunísticos, que es más propensa a ser destruida por la fragilidad de sus esqueletos y que por tanto tienen una recuperación menor al utilizar técnicas convencionales (M. Cannon & Meltzer, 2004, 2008; Frison et al., 1996; Kornfeld, 2007; Lyman, 1994). La fauna menor en sitios paleoindios ha sido interpretada por una parte como el resultado de dos interpretaciones mayores. La primera es que estos restos óseos son el resultado de la depredación por parte de otros animales, o resultado de muertes naturales, y que por tanto son un “ruido” arqueológico (Lyman, 1994) entre materiales antrópicos. En el segundo caso, los restos de fauna menor son interpretados como parte un contexto sistémico prehistórico según su grado de asociación con artefactos culturales, con indicios de alguna forma de explotación económica, como por ejemplo huellas de corte o asociación directa a algún rasgo, que generalmente tienen un énfasis en la dieta de estas poblaciones (Grayson & Meltzer, 2002).

Ahora bien, en el caso de la fauna menor, hay implicancias relacionadas con su tamaño que pueden condicionar la presencia o ausencia de estas modificaciones como huellas de cortes, puesto que en las actividades de faenamiento no es necesario tomar decisiones de por ejemplo transporte o de trozamiento (Figura 6). Por esto, no en todos los casos se requiere desarticulación, pudiendo limitarse solo al despellejamiento. Debido al pequeño tamaño de los cuerpos, estos pueden consumirse enteros (Stahl, 1982) y ser desarticulados manualmente. Si se detectan indicios de explotación en las carcasas animales, estos tendrían que dar cuenta de alguna actividad de faenamiento, que puede ser tanto con el fin de la remoción de carne (Russell, 1987), así como también obtener otros recursos como plumas, pelaje y el consumo o preparación de instrumentos.



Figura 6. Miembro de los Matsé, Perú, preparando una rana (*Phyllomedusa bicolor*) para exudar sus secreciones. El procesamiento de la fauna menor no requiere necesariamente trozar un individuo, ya que tanto la cocción como el consumo se pueden hacer con la carcasa completa, por lo que no se asegura la presencia de huellas de corte en sus huesos. Imagen de la revista National Geographic¹.

Capítulo cuarto: Material y método.

Se revisó la colección Formación Laguna de Tagua Tagua del Área de Paleontología del Museo Nacional de Historia Natural (MNHN), con código de inventario SGO.PV., de la que se trabajó una muestra del registro de fauna menor, utilizando los siguientes criterios: Procedencia estratigráfica señalada, a través de los rótulos “arcilla/capa verde”, que alude al piso ocupacional de TT-1, ubicado en la discordancia de erosión entre los Miembros estratigráficos 5 y 6 (Casamiquela, 1976; Labarca et al., 2020; Núñez et al., 1994; Valero-Garcés et al., 2005; Varela, 1976), seleccionando aquellos restos óseos de vertebrados menores que además estuviesen catalogados de forma singular, es decir, 1 fragmento óseo = 1 código SGO.PV., evitando aquellos que fueron inventariados con un solo código y contenían múltiples fragmentos óseos. Además del material catalogado, se ubicaron materiales inéditos sin inventariar, procedentes del piso ocupacional, que fueron harneados en la excavación y que en su gran mayoría contenían fauna menor, que constituye el grueso

¹ <https://blog.nationalgeographic.org/2012/12/26/science-and-magic-from-a-giant-amazon-treefrog/> National Geographic Society Newsroom. Consultado el 20 de noviembre del 2020.

de la muestra descrita en esta investigación. Aquí, además de vertebrados menores, se hallaron pequeños invertebrados, varios de ellos pertenecientes a *B. taguataguensis* (Covacevich, 1971; Labarca et al., 2020), múltiples fragmentos óseos de megafauna, muchos de ellos termoalterados, junto a dientes de varios mamíferos extintos, incluyendo algunos de defensas de gonfoterio. Adicionalmente, se registraron 108 desechos líticos de diversas materias primas, 17 fragmentos de carbón y 13 fragmentos de cascarones de huevos de aves. Entre estos materiales, habían etiquetas que señalaban su procedencia estratigráfica, en su gran mayoría, de las campañas de excavación dirigidas por Lautaro Núñez (Núñez et al., 1994), y en menor medida, de la de Julio Montané (Montané, 1968), con solo once códigos incluidos procedentes de la excavación de 1967. Por el carácter inédito de este material, se le asignó un código de inventario SGO.PV. a cada espécimen óseo.

En total, se revisaron 5447 elementos óseos de vertebrados menores, de los que solo 247 provienen de la colección inventariada en el Área de Paleontología, lo que constituye un 4.53% del total de materiales revisados y que cumplen con las especificaciones explicitadas respecto a su procedencia. De todos los materiales inventariados con código SGO.PV. de la colección Formación Laguna de Tagua Tagua, 1165 códigos, equivalentes a un 21.57% proceden del piso ocupacional de TT-1. Por tanto, el 95.47% de los materiales revisados en esta investigación, corresponden al material de harnero que no habían sido analizados previamente. Lo anterior permite ampliar significativamente la muestra, considerando que los trabajos anteriores solo consideraron el material catalogado (Alarcón, 2015; Buldrini et al., 2013; Casamiquela, 1976; Labarca et al., 2020; Lizama-Catalán, 2018; Rubilar-Rogers et al., 2015; Simonetti, 1989; Torres-mura, J.C., & Contreras, 1998).

4.1. La identificación anatómica:

Se entiende como identificación anatómica la asignación de un hueso o fragmento óseo a una unidad anatómica, la que corresponde a una porción del esqueleto, que puede ser específica, como un fémur, o general, como un elemento axial (Lyman, 1994; Mengoni, 1999). Dicho esto, en cada clase de animales vertebrados, una misma unidad anatómica puede variar significativamente en su morfología funcional (Beisaw, 2014). Así, un húmero en un ave es drásticamente distinto al de un mamífero, por la estructura que soporta y la función que ejecuta, y que además hace que en algunas taxa las unidades anatómicas sean más fácil de reconocer que en otras, a partir de sus rasgos morfológicos.

El espécimen óseo es un elemento entero o fragmentado, y que constituye la unidad básica del análisis zooarqueológico (Lyman, 1994; Mengoni, 1999). Estos son catalogados en tres grupos principales, los especímenes identificables, los especímenes adscribibles a categorías generales y los fragmentos mínimos. Los primeros son aquellos elementos asignables a alguna unidad anatómica a partir de hitos en su estructura anatómica. Por su parte, los no identificables son los fragmentos de hueso de los que no se tiene claridad a que unidad anatómica pertenecen, pero del que, si se puede señalar una categoría general, como hueso plano indeterminado, hueso largo indeterminado, etc. En tanto los fragmentos

mínimos son aquellos que no presentan algún rasgo atribuible a alguna unidad ni región anatómica determinada, pues no tienen suficiente información para realizar esa asignación.

Además, se trabajarán con esqueletos de referencia para realizar la identificación anatómica, recurriendo a las colecciones del Laboratorio de Zoología de Vertebrados de la Universidad de Chile (UCHZV), del Área de Zoología de Vertebrados del MNHN (AZV-MNHN), Colección de Mamíferos de la Universidad Austral de Chile, entre otras a detallar un poco más adelante, además de varios atlas osteológicos y osteotecas digitales.

4.2. La determinación taxonómica:

Dependiendo del estado de fragmentación de los huesos, es posible avanzar hacia diferentes niveles de determinación taxonómica, como clase, familia, género especie, etc. Esto consiste en el contraste de rasgos morfológicos diagnósticos para uno u otro taxón, que además deben considerar en lo posible la variabilidad intraespecífica. Por lo demás, estas asignaciones se realizan bajo el fundamento de que coincida incuestionablemente con la morfología de un taxón determinado (Beisaw, 2014). Para lograr una identificación certera, se hace necesario recurrir a colecciones osteológicas de referencia junto a bibliografía especializada, como atlas osteológicos. Es a partir de estas comparaciones, que se identifican una serie de claves o hitos diagnósticos con los que poder identificar un taxón en algún nivel taxonómico.

Para el caso de los mamíferos menores, se incluyen principalmente roedores. La principal característica para diferenciarlos taxonómicamente son sus patrones oclusales. Estos corresponden al relieve de la faceta masticatoria de los molariformes, que, para cada vertebrado dentado, constituyen un patrón único y reconocible (Hershkovits, 1962; Reig, 1977). Cada molariforme presenta una configuración básica, en la que los distintos *flexi* moldean los lóbulos con una orientación, forma y posición distintiva a nivel de especie. Para la determinación de estos roedores, se recurrió a varias colecciones osteológicas, principalmente a la Colección de Mamíferos de la Universidad Austral, junto a los materiales del AZV-MNHN, UCHZV, y a la Colección Patricio Sánchez de la Pontificia Universidad Católica de Chile. Particularmente para los roedores, es más complejo diferenciar el postcráneo, si bien se han utilizado criterios osteométricos relacionados con la talla (Anexo, Tabla 12), lo anterior resulta poco fiable sin una guía clara con la que diferenciar los rasgos osteológicos, pues hay un solapamiento osteométrico entre distintas taxa (Lizama-Catalán, 2018), como se observa en algunos de los roedores del sitio. Debido a esta incertidumbre con el postcráneo, los elementos más útiles para generar perfiles que cuantifiquen frecuencias de individuos, son los dientes, que pueden ser diferenciados a nivel de especie (Anexo, Tabla 13). Sin embargo, es posible diferenciar grupos en cuanto a su tamaño, para lo que se generó una clasificación basada en la masa corporal que permite organizar este conjunto (Tabla 1), y facilitar su identificación anatómica y posterior determinación taxonómica bajo un criterio de asociación (Gifford-Gonzalez, 2018). Son tres categorías por utilizar: roedores pequeños, roedores medianos y roedores grandes. El primer grupo incluye aquellos roedores de la familia Cricetidae. El segundo grupo, lo componen los roedores de

las familias Octodontidae y Abrocomidae, cuyos huesos doblan en tamaño a los de los cricétidos (Lizama-Catalán, 2018), y el tercer grupo lo abarca el coipo.

Otro mamífero incluido en el conjunto es el zorro culpeo (*L. culpaeus*), cuyas unidades anatómicas son fácilmente diferenciables de las de los roedores, a partir de su morfología funcional, así como también por su tamaño, que es mayor al del coipo, el roedor más grande del conjunto.

Por otro lado, para la determinación taxonómica de aves, se usaron atlas osteológicos (Alarcón, 2015; Baumel, 1993; Cohen & Serjeantson, 1996; Stucchi, 2011), osteotecas digitales y material comparativo de referencia del LZV-UCH. Se implementaron categorías analíticas de acuerdo con la etología de los vertebrados de interés para clasificar las distintas aves identificadas. Así, para las aves de TT-1 se dividieron en dos grupos mayores: aquellas de hábito acuático y, por otro lado, las arborícolas (Tabla 1). Estas categorías analíticas resultan útiles para el análisis y comparación entre grupos similares en tamaño o hábito de vida, y por esto es utilizado en el apartado de tafonomía de este documento.

En cuanto a la herpetofauna del conjunto, los anuros son identificados por atlas osteológicos (Ecker, 1889; Muzzopappa, 2013; Muzzopappa et al., 2016; Muzzopappa & Nicoli, 2010), así como también por material de referencia del LZV-UCH. Estos anuros se organizan en dos grupos de tamaño: los de talla grande (*C. gayi*) y de talla mediana-pequeña (Charrier, 2019), representados principalmente por la familia Bufonidae (Tabla 1). Así también, se recurre a bibliografía de apoyo para la identificación de reptiles (Wendell-Williston, 1925).

Por su parte, los peces de TT-1, al ser dulceacuícolas, tienen menos material de referencia, por lo que su determinación ha sido más difícil y realizada con apoyo bibliográfico (Arbarello-López, 1999; D. Cannon, 1987; Deli Antoni et al., 2008; Falabella et al., 1995).

Así, las aves y peces presentan una gran diversidad de tamaños y pesos vivos en sus niveles taxonómicos (Arismendi & Penaluna, 2009; Jaramillo, 2005), y no ha sido posible encontrar suficientes referencias con los que poder ordenar a estas taxa de manera clara y no ambigua en relación a su masa corporal, por lo que no fueron utilizadas las categorías de tamaño propuestas para mamíferos y anuros.

Categorías de tamaño según masa corporal	Taxa			
	Mammalia			Amphibia
	Rodentia	Didelphimorphia	Carnivora	Anura
Pequeño (3.29–28.9 g)	Cricetidae (3.29 g)	Didelphidae (28.9 g)		Bufonidae (N/D)
Mediano (126-265 g)	Octodontidae (126.2 g – 200.55 g) Abrocomidae (265 gr)			
Grande (3650-8616 g)	Enchimyidae (3650 g)		Canidae (8616 gr)	Calyptocephalellidae (1500 g)

Categorías analíticas según etología	Aves			
Aves acuáticas	Anatidae Podicipedidae Rallidae Ardeidae			
Aves arbóreas	Accipitridae Cathartidae Columbidae			

Tabla 1. Categorías de análisis utilizadas, según el peso corporal y taxa para mamíferos menores y anfibios, y según etología para las aves. Masas corporales obtenidas de www.eol.com (22/07/2020) y de Charrier (2019).

4.3. Estimación de edad.

Otro tipo de información que se puede evaluar a partir de los huesos es la edad aproximada que tuvo un animal al momento de su muerte. Esto se puede realizar considerando los siguientes tres rasgos. Primero, el grado de fusión de las epífisis de los huesos largos y cortos, además de algunas superficies de otros tipos de hueso (Beisaw, 2014). En segundo lugar, está la porosidad de la superficie ósea, la cual hay que interpretar con especial cuidado, pues hay modificaciones tafonómicas que pueden dar una apariencia porosa a un hueso, como ocurre con la abrasión y/o la corrosión (Fernández-Jalvo & Andrews, 2016). En tercer lugar, están los patrones de desgaste dental, que revisa la estructura de la corona alta de un diente, evaluando el daño provocado por uso. Este indicador también deber ser tomado con cautela, pues puede ser un resultado de equifinalidad con dietas duras y abrasivas, que pueden dar una apariencia envejecida a dientes de animales juveniles (Canto et al., 2017). Para la fauna menor, hay distintos criterios para evaluar la edad que varían de taxón en taxón, algunos más fiables que otros.

En el caso de los roedores, se utilizaron los criterios mencionados, con un fuerte énfasis en el desgaste dental por uso (Olivares et al., 2004; Renvoisé & Michon, 2014). Se ha observado en los roedores caviomorfos del material de referencia, que presentan molares una corona de esmalte más elevada que la dentina en individuos juveniles, y que mediante el uso va nivelándose con la dentina, como se ha observado en individuos adultos. También es útil observar cuando es posible la secuencia de erupción en los molares, donde la ontogenia de estos roedores prioriza primero el premolar, molar I y molar II, siendo el molar III el último en erupcionar. En tanto los roedores sigmodontinos presentan una nivelación a

la par de su esmalte y dentina a través del desgaste dental, en el que su patrón oclusal además de aplanarse se va simplificando a medida que los *flexi* de la estructura del diente van desapareciendo. También es posible recurrir a la fusión de epífisis en huesos largos, principalmente húmeros, fémures y tibias. Respecto a la porosidad de los huesos, esta es problemática en los roedores, pues sus depredadores son propensos a modificar la superficie ósea de los roedores a través de los ácidos digestivos, por lo que no se utilizó para estos mamíferos. Se utilizan los rangos de edad juvenil y adulto.

Para las aves se consideró la porosidad de la superficie ósea como un indicador claro de un estado ontogenético juvenil, aunque de poco espectro, pues esta característica es solo para polluelos muy jóvenes (Stucchi, 2011), por lo que también se usan rangos de juvenil y adulto.

En tanto para los anfibios, se recurrió a la fusión de epífisis de todos sus huesos largos y cortos, además de su grado de fusión en la pelvis, cintura escapular y también los arcos neurales de sus vértebras (Muzzopappa, 2013; Muzzopappa et al., 2016). Para el género *Calyptocephalella* se recurre también al grado de ornamentación en la superficie dorsal de los huesos craneales, que es muy indicativa del estado ontogenético de los individuos, con tres fases detectadas: juvenil premetamórfico, transicional y adulto. El estado juvenil presenta una superficie irregular con hendiduras que generan fosas, mientras que los adultos presentan una superficie también irregular con pequeños tubérculos que cubren toda la superficie dorsal del cráneo. Los individuos transicionales presentan ambas superficies simultáneamente (Figura 7).

Por su parte, para los peces dulceacuícolas locales no se han descrito patrones de edad a partir de su estructura ósea.

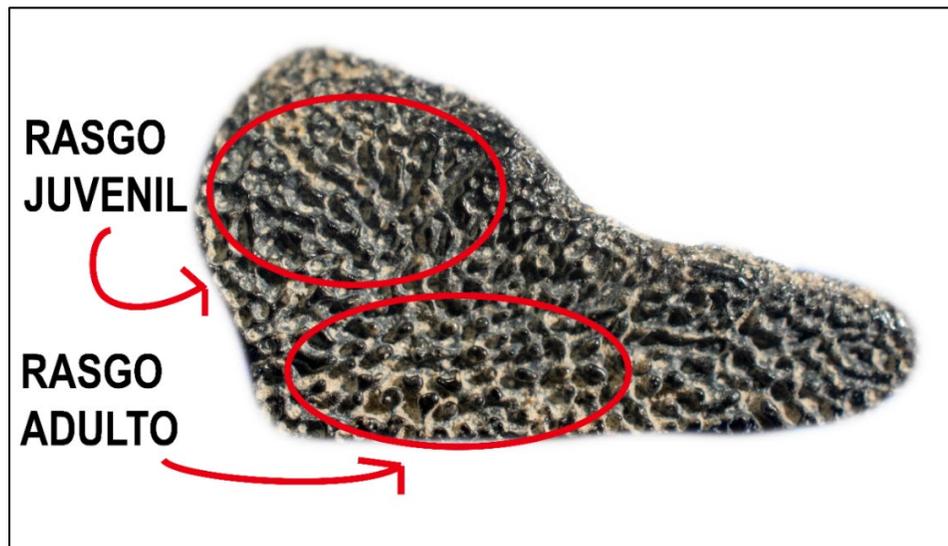


Figura 7. Frontoparietal derecho de un individuo del anuro *Calyptocephalella gayi* de TT-1, que muestra un estado ontogenético transicional, con rasgos de juvenil y adulto, presentes de manera simultánea.

4.4. Cuantificación

Se utilizan diversas medidas de abundancia anatómica y taxonómica (Gifford-Gonzalez, 2018; Grayson, 1984; Lyman, 1994, 2008; Mengoni, 2010), especificadas a continuación.

- 1) NISP, Number of Identified Specimens (Grayson, 1984; Lyman, 1994): Corresponde al número de especímenes identificados por taxón (Mengoni, 1999), y por tanto, determinable en algún nivel taxonómico. Puede ser transformado a un valor porcentual %NISP, en el que se toma como indicador de 100% al elemento anatómico más frecuente del conjunto óseo.
- 2) MNE, Minimum Number of Elements (Lyman, 1994): Esta medida de abundancia surge a partir del NISP, y está íntimamente relacionada al MNI. Se pretende dar cuenta de la cantidad mínima de elementos necesarios para representar la abundancia de cada parte esquelética. Esto se hace mediante una reconstrucción de cada unidad anatómica, considerando los segmentos que le componen, como por ejemplo las epífisis y diáfisis de un hueso largo. A partir de la frecuencia más alta de cualquiera de dichos segmentos, se obtiene el MNE para el taxón en cuestión, teniendo en cuenta los hitos anatómicos de cada segmento para así evaluar su completitud. Al igual que el NISP, también es posible estandarizar el MNE a su equivalente porcentual, que es el %MNE.
- 3) MNI, Minimum Number of Individuals (Lyman, 1994): El MNI busca calcular la cantidad mínima de individuos necesarios para obtener el elemento anatómico más frecuente por cada taxón representado en el NISP. Este cálculo consideró si dicho elemento anatómico es especular o no en el esqueleto. Otra variable por considerar es la edad identifica en los especímenes, además de la lateralidad del espécimen.
- 4) MAU, Minimum of Animal Units (Lyman, 1994): Esta medida considera el valor MNE de cada unidad anatómica, y dividiendo dicho número por su frecuencia en el esqueleto. Así, para los elementos axiales, como el atlas, se divide por 1, mientras que, para elementos especulares, como el húmero, se divide por 2. Se puede convertir en un valor porcentual %MAU.

4.5. Densidad mineral ósea y supervivencia de partes esqueléticas.

La densidad ósea se refiere a la resistencia que cada elemento anatómico presenta frente a fenómenos de atrición, ya sean modificaciones tafonómicas naturales o culturales. Esta resistencia se traduce en la supervivencia de cada parte esquelética, su representación en el registro arqueológico. (Gifford-Gonzalez, 2018) Así como distintos huesos de un mismo esqueleto presentan una densidad ósea distinta, este valor también varía a lo largo de la estructura de una unidad anatómica en particular (Lyman, 1994, 2013a). Poder discernir si la composición anatómica de un conjunto faunístico está influenciada por la relación entre densidad ósea y atrición puede ser una útil herramienta para comprender como se generó un conjunto faunístico, y el por qué algunas unidades anatómicas están presentes y otras no. Para esto se contrastan los valores de la densidad por volumen (VD) con el %MAU.

Se ha calculado la densidad ósea (VD) en varias taxa del hemisferio norte. Algunas de ellas serán utilizadas como marco de referencia, debido a la carencia de densidades óseas para las taxa sudamericanas (Lyman, 2013a). Estas son *Oncorhynchus tshawytscha* para los peces dulceacuícolas (Butler & Chatters, 1994), *Anas platyrhynchos*. y *Branta canadensis* para las aves anátidas (Broughton et al., 2007), *Marmota* sp. para el coipo (Lyman et al., 1992), y lepóridos para contrastar con los demás roedores nativos de menor tamaño (Pavao & Stahl, 1999). Para la herpetofauna, como anuros y reptiles, no se consideró el análisis de densidad ósea ya que no se encontraron valores referenciales.

4.6. Análisis tafonómico

Las modificaciones tafonómicas se organizan en dos grupos principales, las de origen natural, y las de origen cultural. Para este análisis, fue necesario recurrir a instrumentos de aumento, como la lupa binocular, puesto que muchas de las modificaciones a considerar presentan una morfología que solo se disciernen con esta herramienta, especialmente en elementos óseos de fauna menor. Adicionalmente, se recurrió al apoyo de microscopía electrónica de barrido (SEM), de la Unidad de Microscopía de la Universidad Austral de Chile (UME), para poder discernir con mayor detalle al momento de identificar algunas modificaciones tafonómicas.

4.6.1. Modificaciones naturales:

4.6.1.1. Meteorización:

Esta modificación es entendida como la exposición de huesos que yacen en superficie, a la acción de elementos externos como la luz solar, viento, lluvia, temperatura y humedad relativa del ambiente de depositación. Esto afecta a los huesos desde el exterior hacia el interior, en distintas etapas, donde los efectos ocurren de manera consecutiva y con una intensidad cada vez mayor (Behrensmeyer, 1978). Este daño se observa primero en el tejido cortical, que conlleva un astillamiento, blanqueamiento y paulatina desintegración del periostio, alcanzando eventualmente al endostio. Puesto que Behrensmeyer (1978) ilustró etapa por etapa los seis escenarios de meteorización en carcasas de vertebrados africanos, esto difiere de lo que ocurre en la fauna menor (Tabla 1), donde se han descrito sus efectos y ajustado los estadios para micromamíferos (Andrews, 1990; Fernández-Jalvo & Andrews, 1992). Junto a esto, hay también una escala para la meteorización en huesos de aves (Behrensmeyer et al., 2003; Bocheński & Tomek, 1997), que se utiliza en este trabajo.

Etapas	Categorías de Bochénski & Tomek (1997) para aves	Años	Categorías de Andrews para mamíferos pequeños	Años
0	No hay modificación.	0-4+	No hay modificación. Los huesos aún pueden estar articulados.	0-2
1	Facetas articulares: Uno o más agujeros con bordes rugosos. Diáfisis: Sin modificar, o a lo más pequeños agujeros de bordes rugosos, o depresiones someras con base rugosa. Fracturas: Pueden ser angulosas y redondeadas, o semi redondeadas. Los tendones y las plumas pueden estar presentes.	1-4+	Ligero agrietamiento paralelo al eje de crecimiento del hueso. Hay pérdida de fragmentos de esmalte y agrietamiento en la dentina	0-5
2	Facetas articulares: Agrietamiento en mosaico debido a perforaciones extensas en la superficie. Agujeros con superficie rugosa o angulosa. Diáfisis: Muchos agujeros de diverso tamaño, con bordes y depresiones rugosas. Exfoliación concentrada. Fracturas: Angulosas y rugosas, muy frágiles. No hay presencia de tendones o plumas.	A lo menos un año, aunque pueden ser muchos mas	Hay un agrietamiento más extensivo pero poca exfoliación en el esmalte, junto a profundas grietas en la dentina que se extienden hacia el esmalte.	3-5
3			Las grietas se profundizan tanto en el hueso como en la dentina de los dientes. Hay grietas profundas en el esmalte.	4-5
4			Grietas aún más profundas y pérdida estructural del hueso con algunos fragmentos desprendidos;	4-5
5			El hueso se parte, comenzando su desintegración. El diente también pierde consolidación, por lo que se fragmenta.	5-7

Tabla 2. Categorías de meteorización para aves y mamíferos pequeños. Modificado y traducido de Bochénski & Tomek (1997) y de Fernández-Jalvo & Andrews (2016).

4.6.1.2. Radículas, fosas y perforaciones producidas por agentes vegetales:

La acción de raíces vegetales y sus ácidos húmicos corroen el hueso mientras extraen nutrientes de él, excavando su superficie y así generando “semi-galerías” (Gifford-Gonzalez, 2018). En general mantienen la silueta del cuerpo vascular y pueden llegar a cubrir todo el espacio disponible. Son útiles para entender las condiciones de depositación del material. Este efecto genera una modificación de marcas lineales presentes en la superficie ósea, con una sección transversal en forma de “U”. que pueden presentarse como líneas serpenteantes, con una curvatura variable, e incluso en patrones dendríticos. Otro aspecto de las radículas que ha sido registrado en la literatura, es la distinción entre aquellas que son antiguas, con un color homogéneo al resto de la superficie ósea y las más recientes, que son heterogéneas en color respecto a la superficie del hueso (Fernández-Jalvo & Andrews, 2016).

4.6.1.3. Punturas, roído y perforaciones:

Diversos animales pueden dejar marcas en huesos tanto frescos como secos, destacando en mayor medida los carnívoros, que, al matar y consumir una presa, perforan la superficie ósea con sus dientes (Fernández-Jalvo & Andrews, 2016). De todas formas, en el caso de la fauna menor es esperable que las marcas de carnívoros sean escasas, puesto que, por el pequeño tamaño de la presa, sus huesos son propensos a ser totalmente destruidos por

la masticación del depredador. Aun así, las marcas generadas por carnívoros se caracterizan por ser fosas y/o perforaciones en la superficie ósea, producidos tanto por depredadores como por carroñeros. Tienen una morfología particular, cónica o tubular para carnívoros, dos huellas de raspado para el roído de roedores, y surcos estriados para garras y picos. Las marcas ejecutadas por carnívoros y rapaces están frecuentemente rodeadas por una superficie del hueso obliterada, como resultado de la violencia de la fuerza ejercida. Las fosas son hundimientos en la superficie que no alcanzan a perforar a través del hueso, presentando una morfología cóncava. En tanto las perforaciones tienen forma cónica y atraviesan el hueso desde un lado a otro (Fernández-Jalvo & Andrews, 2016). Además de estas formas cónicas, se pueden producir escotaduras por la acción de cualquier diente, ubicadas en los bordes de un hueso, frecuentemente fracturado, en los que la muesca guarda relación con la forma del diente que lo produjo, además de tener bordes deprimidos, con un contorno regular, reflejando que la marca se hizo mientras el hueso estuvo fresco

Un segundo agente tafonómico que puede generar efectos similares en los huesos son los roedores. Estos recurren a diversos materiales duros a su alcance para limar sus incisivos. Las marcas que estos producen, son dos líneas paralelas que delatan el diastema entre estos dientes (Fernández-Jalvo & Andrews, 2016; Lyman, 1994).

4.6.1.4. Pisoteo:

Se producen cuando el hueso es modificado por marcas lineales por el contacto con gravilla, como resultado del desplazamiento de animales y/o personas, así como también por el movimiento de sedimentos y rocas a nivel subterráneo. Aunque en ocasiones pueden presentar profundidades similares a las huellas de corte, e incluso una sección transversal en “V”, son contrastables por su morfología interna, orientación, frecuencia y una ubicación poco relevante en el faenamiento de una carcasa animal. Estas marcas lineales son por lo general tenues y superficiales, con sección transversal en “U” (Fernández-Jalvo & Andrews, 2016). Hay que considerar que los efectos del pisoteo también varían según el tamaño corporal del animal en cuestión (Andrews, 1990; Behrensmeyer, 1978; Fernández-Jalvo & Andrews, 2016), pues el sedimento que modifica el hueso con este tipo de efecto, deben ser de un tamaño pequeño y con poca energía, para no destruirlo al momento de impactarlo. Así también, las superficies óseas de pequeños vertebrados facilitan que sedimentos como la arena, guijarros u otros pequeños clastos, puedan entrar en cavidades, como los arcos neurales de las vértebras, o las fosas de algunos huesos, como el húmero de las aves. También puede ocurrir que los huesos se encuentren en alguna matriz que amortigüe el impacto del contacto físico con el sedimento, como lo puede ser una densa cobertura vegetal, o el estar protegidos dentro de la estructura de un pellet de ave egagrópila.

4.6.1.5. Abrasión, redondeo y pulido:

El redondeo de los restos zooarqueológicos es causado por una variedad de agentes, que incluye a la acción erosiva del agua, el viento, el sedimento, las raíces, la corrosión, la acción de carnívoros y humanos (Fernández-Jalvo & Andrews, 2016). Muchas veces,

aunque no siempre, esta modificación va acompañada de un lustre o pulido de la superficie redondeada, que facilita su diagnóstico. Por otro lado, así como ocurre con la meteorización, la abrasión no afecta de misma manera a los mamíferos pequeños en comparación con mamíferos grandes (Andrews, 1990). Por ejemplo, los huesos pueden ser transportados en un medio acuático sin sufrir daños significativos con el sedimento adyacente. Esta situación cambia si, en cambio, estuviesen expuestos a ese mismo sedimento, sin agua de por medio, generando un medio en el que podrían ser fácilmente destruidos. Por el carácter lacustre del sitio, se tiene especial atención hacia la abrasión que pudo ocurrir en el agua y en un escenario de ribera, y que será registrada en función de variables de tipo presencia / ausencia, y las combinaciones de los efectos abrasivos como el redondeo y el pulido.

4.6.1.6. Fracturas

Hueso en estado seco

Cuando ya ha pasado tiempo desde la muerte del animal, los huesos paulatinamente van perdiendo humedad, por lo que su estructura va cada vez siendo más endeble, pues pierde consolidación estructural. Sumado a esto puede haber exposición a ciertos elementos como el sol, o medios sedimentarios al estar enterrado que lo debilitan aún más, generando patrones de fracturas característicos. Estas modificaciones difícilmente pueden dar cuenta por sí solas de su agente responsable, pero en términos generales aquí se consideran aquellas fracturas con una morfología transversal, y que se producen solamente cuando el hueso ha perdido toda su humedad y se encuentra en un estado seco. Las morfologías consideradas para este estado son: escalonada, aserrada y columnar (Lyman, 1994), que ocurren con mayor frecuencia en huesos secos, meteorizados y/o fosilizados. Además de esto, el color de la fractura respecto al resto de la superficie ósea es un buen indicador de si esta ocurrió en un momento postdeposicional (Gifford-Gonzalez, 2018), en el caso de ser de un color distinto, por lo general, más claro. Dentro de las fracturas originadas por agentes naturales, uno de los rasgos más distinguibles es el contraste de coloración entre la superficie del total del hueso y el de la superficie fracturada, considerando como color de referencia al de la tinción por ácidos húmicos, que ha teñido casi la totalidad del conjunto con tonos marrones opacos, mientras que las fracturas recientes tienden a ser de un color amarillento claro, como el que generan las radículas recientes. Además del color, también se consideró la morfología de la línea de fractura, que permite identificar si el hueso se quebró estando en un estado fresco o seco (Fernández-Jalvo & Andrews, 2016; Gifford-Gonzalez, 2018), donde las de estado seco son más indicativas de por ejemplo, condiciones postdepositacionales, aunque no en todos los casos (Blasco et al., 2019).

Hueso en estado húmedo:

Las fracturas asociadas a agentes antrópicos son aquellas que ocurren cuando el hueso se encuentra en un estado fresco, conservando su humedad y propiedades elásticas. Las fracturas resultantes poseen una forma helicoidal, con forma de "V" o longitudinales (Lyman, 1994), en donde la fuerza ejercida recorre la superficie ósea de forma dispar, generando patrones de fractura con bordes curvos y suaves, a diferencia de los que ocurren en huesos

secos, en donde estos patrones tienden a ser de un contorno más recto y anguloso. Sin embargo, estas fracturas por sí mismas pueden ser generadas por una multiplicidad de agentes, que incluye carnívoros, rapaces y pisoteo, entre otros. Por esto, es necesario cotejar su frecuencia y distribución con otras modificaciones, para estimar el agente responsable. En el caso de fracturas antrópicas, estas no pueden ser consideradas por sí solas como una evidencia diagnóstica, y deben ser cotejadas con otras modificaciones como termoalteraciones, huellas de corte e intencionalidad en la confección de artefactos, para poder argumentar un posible ingreso antrópico de huesos con estas fracturas (Fernández-Jalvo & Andrews, 2016; Gifford-Gonzalez, 2018). Estas fracturas se pueden generar naturalmente, por depredadores, carroñeros, o procesos de formación de sitio (Schiffer, 1987).

4.6.1.7. Digestión y corrosión:

Los depredadores no solo alteran los huesos con sus dientes y garras, sino que también los modifican al ingerirlos, a través de sus ácidos digestivos, que van corroyendo los huesos en las zonas más vulnerables, como las facetas articulares. Estos factores producen distintos niveles de daño tanto mecánico como químico, donde los mamíferos tienden a destruir los huesos tanto por el proceso de masticación, así como también por la fuerza de sus ácidos estomacales que corroen intensamente los fragmentos, llegando incluso a destruirlos por completo (Andrews, 1990).

Otros depredadores, como las aves, tienden a preservar mejor las carcasas de sus presas, y sus ácidos digestivos varían en cuanto a su intensidad de acción. Tienen por lo general niveles de pH menos fuertes que los de los carnívoros, por lo que el efecto resultante en los huesos es menos intenso. Junto a esto, hay que mencionar también que, al no realizarse un proceso de masticación, los huesos digeridos por aves pueden mantenerse enteros o casi completos. Al respecto, destacan las aves egagrópilas, comúnmente nocturnas, que son el depredador con el pH menos intenso (Andrews, 1990), y que además regurgitan a sus presas a través de egagrópilas, que son excelentes medios de preservación de todo aquello que el ave no absorbe durante la digestión, como huesos, dientes, pelaje, etc.

De acuerdo a lo presentado, las marcas por ácidos digestivos son una evidencia directa de la acumulación de huesos por parte de diversos depredadores, quienes afectan las carcasas con distintos grados de intensidad, dependiendo de ciertas variables (Andrews, 1990; Fernández-Jalvo & Andrews, 2016; Lyman, 1994). Entre estas, se cuentan la relación de tamaño entre depredador y presa, la densidad ósea del animal. Esto pues la fauna menor se ve afectada de manera distinta a animales de mayor tamaño, donde según de la relación entre el tamaño de la presa y el nivel de pH de los ácidos de un depredador, los huesos pueden ser totalmente destruidos por esta exposición. Otro aspecto también variable, son los grados de daño entre huesos y dientes de un mamífero depredado, pues por su distinta densidad y composición, son afectados de manera diferente. Por eso se ocuparán las categorías de digestión de Andrews (1990) para especímenes óseos de mamíferos menores (Tabla 3).

Grado de digestión	Grado de digestión	Depredador responsable según daño en dientes
1	Digestión ausente o digestión mínima	Strigiformes
2	Digestión moderada (solo los ápices en incisivos)	Strigiformes
3	Digestión fuerte	Strigiformes
4	Digestión extrema	Accipitriformes, Mammalia
5	Digestión extrema (dentina corroída).	Accipitriformes, Mammalia

Tabla 3. Categorías de digestión en dientes de micromamíferos. Modificado de Andrews (1990)

El efecto concreto en los huesos consiste en pequeñas y múltiples perforaciones que penetran en el tejido cortical, corroyéndolo y comprometiendo su estabilidad estructural. Afectan principalmente las carillas articulares de los huesos, donde allí el tejido es menos denso que en otras superficies. Así también, pueden producirse efectos de redondeo, pulido y deformación en el hueso.

En cuanto a los dientes, el esmalte es muchísimo más susceptible a la digestión que la dentina, por lo que su destrucción va gradualmente siendo más extensa primero en el esmalte, y solo en las intensidades de digestión más altas llega a afectar la dentina (Fernández-Jalvo & Andrews, 2016).

En el caso de la digestión en huesos de ave, esta presenta un efecto aún más corrosivo en comparación a los huesos de mamíferos, debido a su densidad, pero igualmente adscribible a la escala de postcráneo usada para roedores y marsupiales (Lyman, 1994).

Los anfibios, por su parte, tienen una densidad similar a la de los mamíferos pequeños, y por esto, los daños son muy similares en intensidad.

En los peces, los huesos son más susceptibles a una deformación debido a la compresión mecánica de la masticación (Butler & Chatters, 1994; Butler & Schoeder, 1998; Guillaud et al., 2017; Nicholson et al., 2018). En el caso de los fragmentos afectados por ácidos digestivos (Figura 8), se mide la superficie dañada por cada nivel, junto a la intensidad de las perforaciones en la superficie ósea. 1) Ausente: El hueso no está alterado, 2) Mínimo: < 25% de la superficie ósea está dañada, aun así, la forma del hueso persiste y es todavía reconocible. 3) Moderado: Sólo se preserva una superficie de un < 50%. 4) Extremo: Una superficie del > 75% de la unidad anatómica ha sido destruida. A su vez, la intensidad del daño se refleja en el esmalte de los dientes.

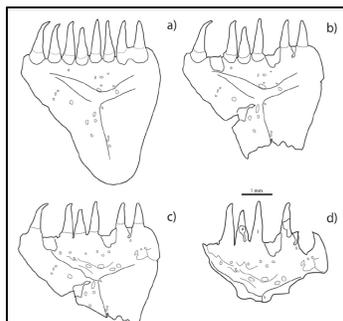


Figura 8. Escala de grados para los efectos de la digestión en huesos de pez. A) Ausente, B) Mínimo, C) Moderado, E) Extremo. Modificado de Guillaud et al. (2017).

Por otro lado, la corrosión como tal se diferencia de los ácidos digestivos al ser producida por niveles de pH en el agua (Fernández-Jalvo & Andrews, 2016). Produce perforaciones y pérdida de segmentos óseos sin discriminar porciones del elemento y no solo en las carillas articulares como hace la digestión. Estos niveles de pH están asociados a aportes minerales y orgánicos en el agua, además de densas coberturas. Esta modificación implica, naturalmente, que el espécimen haya estado inmerso en el agua por algún tiempo, con lo que se produce una pérdida de amplios parches de tejido cortical, además de grietas con bordes desnivelados, donde uno es más alto que el otro (Fernández-Jalvo & Andrews, 2016).

4.6.1.8. Tinción y decoloración:

Varios agentes pueden causar cambios de color en los huesos a lo largo de su trayectoria tafonómica. Entre los agentes naturales, las tinciones más relevantes para esta investigación incluyen las producidas por el Dióxido de Manganeso (MnO₂), calcificaciones, la acción de los ácidos orgánicos del sedimento y otras depositaciones minerales.

La tinción por MnO₂ presenta motas negras con un patrón dendrítico, que pueden llegar a cubrir por completo la superficie de un hueso. Esta modificación es sumamente relevante pues es fácilmente confundible por carbonización producto de termoalteración (Fernández-Jalvo & Andrews, 2016). Esto se puede distinguir macroscópicamente por modificaciones accesorias a la carbonización, como agrietamientos profundos, lustre y superficies que tiznan al tacto. Para medir la variabilidad en la extensión de esta modificación en la superficie de un espécimen óseo, se generó una clasificación propia de cinco niveles (Figura 9): 1) Leve: ≤ 25% de la superficie del espécimen presenta MnO₂. 2) Moderado: ≤ 50 % de la superficie cubierta por MnO₂. 3) Fuerte: ≤ 75% de la superficie está teñida por MnO₂. 4) Extremo: Un 100% de la superficie ósea está ennegrecida por el MnO₂.

Otra tinción que afecta a los huesos son las de tono marrón producidas por los ácidos orgánicos que contiene el suelo. Esta tinción puede distribuirse con distinta intensidad en la superficie ósea, revelando que porciones óseas pudieron estar enterradas y cuáles no.

Por su parte, otras modificaciones que alteran el color son las calcificaciones, adherencias blanquecinas de una textura polvorienta que cubren el hueso dando la apariencia de tener una tonalidad blanca. Otras coloraciones por decantación mineral pueden ser rojizas por aportes de hierro, o verdes, por aportes de cobre.

A diferencia de las adherencias, puede ocurrir también una decoloración de la superficie ósea, causada por más de un agente tafonómico. Un tipo de decoloración en los huesos es la corrosión acuática, producida por niveles de pH presentes en el agua. Otra causa de esta pérdida de color es la meteorización, que blanquea los huesos y se diferencia de la corrosión acuática al presentar grietas, astillamientos y partiduras que no se presentan en la corrosión.

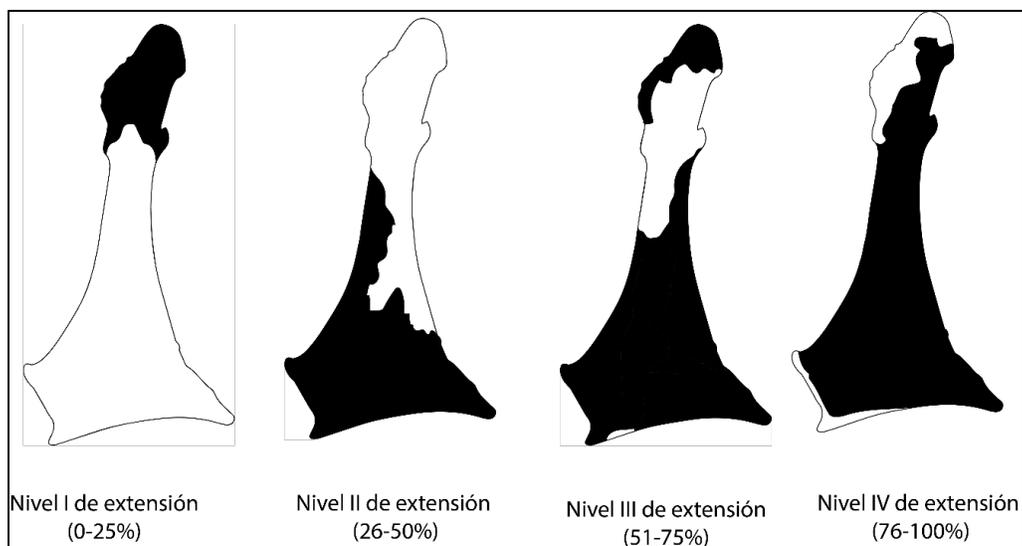


Figura 9. Grados de extensión identificados para la clasificación de huesos teñidos por MnO₂. Se considera cuantas porciones del espécimen de un elemento óseo están cubiertas por esta decantación mineral.

4.6.7. Índices de micromamíferos para evaluar agentes acumuladores:

Otras medidas cuantitativas a utilizar son aquellas formuladas para evaluar la acción acumuladora de un depredador por medio de diversas proporciones entre las unidades recuperadas. Estos han sido contruidos en base a la depredación de micromamíferos, que incluye roedores, marsupiales y mustélidos que no superan los 5 kg de masa corporal. Para ello se utiliza la abundancia relativa (R_i) de las unidades anatómicas de un taxón, la que es calculada a partir de un MNI más alto en un taxón, utilizando también el MNE y "E", que es la frecuencia de cada unidad anatómica en el esqueleto del vertebrado en cuestión (Andrews, 1990; Labarca, 2005b). La fórmula es R_i: MNE/MNIXE.

4.6.7.1. Proporción relativa de elementos postcraneales en razón a los craneales:

Busca evaluar qué tipo de unidades anatómicas presentan una mayor frecuencia, a través de la siguiente fórmula: (Fémur + Húmero / Mandíbula + Maxilar) X 100.

4.6.7.2. Proporción relativa de elementos apendiculares distales:

Se mide la razón entre la frecuencia de elementos apendiculares proximales, con los distales, lo que puede dar un perfil de selección de porciones anatómicas. Se utiliza la siguiente fórmula: (Tibia + Radio / Fémur + Húmero) X 100

4.6.7.3. Perfil de fragmentación postcraneal:

Se contabiliza la supervivencia de las distintas porciones que conforman a las unidades anatómicas apendiculares. Se consideran húmero y ulna para los miembros anteriores, fémur y tibia para los posteriores. Cada unidad anatómica se divide en una diáfisis y dos epífisis, una próximal, y la otra distal. Dependiendo de la frecuencia de cada unidad, se puede estimar la presencia de algún agente acumulador en concreto.

4.6.7.4. Perfil de fragmentación de mandíbulas y cráneos.

Se contabiliza la frecuencia de estos elementos, en cinco categorías, cada una con un nivel de fragmentación consecutivo, reflejado en la ausencia de ciertos segmentos de la unidad anatómica.

- A) Mandíbulas completas / Cráneos completos
- B) Mandíbulas con el *ramus* roto / Cráneos sin bulla timpánica
- C) Mandíbulas sin *ramus* / Maxila y premaxila, proceso cigomático intacto
- D) Mandíbulas sin *ramus* y con el cuerpo roto, pudiendo exponer las raíces de los dientes o de sus alveolos / Maxila con el proceso cigomático incompleto

4.7. Modificaciones culturales:

4.7.1. Marcas de corte y de raspado:

Esta modificación es la evidencia más fiable para identificar la intervención antrópica en la acumulación de los especímenes óseos del conjunto faunístico, y para determinar la explotación económica de las taxa involucradas (Cannon & Meltzer, 2004; Lyman, 1994). Son producidas por la acción de herramientas líticas y están relacionadas principalmente con actividades de procesamiento de carcasas.

En la fauna menor, estas marcas tienen una baja incidencia en comparación con animales de mayor tamaño, pues por el pequeño tamaño de las presas, estas pueden ser destazadas manualmente, sin herramientas, o consumidas completas (Lyman, 1994; Stahl, 1982). La morfología transversal de la marca lineal es un surco con forma de “V”, y a veces con “U”, que presenta su propia morfología interna con la que es posible identificarla como marca de corte. Esta consiste en una serie de estrías y conos que no tienen las marcas lineales en “V” naturales, como las marcas de apoyo de hombro, producidas por irregularidades en los filos de las herramientas líticas, y que no se observan en marcas similares como las hechas por pisoteo. Además, es frecuente encontrarlas en locaciones anatómicamente relevantes en el faenamamiento, como lo son las articulaciones o en las inserciones musculares, con un trazado mucho más lineal y prolongado que en aquellas marcas dejadas por pisoteo o la acción de carnívoros. Comúnmente son varios surcos sobrepuestos, representando la repetición del corte, y los cortes en las epífisis y carillas articulares son transversales, mientras que en las diáfisis son en general, longitudinales al eje del hueso (Fernández-Jalvo & Andrews, 2016; Gifford-Gonzalez, 2018). El número de

marcas de corte y su longitud están correlacionadas con el nivel de experiencia de los individuos, donde uno experto produce pocas marcas y cortas en comparación a las que produce uno novato (Pobiner et al., 2018). En general, se tiende a evitar la producción de huellas de corte, pues estos contactos entre la herramienta lítica y la superficie ósea desgastan el filo del artefacto, acortando su vida útil al quedar romo (Braun et al., 2008, 2016; Fernández-Jalvo & Andrews, 2016; Olsen & Shipman, 1988). Por su parte, las marcas de raspado se reconocen por su superficialidad en contraste a las marcas de corte, pudiendo concentrar varias marcas en una extensa superficie del hueso (Gifford-Gonzalez, 2018).

4.7.2. Termoalteraciones:

Estas son efecto de la aplicación de altas temperaturas en las superficies de los huesos, cuyas tinciones pueden ser medibles en su intensidad de acuerdo al color y daño estructural observable en la superficie ósea (Isabel Cáceres et al., 2002; Fernández-Jalvo & Andrews, 2016). En general ocurren por exposición directa al fuego o brasas, o de manera indirecta, a través del sedimento en el caso de huesos enterrados bajo fogones. Las termoalteraciones ocurren en distintos grados de intensidad, los cuales han permitido construir una escala que mide los efectos de tinción en el hueso, junto a la extensión y ubicación de esta modificación. Los niveles de esta escala son: 1) Quemado; color marrón. 2) Ligeramente quemado (Localizado y medio quemado); 3) Completamente carbonizado, cada uno con un color determinado (marrón; negro; blanco); 4) Casi calcinado y 5) Calcinado, blanco y polvoriento, débil estructuralmente (Fernández-Jalvo & Andrews, 2016). Esta escala además de considerar el color también incluye otras características como la extensión y la presencia o ausencia de modificaciones secundarias, como agrietamientos producto de la exposición al fuego, junto a la ubicación de estas alteraciones en la estructura ósea. Dependiendo de la localización y la intensidad del efecto, puede inferirse el grado de desarticulación del esqueleto al momento de ser expuesto al fuego, y así evaluar su acumulación en el sitio. Si la termoalteración está en las epífisis de los huesos, implica una desarticulación previa de la carcasa, exponiendo los extremos descarnados, situación que no ocurre en una muerte natural. Por esto, una vez más la localización es una variable para considerar cuando se trata con termoalteraciones.

Sin embargo, hay que tener la precaución de no asimilar inmediatamente cualquier termoalteración en un contexto cultural como resultado de una acción intencional. La termoalteración puede afectar a los huesos enterrados previos a la ocupación humana, y que alcancen a ser quemados de manera incidental por un fogón instalado posteriormente. Esto ha sido evaluado y medido en un rango efectivo de 5 cm de profundidad, también alcanzando en algunos casos entre los 5 cm y 10 cm (Stiner et al., 1995a). En ese caso, se utilizaron huesos de cabra, que fueron termoalterados por el fogón instalado en superficie, pero que, a diferencia de este, solo alcanzaron un grado de carbonización, y no de calcinación. También se observó en dicho estudio que huesos curvos como las costillas, pueden tener sus extremos quemados en patrones similares a los producidos durante la cocción en casos etnográficos. En el caso de la fauna menor, se ha observado que se comporta de forma distinta (Nicholson, 1993), tanto por el tamaño de estos huesos, su densidad, composición y la superficie que estos exponen al fuego. Otra variable observada

que puede debilitar la estructura ósea facilitando que un fuego débil consiga tinciones de intensidad alta, es la meteorización, pero esto no sería muy atinente en el caso de una playa lacustre anegadiza donde el enterramiento de los huesos debió haber sido relativamente rápido, especialmente aquellos de fauna menor. Este aspecto requiere más investigaciones para conocer el real impacto del fuego en la fauna menor.

Capítulo quinto: Resultados del análisis taxonómico y tafonómico.

El conjunto de fauna menor de TT-1 se compone de una muestra bien preservada de restos óseos, pero altamente fragmentada, con huesos en buen estado de preservación, pero con un alto grado de fragmentación. Muchos de los restos se encontraban cubiertos por sedimentos, por lo que debieron pasar por una etapa curatorial, donde se limpió el conjunto óseo para su posterior análisis. El total de restos registrados es de 5447 (Tabla 4), de los cuales se consignó un NISP total de 4615 (85% respecto al total) especímenes óseos que fueron identificados anatómicamente y determinados taxonómicamente. De esta muestra, 2498 (54%) especímenes óseos fueron identificados y adscritos a alguna unidad anatómica en particular, mientras que 2117 (46%) especímenes fueron asignados a categorías generales (como por ejemplo “hueso plano indet.”). En este análisis solo se consideraron aquellos materiales que pudieron ser identificados y adscritos a una unidad anatómica en particular. Además, se registraron un total de 832 (15% respecto al total) fragmentos mínimos, que no pudieron ser asignados ni a una unidad anatómica, ni a algún nivel taxonómico.

La composición taxonómica de la fauna menor del sitio se caracteriza por su diversidad y gran número de restos óseos. Destaca la abundancia de aves (62% respecto al NISP), que lo hace el taxón más frecuente del conjunto faunístico, particularmente las Anseriformes (5%). En segundo lugar, están los peces dulceacuícolas (17%), de los que se ha podido identificar la presencia de pejerrey (*Odontesthes* sp.). En términos de abundancia, siguen los anuros (12%), en su mayoría también de hábito acuático. Por su parte, los mamíferos menores (8%) están principalmente representados por roedores de diversos tamaños, pero en su mayoría de hábito caviomorfo (7%). Finalmente, también se identificaron restos de un colubrido, que son sumamente escasos (0.04%). Este orden de mayor a menor en términos de la frecuencia observada en el NISP, se replica también en el MNI, a excepción de los peces, en donde es más difícil estimar el número mínimo de individuos, por la alta variabilidad intraespecífica presente en ese conjunto, además de falta de un material de referencia más completo. Sin embargo, es notable el alto grado de identificación alcanzado para la muestra, lo que lo hace un rico referente de un ecosistema lacustre del Pleistoceno terminal en Chile central.

Clase	Orden	Familia	Taxón	NISP	MNE	MNI	
Actinopterygii	Atheriniformes	Atherinopsidae	<i>Odontesthes</i> sp.	12	12	4	
			Actinopterygii indet.	769	161	14	
			Total	781	~	~	
Amphibia	Anura	Bufonidae		12	12	2	
			Calyptocephalellidae	<i>Calyptocephalella gayi</i>	260	179	35
				Anura indet.	302	~	~
Total			574	~	~		
Reptilia	Squamata	Colubridae	cf. <i>Philodryas</i>	2	2	1	
Total				2	~	~	
Aves	Accipitriformes	Accipitridae	<i>Geranoetus melanoleucus</i>	1	1	1	
			Accipitridae indet.	1	1	1	
	Anseriformes	Anatidae	<i>Anas</i> cf. <i>A. flavistrostris</i>	4	4	3	
			<i>Anas</i> cf. <i>A. georgica</i>	4	4	3	
			<i>Anas</i> indet.	1	1	1	
			cf. <i>Lophonetta specularioides</i>	5	5	3	
			Oxyurini indet.	1	1	1	
			Anatidae indet.	234	44	24	
	Cathartiriformes	Cathartidae	Cathartidae indet.	1	1	1	
	Columbiformes	Columbidae	<i>Zenaida</i> sp.	4	3	2	
			Columbidae indet.	6	5	4	
	Gruiformes	Rallidae	<i>Fulica</i> sp.	4	4	1	
	Passeriformes			1	1	1	
	Pelecaniformes	Ardeidae	Ardeidae indet.	1	1	1	
	Podicipediformes	Podicipedidae	Podicipedidae indet.	2	2	1	
			Podicipediformes indet.	4	4	1	
			Aves indet.	2599	~	~	
	Total			2873	~	~	
	Mammalia	Carnivora	Canidae	<i>Lycalopex culpaeus</i>	2	2	1
				<i>Abrocoma bennettii</i>	4	4	3
Rodentia		Abrocomidae	<i>Abrothrix</i> cf. <i>A. longipilis</i>	2	2	2	
			Cricetidae indet.	9	~	~	
		Echymidae	<i>Myocastor coypus</i>	13	13	3	
			<i>Aconaemys fuscus</i>	4	4	2	
		Octodontidae	<i>Octodon bridgesii</i>	4	4	3	
			<i>Octodon degus</i>	51	51	11	
			<i>Octodon</i> cf. <i>O. lunatus</i>	6	6	4	
			<i>Octodon</i> indet.	15	~	~	
			<i>Spalacopus cyanus</i>	6	6	3	
			Octodontidae indet.	13	~	~	
			Rodentia indet.	191	~	~	
			Mammalia indet.	65	~	~	
Total				385	~	~	
Indeterminados				832	~	~	
Total			5447				

Tabla 4. Composición taxonómica del conjunto de fauna menor de TT-1, cuantificados en términos de NISP, MNE y MNI.

4.1. Peces dulceacuícolas.

Dentro del conjunto de peces de agua dulce de TT-1, se ha identificado un taxón a nivel del género *Odontesthes* sp., correspondiente al grupo de los pejerreyes. Este taxón tiene tres especies vivientes, de tamaño pequeño, que en vida alcanzan entre 10-30 cm (Arismendi & Penaluna, 2009). Se alimentan de larvas de insecto y de gasterópodos dulceacuícolas, comunes de los cuerpos de agua de Chile central, muchos de ellos prefieren estar cerca de la superficie.

Se registraron 781 elementos óseos, de los que 305 (39%) fueron asignados a alguna unidad anatómica particular, mientras que 476 (61%) elementos quedaron dentro de categorías generales, como hueso plano indeterminado y hueso irregular indeterminado (Anexo, Tabla 2). Respecto a los elementos anatómicos identificados (Tabla 5), estos presentan una proporción menor de huesos craneales (23%), mientras que la mayoría corresponden a fragmentos vertebrales (73%).

Los elementos craneales están principalmente representados por el aparato bucal, cuyos especímenes están por lo general fragmentados, conservando solo las porciones más densas como los cuerpos óseos y los extremos articulares. Una excepción son las placas de dientes faríngeos, que se encuentran en gran parte completas, incluyendo casi la totalidad de sus dientes, aunque con daños en la dentina acrodina, una forma de esmalte hipermineralizado característica de las dentaduras de pez (Sasagawa et al., 2009). Por otro lado, el neurocráneo y el complejo pectoral tienen una baja frecuencia en el conjunto óseo, y estos especímenes se presentan también fragmentados, salvo aquellos más robustos como el vómer y el paraesfenoides, que preservan un buen grado de completitud. La articulación del cráneo con el resto de la región axial está muy bien representada, con varios atlas, que tienen un buen grado de preservación de su estructura. Se observó variabilidad en la morfología de varios especímenes de este elemento, por lo que es plausible inferir la presencia de más de un tipo de pez dulceacuícola, de la cual solo se ha conseguido identificar al género *Odontesthes* (Labarca et al., 2020). Esto es relevante al considerar que en trabajos anteriores se reportan para las ocupaciones del Holoceno temprano y medio de la laguna de Taguatagua presencia de trucha criolla (*Percichthys trucha*) (Bastías, 2014; Jackson et al., 2012; Kaltwasser et al., 1986). Estas también fueron reportadas durante el siglo XVII (Ovalle, 1646). Es posible que este taxón haya estado presente en TT-1, sin embargo, a la fecha no ha sido identificado.

El resto del esqueleto axial tiene una baja presencia de las primeras vertebrales precaudales, de la región cervical, mientras que las precaudales de la región torácica en contraste, presentan una alta frecuencia, la que además es la más alta de todo el conjunto óseo de peces, seguidos en número por las vértebras caudales. El MNI para el género *Odontesthes*, con un número de cuatro individuos en base a la frecuencia del cuadrado (Anexo, Tabla 1). Junto a esto, el MNI de todo el conjunto de peces es de catorce individuos, utilizando la frecuencia del atlas. En tanto a los fragmentos asignados solo a una región anatómica, y no a una unidad en específico, dan cuenta de una alta cantidad de fragmentos de centros vertebrales y espinas tanto neurales, hemales y procesos transversos. Esto pues las vértebras alcanzan una alta representación,

De los 476 elementos asignados a regiones anatómicas generales (Anexo 1, Tabla 2), la representación es totalmente inversa al subconjunto anterior, pues aquí se observa una mayor frecuencia de fragmentos de huesos planos, que corresponden a la región craneal en el esqueleto de los peces, mientras que los fragmentos de huesos irregulares son muy escasos en este conjunto. La diferencia entre los huesos que pudieron ser identificados anatómicamente y el alto número de restos pertenecientes a categorías generales representa el alto grado de fragmentación observado en TT-1. Esto da cuenta de un eventual sesgo de identificación, donde los huesos planos están menos representados en el conjunto de huesos identificados que en el de categorías generales.

Unidad anatómica	NISP	%NISP	MNE	%MNE	MNI	MAU	%MAU	VD
Articular	4	1.3	3	5.35	3	1.5	18.75	0.20
Ceratobranquial	1	0.32	1	1.78	1	0.5	6.25	~
Cleitro	3	0.98	2	3.57	1	0.5	6.25	~
Cuadrado	8	2.6	5	8.92	3	1.5	18.75	~
Dentario	15	4.91	9	16.07	5	2.5	31.25	0.19
Faríngeo	13	4.26	9	16.07	5	2.5	31.25	~
Hiomandibular	4	1.3	3	5.35	3	1.5	18.75	~
Maxilar	6	1.95	5	8.92	3	1.5	18.75	0.20
Mesetmoides	3	0.98	1	1.78	1	1	12.5	~
Opérculo	4	1.3	3	5.35	3	1.5	18.75	0.07
Paraesfenoides	1	0.32	1	1.78	1	1	12.5	~
Posttemporal	6	1.95	6	10.71	3	1.5	18.75	~
Premaxilar	1	0.32	1	1.78	1	0.5	6.25	~
Preopérculo	4	1.3	3	5.35	2	1.5	18.75	~
Urohial	3	0.98	3	5.35	2	1	12.5	~
Vómer	2	0.65	2	3.57	2	1	12.5	~
Escama	2	0.65	2	3.57	~	~	~	~
Atlas	20	6.54	14	25	14	7	87.5	0.27
Vértebra cervical	10	3.27	8	14.28	~	8	100	~
Vértebra torácica	100	32.78	56	100	~	3.29	41.12	0.34
Vértebra caudal	79	25.90	22	39.28	~	0.88	11	~
Última vértebra	3	0.98	2	3.57	2	2	25	~
Vértebra indet.	13	4.26	~	~	~	~	~	~
Total	305	100	161	~	14	~	~	~

Tabla 5. Frecuencias y cuantificación de unidades anatómicas identificadas del total de peces dulceacuicolas, incluyendo *Odontesthes* sp. Valores de densidad ósea (VD) según (Butler & Chatters, 1994).

4.2. Anfibios.

En Chile los anfibios están representados por siete familias taxonómicas (Lobos et al., 2013), de las cuales dos han sido identificadas en el conjunto faunístico de TT-1; Calyptocephalellidae, representada por *C. gayi*, como también la familia Bufonidae a través del género *Rhinella* sp (Labarca et al., 2020). Ambas taxa son muy distintas tanto en términos de tamaño corporal, siendo *C. gayi* más grande, así como también en cuanto al hábitat, donde destaca por sus adaptaciones a la vida acuática, mientras que los bufónidos tienden a tener hábitos más terrestres.

Los anfibios registrados en TT-1 son el tercer grupo taxonómico más abundante en especímenes óseos, después de los peces, y aves, respectivamente, con 574 (82%)

especímenes óseos identificados (Tabla 4). Simultáneamente, se contabilizaron 105 (18%) fragmentos óseos que fueron asignados a categorías generales. Dentro de este conjunto de anfibios, un 53% corresponde a categorías generales, como hueso largo, hueso plano, etc (Anexo, Tabla 3).

En cuanto a la composición taxonómica, *C. gayi* es el taxón más frecuente, con una alta cantidad de unidades anatómicas (Tabla 6) caracterizadas por una buena preservación considerando la presencia de elementos completos (Figura 10). La mayor parte de este conjunto óseo está representado por huesos del cráneo, principalmente frontoparietales. A partir de este elemento, se estimó un MNI de 35 individuos para un total de 60 frontoparietales. Respecto al postcráneo, las extremidades se encuentran bien representadas, en especial las anteriores por sobre las posteriores, con una alta frecuencia de húmeros, escápulas, entre otros elementos. Los elementos menos representados corresponden a los metapodios de las extremidades.

Unidad anatómica	NISP	%NISP	MNE	%MNE	MNI	MAU	%MAU
Nasal	5	1.92	5	8.33	3	2.5	8.33
Premaxilar	2	0.76	2	3.33	2	1	3.33
Esfenotmoides	2	0.76	2	3.33	2	2	6.66
Maxilar	32	12.3	9	15	8	4.5	15
Mandíbula	13	5	3	5	2	1.5	5
Pterygoides	7	2.69	6	10	3	3	10
Escamoso	5	1.92	5	8.33	4	2.5	8.33
Proótico	4	1.53	4	6.66	3	2	6.66
Exoccipital	3	1.15	3	5	3	1.5	5
Frontoparietal	65	25	60	100	35	30	100
Hueso craneal indet.	25	9.61	~	~	~	~	~
Vértebra N°2	1	0.38	1	1.66	1	1	3.33
Vértebra N°9	1	0.38	1	1.66	1	1	3.33
Vértebra indet.	21	8.07	20	33.3	3	2.22	7.4
Supraescápula	7	2.69	7	11.66	7	3.5	11.66
Escápula	7	2.69	7	11.66	4	3.5	11.66
Coracoides	7	2.69	6	10	3	3	10
Clavícula	6	2.3	5	8.33	3	2.5	8.33
Húmero	10	3.84	9	15	6	4.5	15
Radioulna	5	1.92	4	6.66	3	2	6.66
Metacarpo	1	0.38	1	1.66	1	0.125	0.41
Metapodios	4	1.53	4	6.66	1	0.22	0.73
Pelvis	9	3.46	6	10	6	6	20
Urostilo	2	0.76	2	3.33	2	2	6.66
Fémur	7	2.69	3	5	2	1.5	5
Tibiofíbula	5	1.92	2	3.33	1	1	3.33
Tarsotibiofibial	4	1.53	2	3.33	1	1	3.33
Total	260	100	179	~	35	~	~

Tabla 6. Frecuencias y cuantificaciones de unidades anatómicas identificadas para el género *Calyptocephalella*.

Por otra parte, se aplicaron patrones de edad para identificar tendencias en el grupo de *C. gayi*, dando cuenta de que gran parte de los individuos son juveniles (Tabla 7), algunos de estos con rasgos considerados muy premetamorficos (Muzzopappa, 2013), como por ejemplo la presencia de arcos neurales sin fusionar. Al contrario, el grupo de adultos es menos frecuente, pero entre estos hay algunos individuos que destacan con ser muy adultos, en base a indicios como un alto grado de osificación en sus epifisis y articulaciones. Lo anterior sugiere que en el sitio TT-1 se encuentran representados todos los estadios

ontogenéticos de este taxón, lo que se habría debido a eventos de mortandades atricionales con especial énfasis durante las etapas tempranas del desarrollo de este taxón. En términos de estacionalidad, la reproducción de *C. gayi* ocurre durante los meses de septiembre y febrero, que corresponde a la temporada cálida en el clima mediterráneo actual, aunque si las condiciones son muy favorables, son capaces de reproducirse durante todo el año (Charrier, 2019).

	NISP	%NISP	MNE	%MNE	MNI	MAU	%MAU
<i>Calyptocephalella gayi</i> juvenil	109	54.77	47	100	30	23.5	100
<i>Calyptocephalella gayi</i> adulto	90	45.22	26	55.31	5	13	55.31
Total	199	100	73	~	35	~	~

Tabla 7. Frecuencias y cuantificaciones de grupos etarios identificados para el género *Calyptocephalella*.

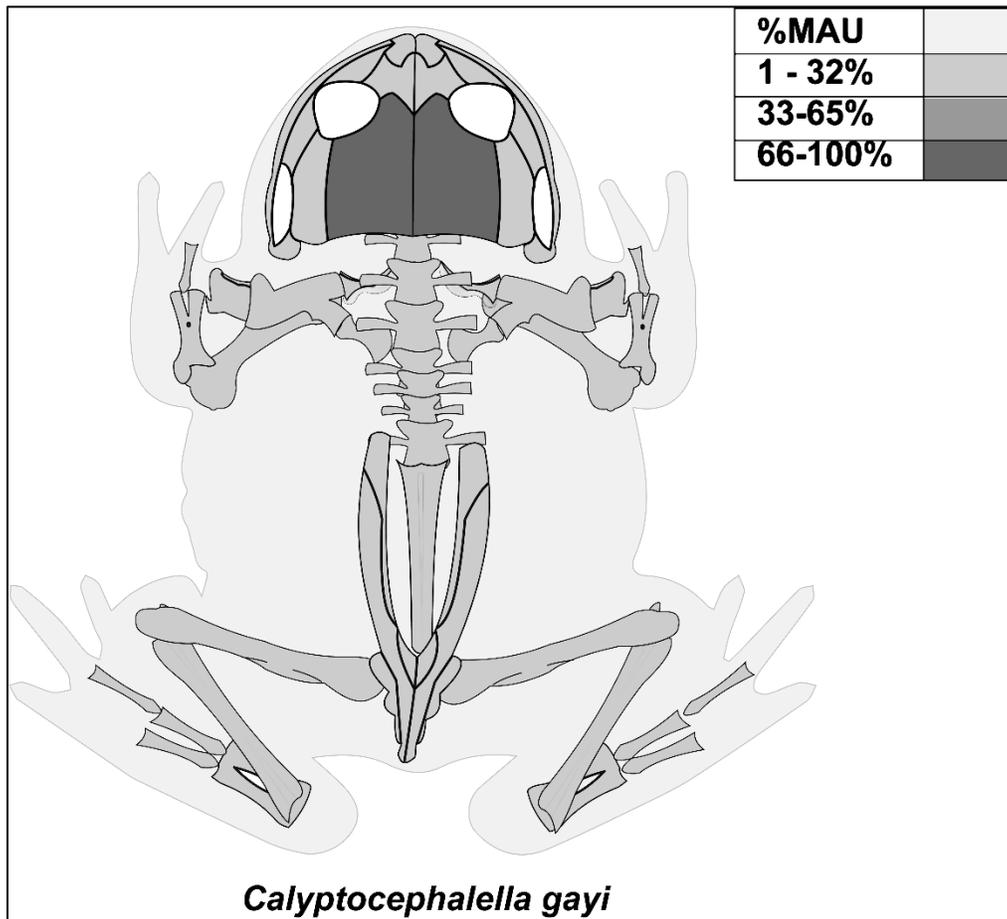


Figura 10. Representación anatómica expresada en %MAU para *C. gayi*.

En cuanto a la segunda familia representada en el conjunto, se identificaron muy pocos especímenes óseos de bufónidos (Anexo 1, Tabla 4), de los que se cuantificaron principalmente huesos del postcráneo, contrastando con la amplia representación anatómica observada en *C. gayi*. Se identificaron por lo menos dos individuos. Sin embargo, no fue posible establecer la edad para los bufónidos (Tabla 8). Aun cuando se ha reportado presencia de *Rhinella* sp. en la capa ocupacional de TT-1, no fue posible identificarla a nivel de género.

Del total de restos de anuro, un 52% sólo pudo ser identificado taxonómicamente al nivel de orden, como anuros indeterminados (Anexo 1, Tabla 5), puesto que hay aparente solapamiento de tamaño ente individuos de *Calyptocephalella* muy juveniles con los bufónidos, que requiere material de referencia que abarque los distintos estados ontogenéticos de estas taxa.

4.3. Reptiles.

Es el grupo menos frecuente en todo el conjunto faunístico, con solo dos elementos completos y solo se pudo identificar un colúbrido del género cf. *Philodryas* sp. Las culebras de este taxón tienen una amplia distribución en Chile, abarcando varios tipos de hábitats (Demangel, 2016). Se desplazan entre rocas y árboles, prefiriendo las cercanías de cuerpos dulceacuícolas, en donde depreda un amplio rango de presas, desde otros reptiles como lagartijas, roedores, anfibios y aves.

Los especímenes identificados corresponden a dos vertebras precloacales completas (Anexo, Tabla 6), lo que da cuenta de un notable proceso de preservación en elementos óseos tan delicados.

4.4. Aves.

Las aves son el grupo con la mayor frecuencia de todo el conjunto faunístico de TT-1, entre las que se identificaron diversos grupos de aves arborícolas y acuáticas. Entre las arborícolas se cuentan aves rapaces, carroñeros, Columbiformes y Passeriformes, mientras que las aves acuáticas están compuestas por varios tipos de patos, taguas y zambullidores pequeños. Las aves acuáticas nidifican en las riberas, y también pudieron haberlo hecho en los islotes flotantes de la laguna de Taguatagua, conocidos como chivines.

El conjunto óseo de aves es de 2873 especímenes óseos, de los que 1368 (47%) pudieron ser identificados en relación con alguna unidad anatómica en particular, mientras que 1505 (53%) quedaron asignados a categorías generales (Anexo 1, Tabla 8).

Entre las aves arborícolas, se identificó águila mora (*Geranoetus melanoleucus*), en base a un tibiotarso (Labarca et al., 2020). También se identificó un ave carroñera, familia Cathartidae, identificada en base a un metatarso I, que por sus dimensiones corresponde a un ave perchera de grandes dimensiones, más grande que un águila mora, pero más pequeña que un cóndor, como se observó al compararlo con esqueletos de referencia de estas aves (Tabla 4).

Además de aves carnívoras, se han identificado también aves de dieta frugívora y granívora, como las de la familia Columbidae, que incluyen al género *Zenaida* sp (Labarca et al., 2020). Las aves de dicha familia fueron identificadas recurriendo a tarsometatarsos y esternón, con un MNE de cinco y un MNI de cuatro. Respecto a *Zenaida*, su identificación se realizó en base a varios tarsometatarsos, que dieron un MNE de tres y un MNI de dos para este taxón. Junto a lo anterior, se identificó otra ave arborícola de habito omnívoro, del orden Passeriformes, en base a un húmero. Este orden taxonómico incluye a las aves más pequeñas del conjunto de pájaros, con un MNE y MNI de uno (Tabla 4).

Por otro lado, las aves acuáticas corresponden mayoritariamente a Anseriformes, compuestas por una amplia diversidad de patos. Dentro de las unidades anatómicas recuperadas, el esqueleto apendicular se encuentra bien representado, con una muy alta frecuencia de huesos de los miembros anteriores, sobresaliendo por su abundancia los coracoides y húmeros. En tanto los huesos de los miembros posteriores son escasos (Tabla 9). El MNE para aves identificadas como familia Anatidae, es estimado en 44 elementos óseos, con un MNI de 24 individuos. Del género *Anas* fue posible identificar a nivel específico *Anas* cf. *A. flavirostris*, con un MNE de cuatro y un MNI de 3 y *Anas* cf. *A. georgica* con un MNE de cuatro y MNI de tres. Finalmente se identificaron también *Lophonetta* cf. *L. specularioides* con un MNE de cinco y un MNI de tres y para la tribu Oxyurini solo se refirió un fragmento de tarsometatarso (Tabla 4).

Otro tipo de aves acuáticas incluye a las taguas (*Fulica* sp.), representadas en Chile por varias especies y particularmente en la laguna de Taguatagua, habitó más de una especie de este género (Alarcón-Muñoz et al., 2020; Labarca et al., 2020). En la presenta muestra, no fue posible llegar a una determinación de especie, por lo que solo se refiere a ellas a nivel de género, alcanzando un MNE de cuatro y un MNI de uno (Labarca et al., 2020). Adicionalmente, se identificó también garza, familia Ardeidae, a través de un solo elemento óseo. También están las aves zambullidoras representadas por el orden Podicipediformes, con un MNE de cuatro, y un MNI de uno. Adicionalmente, se pudieron identificar dos elementos a nivel de familia Podicipedidae, con un MNI de uno (Tabla 4).

En contraste con lo anterior, las aves indeterminadas concentran la mayor frecuencia de especímenes óseos de todo el conjunto aviar. De este material, se pudo identificar anatómicamente un 42% de este subconjunto, mientras un 58% fue dejado a nivel de categorías generales (Anexo 1, Tablas 7 y 8). La composición anatómica de estas aves presenta una alta frecuencia de vértebras, constituyendo más del 25% del total de especímenes óseos de este grupo. La mayoría de las vértebras están completas, salvo algunos procesos que por su carácter anguloso no se preservaron. La columna vertebral tiene una alta representación de elementos cervicales y torácicos, además de diversos fragmentos del esternón y el sinsacro. Del cráneo se preservaron varios elementos posteriores, particularmente los que albergan la pila ótica, junto a los cuadrados. Los miembros apendiculares anteriores concentran una mayor cantidad de elementos en torno a la articulación del ala, mientras que los menos frecuentes son los de la parte más distal del ala. Esta proporción no se presenta en los elementos del miembro posterior, donde toda la pierna tiene una distribución más o menos uniforme, incluso para los huesos cortos de la pata. Respecto a los fragmentos que no pudieron ser identificados y que fueron adscritos a categorías generales, hay una muy alta proporción de astillas de huesos largos y planos, que contrastan con una baja frecuencia de huesos cortos e irregulares (Anexo, Tabla 8).

Unidad anatómica	NISP	%NISP	MNE	%MNE	MNI	MAU	%MAU	VD
Sínfisis dentaria	18	7.69	18	40.90	18	9	36.73	0.32
Esternón	3	1.26	3	6.81	3	3	12.24	0.26
Fúrcula	31	13.24	20	45.45	10	20	81.63	0.40
Escápula	12	5.04	12	27.27	7	6	24.48	0.58
Coracoides	75	30.12	49	100	27	24.5	100	0.56
Vértebra cervical	6	2.52	6	13.63	1	0.5	2.04	~
Vértebra cérvico-torácica	2	0.84	2	4.54	1	1	4.08	~
Vértebra torácica	4	1.68	4	9.09	1	0.57	0.02	~
Húmero	57	22.8	35	71.42	21	15	61.22	0.48
Radio	1	0.42	1	2.27	1	0.5	2.04	0.46
Ulna	2	0.84	2	4.54	2	1	4.08	0.59
Carpometacarpo	9	3.78	9	20.45	6	4.5	18.36	0.75
Pólex	1	0.42	1	2.27	1	0.5	2.04	~
Falange I anterior	3	1.26	3	6.81	3	1,5	6.12	~
Falange II anterior	1	0.42	1	2.27	1	0.5	2.04	~
Fémur	7	2.94	6	13.63	4	3	13.24	0.38
Tibiotarso	3	1.26	3	6.81	2	1.5	6.12	0.50
Tarsometatarso	14	5.62	12	24.48	10	3.5	15.28	0.24
Total	249	100	172	~	24	~	~	~

Tabla 8. Frecuencia de unidades anatómicas de todos los anátidos registrados. Valores de densidad ósea (VD) según (Broughton et al., 2007).

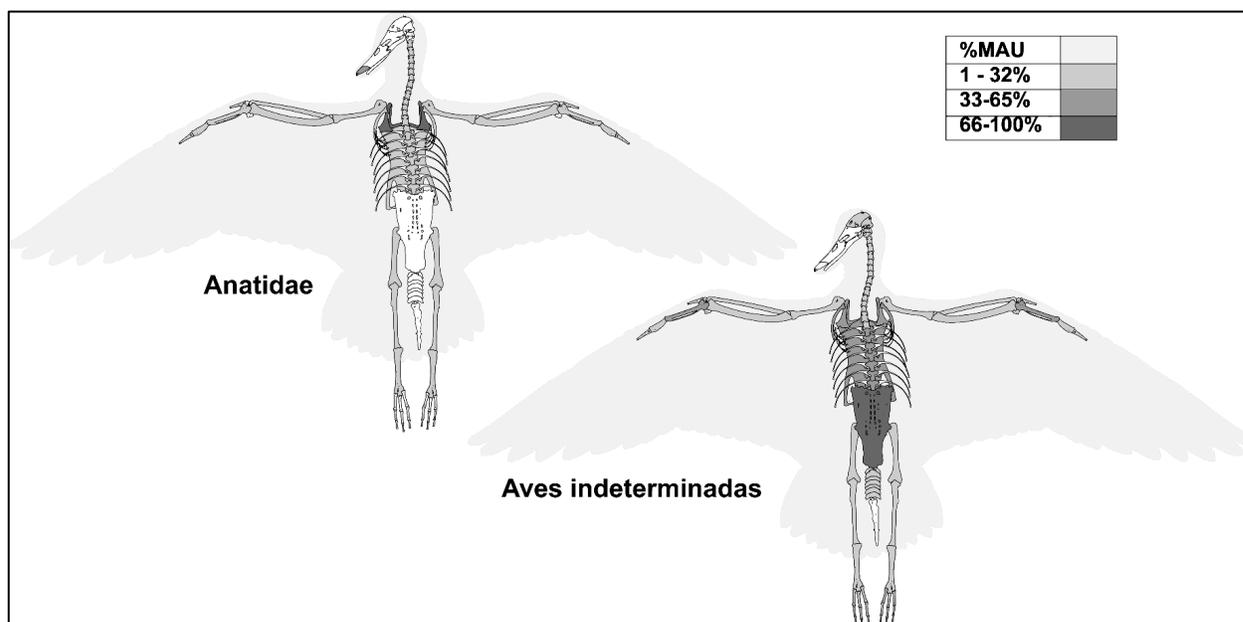


Figura 11. Representación anatómica expresada en %MAU entre anátidos y aves indeterminadas

Llama la atención que muchas de las unidades anatómicas presentes en estas aves sin determinar, son precisamente las unidades anatómicas menos representadas en las aves identificadas a niveles taxonómicos en particular (Figura 11). Esto probablemente está relacionado con un sesgo en cuanto al reconocimiento de partes esqueléticas, ya que resulta más fácil poder identificar algunas unidades anatómicas por sus rasgos diagnósticos, como pasa con el coracoides, a que con otros elementos como las vértebras.

4.5. Mamíferos menores.

Para los mamíferos considerados como fauna menor TT-1, se identificaron animales muy disimiles en tamaño, desde pequeños roedores sigmodontinos, pasando por roedores caviomorfos típicos de Chile central, y luego animales de mayor tamaño como el coipo (*M. coypus*) y el zorro culpeo (*L. culpaeus*). Los materiales correspondientes a mamíferos suman 385 especímenes en total (Tabla 4), de los cuales un 92% de los materiales pudo ser identificado anatómicamente, mientras que solo un 8% corresponde a categorías generales (Anexo 1, Tabla 11).

El zorro está representado solo por dos elementos (Anexo, Tabla 9), una falange III y una rama mandíbular desdentada. Esta mandíbula ha sido recientemente descrita y asignada a su actual nivel específico en base a criterios osteométricos (Labarca et al., 2020) y ha sido incluida en este estudio por sus características tafonómicas, que serán detalladas más adelante (Anexo 1, Tabla 9).

Así, los especímenes asignados a coipo si bien son escasos, una amplia parte del esqueleto se encuentra representada, siendo la tibia la unidad anatómica más frecuente (Anexo 1, Figura 9). Se incluyen un total de cinco dientes aislados y varios huesos apendiculares (Labarca et al., 2020). Adicionalmente, destaca el registro de un molariforme indeterminado, junto a un fragmento de pelvis, ambos con rasgos de individuos muy juveniles. El MNE es de 13, mientras que el MNI es de 3. Si bien el coipo se asocia a cuerpos de agua, la mayoría de los roedores recuperados son fosoriales de menor tamaño. Para estos, se indentificó cururo (*S. cyanus*), las especies continentales de degú (*Octodon degus*; *O. bridgesii*, *Octodon* cf. *O. lunatus*), el tunduco (*A. fuscus*) y el ratón chinchilla (*Abrocoma bennettii*), este último en parte fosorial y saxícola (Iriarte, 2007).

Respecto a otros miembros de la familia Octodontidae (Tabla 9), el género *Octodon* es el más frecuente del conjunto de mamíferos. La especie *O. degus* cuenta con 51 especímenes que incluyen dientes aislados, junto a mandíbulas y maxilares. Los patrones de desgaste dental observados muestran números similares entre adultos y juveniles al considerar por separado tanto a los dientes aislados como a los preservados en sus mandíbulas y maxilares. Se calcularon 11 individuos a partir de todos sus dientes, tanto aislados como anclados *in situ*. En tanto a *O. bridgesii*, 4 especímenes fueron determinados para este taxón, 2 dientes aislados, y 2 mandíbulas con dientes. La tendencia en edad es de una mayor frecuencia de especímenes adultos. Se estima un MNI de 3. La tercera especie es *Octodon* cf. *O. lunatus*. Si bien los restos conferidos a este roedor fueron comparados con material de referencia, este último resulto ser bastante escaso en comparación a otros *Octodon*. Así, 6 especímenes fueron asignados como *Octodon* cf. *O. lunatus*. Su actual asignación se basa en una gran similitud a los patrones oclusales descritos en la literatura, (Hutterer, 1994), pero que a su vez resultan bastante parecidos y ambiguos a los de otras especies de *Octodon*, al considerar también patrones de desgaste dental y variabilidad ontogenética. 3 dientes aislados y 3 mandíbulas con dientes poseen casi exclusivamente patrones de desgaste dental juveniles, a excepción de un molar primero superior, que presenta rasgos de un desgaste típico de adultos. Se estima un MNI de 4 (Tabla 4 y Tabla 9).

Otros octodóntidos, como *A. fuscus*, tienen una baja frecuencia en el conjunto, encontrándose representado solo por tres dientes aislados y una mandíbula. Se estima la presencia de un individuo adulto, uno juvenil, y otro de edad indeterminada, por lo que se obtiene un MNI de 3. Paralelamente, *S. cyanus* tiene un registro similar, correspondiente a tres dientes aislados y una mandíbula. De estos, los dientes aislados son de un individuo juvenil, mientras que la mandíbula es de un adulto, y conserva todos sus dientes excepto por el molar tercero. Se estima un MNI igual a 2. Para *A. bennettii*, se registran cuatro especímenes, una premaxila y tres mandíbulas. A partir de una de estas mandíbulas, en el que se preservó un premolar completo, fue posible determinar este taxón. Este corresponde a un individuo juvenil. Se estima un MNI igual a 3 (Tabla 4 y Tabla 9). Se han recuperado múltiples elementos del esqueleto postcraneal de estos roedores, que por su relación de tamaño pueden pertenecer o a roedores octodóntidos o abrocómidos. La representación de unidades anatómicas es bastante amplia, especialmente de las extremidades (Figura 12).

Por otro lado, hay once especímenes que fueron asignados a la familia Cricetidae (Anexo, Tabla 10), incluyendo tres mandíbulas y un maxilar. Los huesos de la quijada solo preservan alveolos y no dientes *in situ*, por lo que no es posible una determinación taxonómica más acusiosa. Sin embargo, se registraron adicionalmente dos mandíbulas con dientes, que se confieren a un individuo juvenil y a otro de edad indeterminada, conferidos como *Abrothrix* cf. *A. longipilis*. A partir de ese material, se obtiene un MNI de 2 (Tabla 4 y Anexo 1, Tabla 10). Algunas mandíbulas y maxilas carecían de molares, y aunque por lo general es posible inferir el taxón según la forma del *alveoli*, hubo casos donde esta sección estuvo muy dañada y no se pudo discernir con certeza más allá del nivel de familia.

En cuanto a los roedores indeterminados son aquellos que no pudieron ser asignados más allá del nivel de orden taxonómico. Los especímenes adscritos a esta categoría pertenecen en su mayoría al postcráneo, que incluye diversos huesos largos, algunos huesos cortos y otros de la columna vertebral. Sin embargo, a partir criterios basados en la diferencia de tamaño, fue posible estimar que la mayoría corresponderían a roedores octodóntidos y abrocómidos (Figura 12, Tabla 9 y Anexo 1, Tabla 12).

Unidad anatómica	NISP	%NISP	MNE	%MNE	MNI	MAU	%MAU	VD	Ri
Incisivo	37	11.7	19	38	10	4.75	19.8	~	0.47
Premolar	17	4.4	17	34	12	4.25	17.7	~	0.35
Molar I	16	4.1	16	32	8	4	16.6	~	0.5
Molar II	9	2.6	9	18	5	2.25	9.3	~	0.45
Molar III	3	0.9	3	6.25	2	0.75	3.1	~	0.37
Molariforme indet.	8	2.3	~	~	~	~	~	~	~
Mandíbula	52	16.5	48	100	39	24	100	0.38	0.61
Premaxilar	4	1.2	4	8	3	2	8.4	~	0.66
Maxilar	13	3.9	13	26	11	6.5	27	~	0.59
Sínfisis dentaria indet.	18	4.7	~	~	~	~	~	~	~
Bulla timpánica	2	0.6	2	2	1	1	4.2	~	1
Cráneo indet.	6	1.7	~	~	~	~	~	~	~
Húmero	27	8.5	22	44	12	11	45.8	0.46	0.91
Radio	6	1.7	5	10	5	2.5	10.4	0.16	0.5
Ulna	7	2	7	14	4	3.5	14.5	0.16	0.87
Vértebra torácica	1	0.3	1	2	1	0.08	0.33	~	0.08
Vértebra lumbar	8	2.3	8	16	2	1.33	5.54	0.3	0.66
Vértebra caudal	4	1.2	4	8	1	0.18	0.75	~	0.18
Vértebra indet.	5	1.5	~	~	~	~	~	~	~
Costilla	3	0.9	3	6	1	0.25	1.05	0.07	0.12
Pelvis	11	3.2	9	18	6	9	37.5	0.39	0.75
Sacro	4	1.2	4	8	4	4	16.6	0.36	1
Fémur	35	11.1	21	42	14	10.5	43.7	0.54	0.75
Tibia	13	3.9	7	14	5	3.5	14.5	0.56	0.7
Calcáneo	4	1.2	4	8	3	2	8.4	0.43	0.66
Metatarso II	1	0.3	1	2	1	0.5	2.1	0.13	0.5
Metatarso IV	1	0.3	1	2	1	0.5	2.1	0.13	0.5
Total	315	100	228	~	39	~	~	~	0.57

Tabla 9. Frecuencias y cuantificaciones de unidades anatómicas de octodontidos y abrocomidos. Valores de densidad ósea (VD) según (Pavao & Stahl, 1999), y de Ri, abundancia relativa, según Andrews (1990).

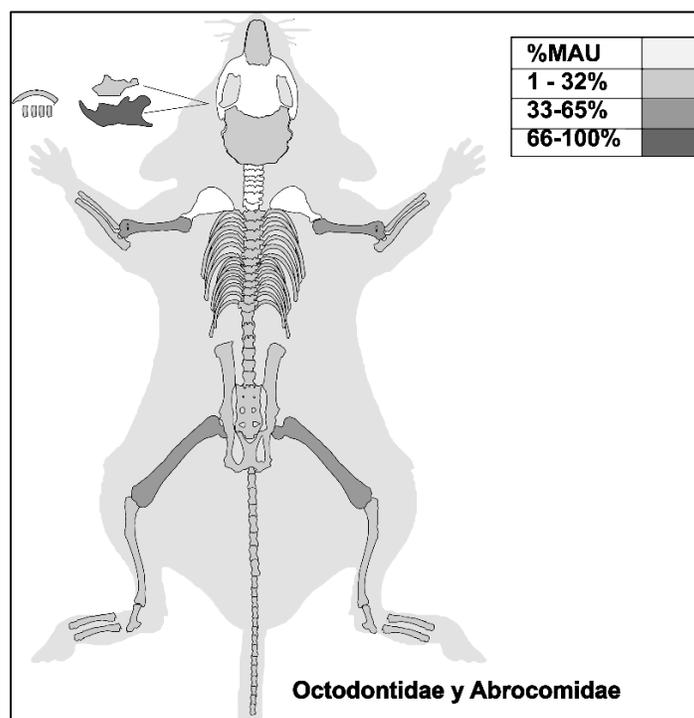


Figura 12. Representación anatómica expresada en %MAU para roedores fosoriales de las familias Octodontidae y Abrocomidae.

5.2. Tafonomía de la fauna menor de TT-1.

5.2.1. Modificaciones naturales:

En el conjunto de TT-1, se observan numerosas modificaciones tafonómicas que están afectando a los diversos grupos taxonómicos de fauna menor, pero en distintas intensidades y cantidades (Figura 13 y Figura 14). Como se había mencionado anteriormente, diversos agentes pueden provocar modificaciones similares, así como también un solo agente puede generar múltiples efectos. Para los análisis tafonómicos se consideraron los materiales identificados anatómicamente y taxonómicamente, igual a un 54% de la muestra, mientras que fueron excluidas las categorías generales, que equivalen a un 46% del total (Tabla 4).

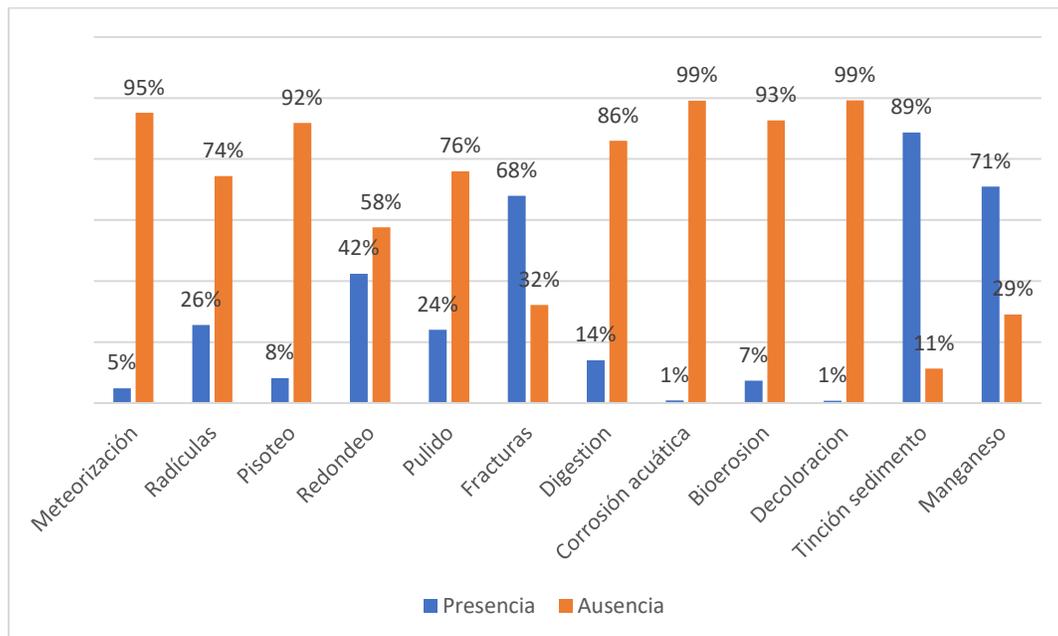


Figura 13. Proporción relativa (%NISP) de cada modificación natural identificada en la fauna menor de TT-1.

Las modificaciones naturales dan cuenta de una predominancia de efectos relacionados con tinciones, principalmente de tipo ácidos orgánicos del sedimento (89%), seguida por la tinción de MnO₂ (71%). Luego, en términos de frecuencia, vienen las fracturas en estado seco (68%), el redondeo (42%), las radículas (26%), el pulido (24%) y el pisoteo (8%). Llama la atención que todas estas modificaciones podrían haber ocurrido en un contexto postdeposicional.

Otras modificaciones habrían ocurrido en momentos más cercanos a la muerte del animal, como la digestión (14%) y la meteorización (5%), son muy bajas en términos de frecuencia. Por otro lado, las modificaciones de bioerosión (7%), corrosión acuática (1%) y decoloración (1%), estrechamente ligadas a condiciones de inmersión, son aún más escasas en relación con la muestra, lo cual podría dar cuenta de un evento discreto en el que las condiciones ambientales de la laguna habrían propiciado los procesos tafonómicos que produjeron estos efectos.

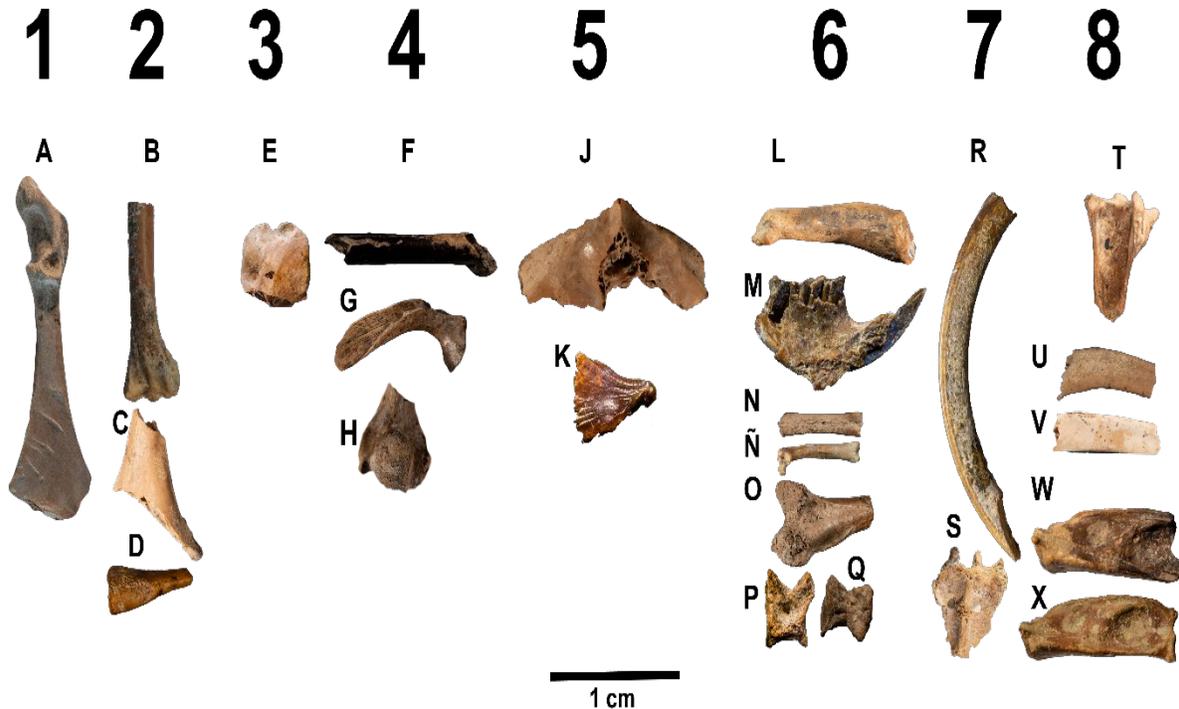


Figura 14. Huesos del conjunto de fauna menor que presentan modificaciones tafonómicas naturales. 1) Meteorización; A) Coracoides de anátido. 2) Radículas; B) Húmero anátido, C) Coracoides anátido, D) Tarsotibial de *C. gayi*. 3) Perforación cónica de un agente animal sobre un húmero (E) de anátido. 4) Tinciones por MnO₂ y ácidos húmicos F) Metáfisis distal de tibiotarso de un ave G) Clavícula de *C. gayi*, H) Epífisis distal de húmero de *C. gayi*. J) Abrasión, redondeo y pulido. J) Quilla de esternón de ave, K) Cuadrado de *Odontesthes* sp. 6) Corrosión digestiva. L) Falange de *M. coypus*, M) Mandíbula de *O. degus*, N) Tibiofíbula de anuro, Ñ) Fémur de caviomorfo mediano, O) Epífisis distal de fémur de anátido, P y Q) Centro vertebral de *Actinopterygii*. 7) Corrosión sedimentaria. R) Incisivo de *M. coypus* y un sacro (S) de caviomorfo mediano. 8) Huesos con bioerosión. T) Epífisis proximal de tarsometatarso de *Zenaida* sp. U y V) Costillas de ave, W y X) Falanges I anteriores de aves.

5.2.1.1. Meteorización

Esta modificación tiene una baja frecuencia, con tan solo 122 especímenes, correspondientes a un 5%. Los estadios de meteorización registrados son por lo general de baja intensidad (Figura 15), dando cuenta que la depositación de estos huesos fue rápida, sin mucho tiempo en exposición. Es interesante señalar que la fauna menor de mayor tamaño, es decir, zorro y coipo, son los que poseen una meteorización intermedia a alta, con decoloración e intenso agrietamiento, lo que sugiere que estuvieron expuestos un poco más de tiempo que el resto de las taxa de este conjunto.

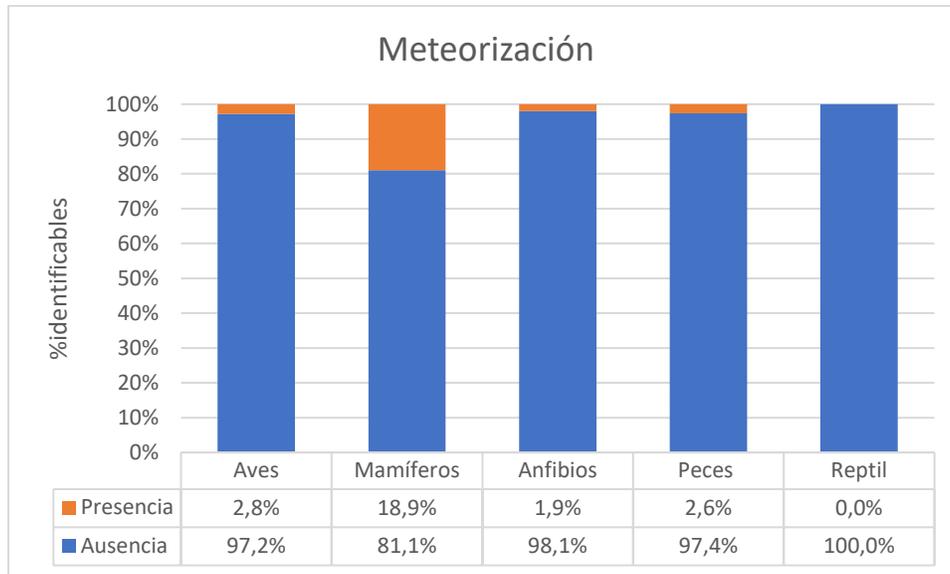


Figura 15. Proporción relativa (%NISP) de especímenes meteorizados según cada grupo taxonómico.

Peces. Los peces cuentan con solo ocho especímenes meteorizados, la mayoría vértebras, que son los elementos más densos del esqueleto (Butler & Chatters, 1994), junto a tres huesos craneales. Las vértebras presentan indicios de exfoliación, agrietamiento, astillamiento y partición de la superficie interna del canal notocordial, cerca del borde perimetral de esta sección. También tienen fracturas en sus proyecciones óseas, como las parapófisis y parazigapófisis. Entre una etapa de meteorización y otra, los cambios observables son la extensión y ubicación de estas modificaciones, que afectan a la estructura ósea desde el exterior hacia el interior, mostrando que los elementos vertebrales tienen modificado el centro vertebral, pero solo algunos el canal notocordial.

Anfibios. Del material de *C. gayi*, hay solo cinco huesos meteorizados, que incluyen cuatro fragmentos de huesos largos y uno de pelvis (Estadios 1, 2 y 3). Hay exfoliación en las epífisis y metáfisis de los huesos largos, y en el extremo craneal de una rama iliaca. En algunos casos se registran particiones longitudinales al eje del hueso, ubicadas en los puntos de fractura en las diáfisis, típicas de meteorizaciones que comienzan a intensificarse. Los cambios de cada categoría ósea se evaluaron según la profundidad de las grietas surgidas desde la línea de fractura y que derivan en particiones. Respecto a los bufónidos, solo una diáfisis de húmero se registró con esta modificación, la cual presenta una partición en su superficie, de bordes desnivelados, ubicada en una de sus líneas de fractura. En tanto a algunos huesos de anfibios indeterminados que pudieron ser identificables a unidades anatómicas, hay tres fragmentos de huesos largos, con una baja exfoliación, pero con presencia de particiones en su línea de fractura.

Aves. En primer lugar, entre las aves acuáticas hay 18 especímenes representados por solo huesos largos, los que presentan exfoliación en todos los casos, y particiones en algunos de estos especímenes (Estadio 1 y 2). Los niveles de intensidad son bajos, correspondiente con la caracterización de superficie exfoliada (Bocheński & Tomek, 1997),

con perforaciones de bordes rugosos, y fracturas ocurridas mientras el hueso estuvo seco. En segundo lugar, entre las aves indeterminadas hay una veintena de especímenes óseos que fueron registrados en esta categoría, con una amplia mayoría de huesos planos, particularmente sinsacros. Las intensidades son bajas, de I a II (Bocheński & Tomek, 1997). En estos elementos se ven fracturas de estado seco con bordes redondeados y con un color por lo general homogéneo al resto de la superficie ósea, junto a exfoliación y particiones longitudinales. En otros elementos, las tendencias de las modificaciones observadas en los sinsacros persisten, excepto por un descenso en la frecuencia de particiones y perforaciones en huesos apendiculares.

Mamíferos. La mandíbula de cánido recuperada presenta una superficie meteorizada y decolorada, con partición longitudinal desde el borde de fractura, el cual es aserrado, redondeado y homogéneo (Estadio 2). Respecto a los restos de coipo, tres dientes presentan daños por meteorización, en los que la dentina está dañada con un agrietamiento que va desde dentro hacia fuera de los elementos, es decir, desde la dentina hacia el esmalte. También hay postcráneo con las mismas características observadas en la mandíbula de zorro culpeo. En tanto a los demás roedores, mandíbulas y dientes de abrocómidos y octodóntidos muestran por lo general meteorizaciones bajas, de intensidad I a II, salvo un molar de *A. fuscus* que está meteorizado severamente hasta el punto de haberse partido en dos, debido al debilitamiento en su dentina. El postcráneo de estos caviomorfos se encuentra meteorizado levemente, con ligeras exfoliaciones en su superficie. Adicionalmente, hay tres fragmentos de húmero y una costilla, con exfoliación en sus superficies (Estadios 1, 2, 3, 4 y 5).

5.2.1.2. Radículas, fosas y perforaciones producidas por agentes vegetales.

Las radículas tienen una alta frecuencia en el conjunto faunístico de TT-1, El total de especímenes óseos con marcas de radículas es de 639, lo que equivale a un 25.5%, y tienen una frecuencia considerable en todas las taxa (Figura 16). A partir de las frecuencias entre los contrastes de color de las radículas, se infiere que han estado actuando por un prolongado lapso.

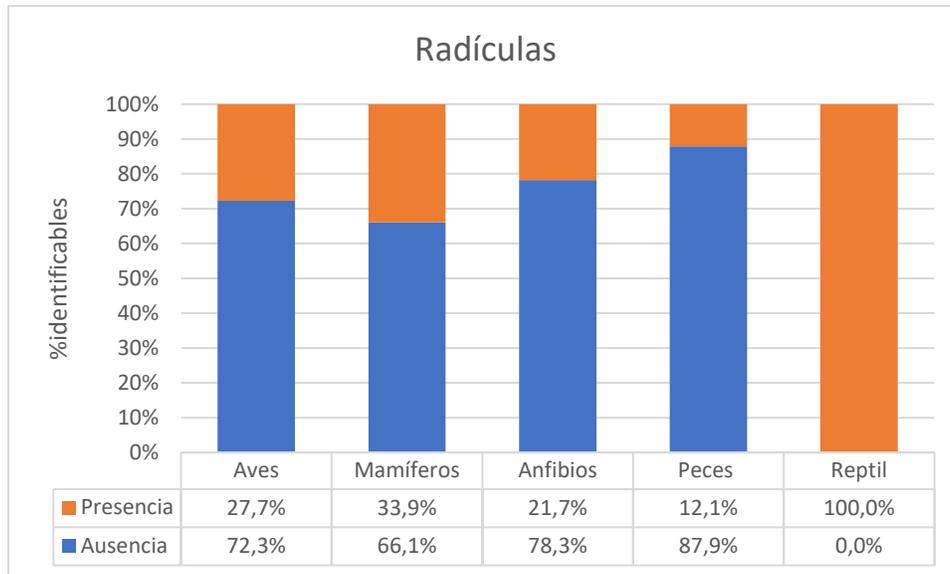


Figura 16. Proporción relativa (%NISP) de especímenes con radículas según cada grupo taxonómico.

Peces. Los peces de TT-1 tienen una baja frecuencia de radículas con solo 37 especímenes con marcas de radículas. Estas se presentan en cantidades similares tanto en huesos planos, correspondientes al área del cráneo y también a los huesos irregulares del postcráneo axial. En los huesos de peces, las radículas identificadas son mucho más finas que las presentes en huesos de otras taxa, con marcas bastante someras, de bordes suaves y redondeados. No se tiene claridad del porqué de esta diferencia, pero es posible que tenga relación con una mayor interacción con vegetación acuática, que puede producir radículas similares (Fernández-Jalvo & Andrews, 2016). Su extensión en la superficie ósea es variable, pero con acceso hasta los recovecos más restringidos en las estructuras óseas, como los arcos neurales y canales notocordiales de las vértebras. Un rasgo característico es la presencia de grietas dentro de las improntas de radículas, sin embargo no se observa en los restos, una característica de esta modificación en otras taxa, posiblemente a causa de la composición fisicoquímica de sus huesos (Szapak, 2011). En tanto a la coloración de las radículas, 23 especímenes presentan marcas recientes, que en las vértebras tienen una alta frecuencia en el cuerpo del centro vertebral, y unas pocas tienen acceso al canal notocordial, mientras que en los huesos craneales su extensión en la superficie ósea no presenta distinciones.

Anfibios. Un total de 59 especímenes de *C.gayi* presentan marcas de raicilla. Los huesos planos incluyen en su mayoría elementos craneales, donde fue más fácil distinguir su presencia en la superficie ventral de estos, pues la superficie dorsal es altamente irregular, debido a la ornamentación característica de estos huesos (Muzzopappa, 2013), lo que dificulta la identificación de marcas lineales. Otros huesos planos modificados son los apendiculares presentes en la articulación del hombro, además de la pelvis. La extensión superficial de las radículas abarca en algunos casos los segmentos de estos elementos. Respecto a los huesos largos y cortos, tanto las epífisis como las diáfisis presentan una frecuencia e intensidad similar de radículas entre sí. Respecto a la distinción entre radículas

antiguas y recientes, *C. gayi* cuenta con 21 especímenes con radículas de un color homogéneo similar al resto de la superficie ósea. Trece especímenes de *C. gayi* presentan fosas, principalmente en huesos planos, y un elemento con una perforación por acción de raíces. Solo tres especímenes de bufónidos registran modificaciones vegetales: una rama iliaca y dos diáfisis de huesos largos. Todos los especímenes mencionados presentan radículas de color heterogéneo, por lo que fueron modificadas por la vegetación en algún momento posterior a la tinción húmica de los huesos del conjunto óseo. Por otro lado, cuarenta especímenes de anuros sin determinar presentan radículas en su superficie ósea, las que se concentran principalmente en huesos planos y huesos largos. De este material, 22 especímenes tienen sus radículas teñidas homogéneamente, al igual que el resto de la superficie ósea.

Reptil. Las dos vértebras precloacales de culebra tienen radículas recientes en sus arcos neurales, y una de ellas tiene una perforación producida por una raíz, ubicada también en el arco neural.

Aves. En este conjunto, se ubican en diversas unidades, con un fuerte énfasis en las secciones apendiculares, particularmente huesos de la articulación del ala, sobre todo en entre los restos de patos. Las radículas son en su mayoría recientes considerando el contraste color. Respecto a las fosas y perforaciones por agentes vegetales, 31 huesos de anátidos presentan esta modificación, con 22 de estos presentando solo fosas además de radículas. Entre las aves indeterminadas hay un NISP de 270 huesos modificados por radículas. De estos, nuevamente la mayoría está representada por huesos planos, principalmente de la articulación del ala, seguido por huesos largos. La diferencia entre radículas antiguas (NISP=151) y recientes (NISP=119) es mínima, donde las primeras tienden a tener una distribución que no incluye facetas articulares, mientras que las recientes afectan toda la superficie ósea disponible.

Mamíferos. Los elementos registrados para *L. culpaeus* presentan extensas modificaciones por acción de radículas, tanto en la mandíbula como en la falange III. Estas radículas son antiguas por su coloración homogénea y en el caso de la mandíbula debió haber ocurrido previo a su enterramiento, pues este elemento está decolorado por efecto de la meteorización, incluyendo sus radículas. En la falange III, solo se observan fosas hechas por la acción de raíces. Por otro lado, *M. coypus* presenta una extensión e intensidad de radículas similar a lo observado en *L. culpaeus*. Entre los elementos modificados se cuentan dientes y postcráneo. En tanto, los roedores caviomorfos presentan varios especímenes con radículas en sus dientes y mandíbulas. El NISP para las radículas en todos los roedores octodóntidos es de 32 especímenes. Solo dos especímenes de cricétido fueron modificados por radículas, un fémur y una mandíbula. Por su parte, el postcráneo de estos roedores presenta un amplio registro de huesos modificados por radículas, con un NISP de 52, las que se extienden a lo largo de toda la superficie. La gran mayoría corresponde a radículas antiguas, sumando un NISP=98, ubicadas principalmente en elementos postcraneales.

5.2.1.3. Punturas, roído y perforaciones.

En el registro de TT-1, las marcas producidas por carnívoros son muy escasas (Figura 17), con solo 24 registros en total. Esta baja frecuencia es esperable, ya que la masticación tiende a destruir cualquier rastro de los huesos consumidos. Entre las taxa más afectadas, se encuentran las aves y los mamíferos.

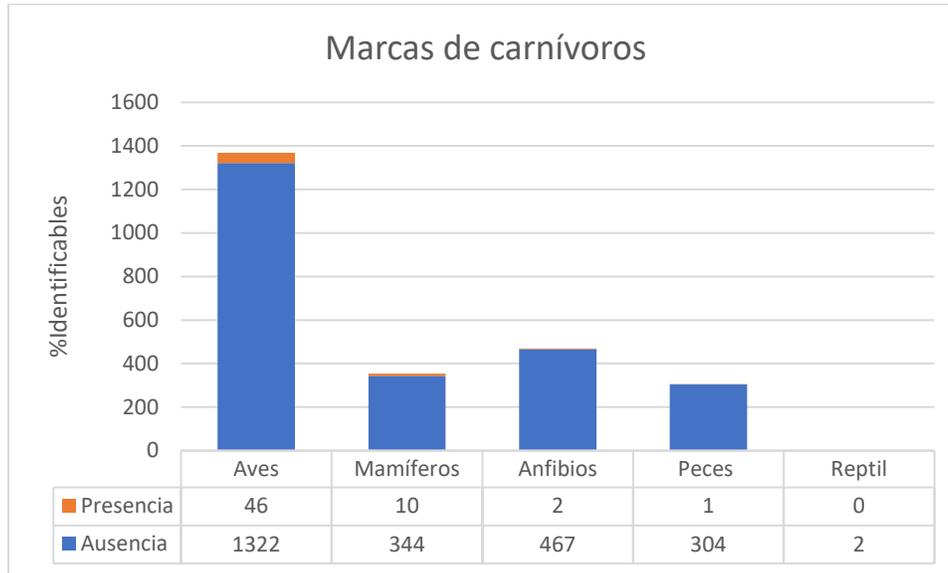


Figura 17. Proporción relativa (%NISP) de especímenes con marcas de carnívoro según cada grupo taxonómico.

Anfibios. Solo un hueso largo registra una marca de carnívoro, ubicada en una diáfisis fracturada.

Aves. Entre las aves que presentan esta modificación, hay varios huesos largos y planos de patos y otras aves acuáticas, que concentran las punturas en sus epífisis y bordes, respectivamente. Respecto a las aves indeterminadas, se incluyen siete especímenes de huesos largos, planos y cortos. Todos estos materiales presentan marcas de carnívoro cercanas a sus bordes de fractura, las que tienen una morfología transversal y/o en forma de V inversa, las que se asocian a un hueso fresco (Lyman, 1994). Además de lo anterior, destaca una diáfisis de radio con extensas marcas de roído en su superficie, estimadas en aproximadamente 25 pares de incisiones.

Mamíferos. Los huesos de coipo en esta categoría se componen por una metáfisis distal de tibia, junto otros dos especímenes del segmento proximal también de tibia, con marcas en sus respectivas metáfisis. Además, dos huesos cortos presentan marcas de dientes cerca de sus superficies articulares, un calcáneo, y una falange. Para los roedores caviomorfos, se registraron solo 5 marcas en las epífisis de los huesos largos de las extremidades posteriores.

5.2.1.4. Pisoteo

Un total de 203 especímenes óseos registran alguna marca lineal causada por pisoteo, equivalentes a un 8.12%. Esta modificación afecta en mayor medida a las aves, seguido por roedores y en menor proporción a otras taxa (Figura 18). Posiblemente estos materiales se vieron afectados por una fina gravilla, ubicada en los límites del paleosuelo de TT-1 (Varela, 1976), cuyo roce con las superficies óseas podría haber incidido en las marcas.

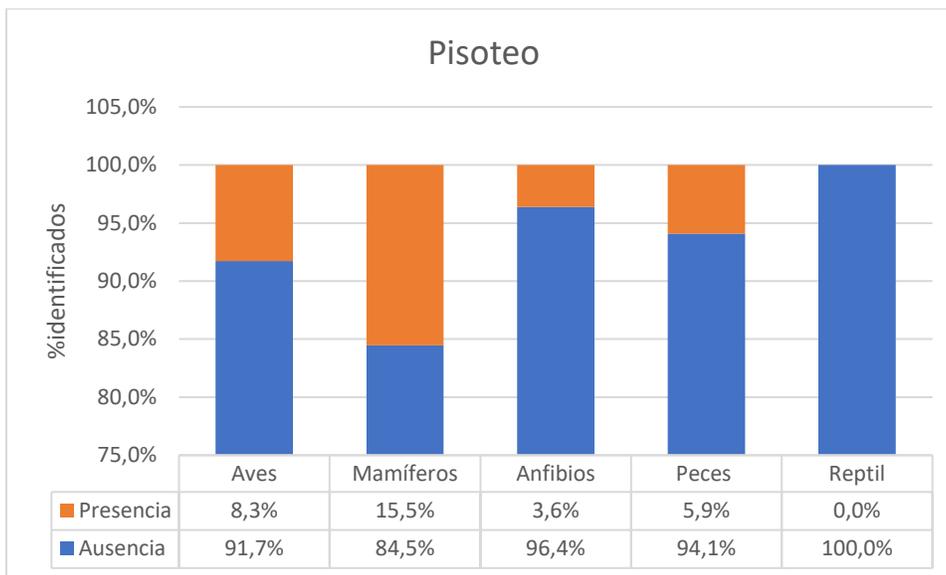


Figura 18. Proporción relativa (%NISP) de especímenes con marcas de pisoteo según cada grupo taxonómico.

Peces. 18 especímenes óseos de pez presentan esta modificación. Estas marcas aparecen en superficies angulosas, como las que tiene el preopérculo y los arcos neurales vertebrales, así como también en superficies planas, como los centros vertebrales.

Anuros. En esta categoría, nueve especímenes de *C. gayi* son modificados sin importar si los huesos afectados tienen superficies son angulosas o planas. Así, los huesos que estructuran el cráneo son afectados en igual número que en huesos largos. Para Bufonidae, se registran tres especímenes óseos modificados que incluyen diáfisis de huesos largos y una rama iliaca. En el caso de los anuros indeterminados, varias epífisis y diáfisis de huesos largos y cortos, además de algunos extremos de huesos planos, presentan también estas marcas. Todos los elementos mencionados tienen marcas focalizadas en superficies aledañas a las facetas articulares.

Aves. La articulación del ala es nuevamente un punto en donde se concentran modificaciones tafonómicas con frecuencia. Los huesos que tienen una superficie muy angulosa, como los carpometacarpos o las epífisis de huesos largos, tienen la superficie modificada solo en esas zonas, que corresponden a los hitos anatómicos de las epífisis. En cambio, huesos con una superficie plana, como en el coracoides y la escápula o las diáfisis de hueso largos, tienen una distribución del pisoteo más amplia. Entre las aves indeterminadas, el conjunto está compuesto casi exclusivamente por elementos apendiculares, a excepción de una sola vértebra cervical. El total de especímenes

modificados es de 78 fragmentos, los cuales mantienen los patrones de distribución espacial de las marcas de pisoteo observadas en los huesos de aves acuáticas.

Mamíferos. En la mandíbula de zorro se observan múltiples huellas de arrastre en gran parte de su superficie. En el caso de los coipos, se registra un molar III inferior, con marcas lineales con orientación azarosa sin patrón claro, ubicadas en la sección alta de la corona, adyacente a la superficie oclusal. También hay una falange I con marcas similares en su superficie ventral. Además, se registró un fragmento de costilla de Mammalia indet. que corresponde a este grupo de tamaño. Se trata de un fragmento de costilla, con marcas de pisoteo en toda su superficie. Por otro lado, en los roedores caviomorfos solo se registra en los huesos largos. El patrón de distribución espacial observado para el pisoteo de huesos es similar a lo visto en las aves.

5.2.1.5. Abrasión, redondeo y pulido.

En TT-1, 1059 especímenes presentan alguna forma de redondeo (42.3%), y de estos, 562 (22.4%) se encuentran redondeados sin pulido, mientras que 600 especímenes si están pulidos en las zonas redondeadas (24%). El redondeo con pulido es alto en peces (Figura 19), seguramente relacionado al medio acuático donde viven y mueren, así como también en el caso de las aves acuáticas y de los anuros. Los mamíferos posiblemente estuvieron cubiertos de agua tiempo después de haber muerto, si se considera que quedaron depositados en una playa anegadiza. Otra forma de redondeo, pero sin pulido, también tiene una alta frecuencia, más o menos similar en las aves, mamíferos y anfibios, pero contrasta en el caso de los peces, donde es notoriamente más baja.

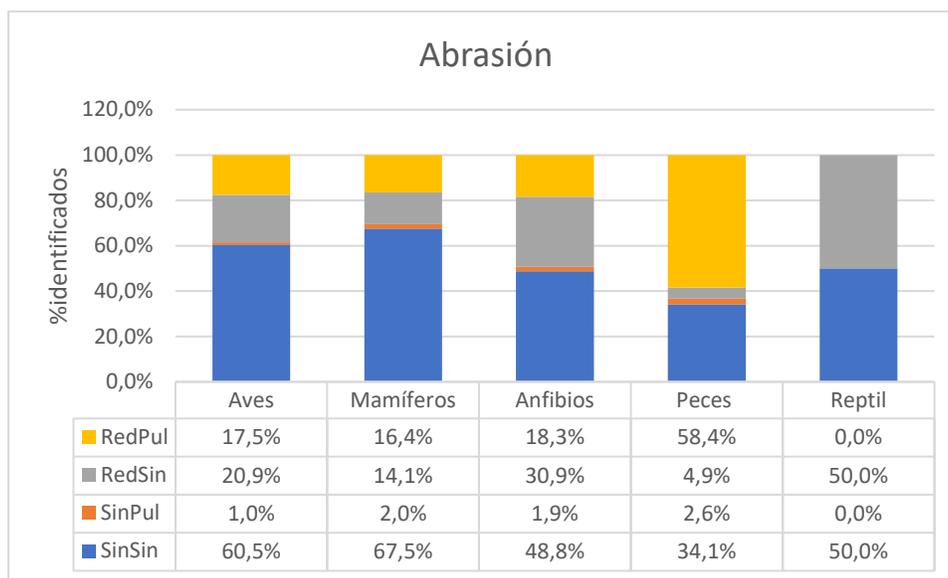


Figura 19. Proporción relativa (%NISP) de especímenes con distintas formas de abrasión, según cada grupo taxonómico. SinSin = Sin redondeo, Sin pulido. SinPul = Sin redondeo, con pulido. RedSin = Redondeado, sin pulido. RedPul = Redondeado y pulido.

Peces. Los restos óseos de pez que se encuentran redondeados (NISP=193) y pulidos (NISP=186), son en su mayoría vértebras (NISP=157), observándose pocos huesos planos con esta modificación (NISP=36). En las vértebras, las superficies redondeadas fueron en su mayoría las proyecciones de la espina neural y hemal, junto a la superficie externa de los centros vertebrales. Además, la gran mayoría de estos especímenes están pulidos. Estas mismas características se repiten en los huesos craneales.

Anfibios. Se registraron 141 especímenes óseos de *C. gayi* redondeados y 42 pulidos. Gran parte de las unidades anatómicas presentan esta modificación, sin embargo, se concentran principalmente en los huesos planos. El redondeo y pulido se presenta en la totalidad del contorno de los huesos de anuro, o bien de manera exclusiva en los bordes de fractura. Lo anterior contrasta con el conjunto de bufónidos donde la frecuencia es muy baja, cuyos especímenes son dos vértebras, tres huesos largos y dos huesos planos. Todos estos elementos están modificados en sus bordes de fractura. De estos, solo tres huesos presentan pulido en dichas zonas. Por su parte, en los anuros indeterminados se registraron 83 especímenes con redondeo, de los cuales solo 41 tienen pulido. Las características en la distribución e intensidad de estas modificaciones siguen el mismo patrón observado en *C. gayi*.

Reptil. Solo una vértebra precloacal presenta redondeo en las superficies angulosas del arco neural.

Aves. El material de aves incluye una amplia cantidad de huesos con abrasión, transversal en términos taxonómicos y anatómicos, donde las zonas afectadas en los huesos son por lo general superficies angulosas y extremos como las epífisis, aunque también las diáfisis presentan una frecuencia no menor. En tanto el material asignado solo como Anatidae indeterminado, incluye 94 especímenes correspondientes a diversas unidades anatómicas, con 55 de estos huesos con huellas de pulido. Las modificaciones producto de la abrasión se presentan más o menos de manera equitativa en dos patrones de extensión y ubicación, uno en el que se encuentran en los bordes de fractura, y otro en el que se ubican en diáfisis en varios huesos largos. En tanto para las aves indeterminadas se contabilizan 404 restos con redondeo, de los cuales 171 tienen además un efecto de pulido. La mayor frecuencia de huesos redondeados se encuentra en los huesos plano, seguido por huesos largos. La razón entre huesos redondeados y pulidos es de 2:1, manteniendo los patrones de distribución observados en los otros conjuntos de aves.

Mamíferos. Tanto la mandíbula como la garra de zorro presentan redondeo en sus bordes, pero sin ningún pulido. Esto difiere en el caso del coipo, donde se registraron nueve especímenes redondeados y seis pulidos. Estos últimos especialmente en los dientes. Casi todas las superficies de los restos de coipo están modificadas, salvo la escápula donde solo se observa abrasión en la faceta articular de la cavidad glenoidea. Hay también otros cinco especímenes de huesos muy redondeados. Para el conjunto de caviomorfos medianos, se registran 90 especímenes redondeados, de los cuales 50 están pulidos. Hay también 14 elementos craneales redondeados, con la mitad de ellos pulidos, algunos de estos presentando modificaciones en los dientes. El postcráneo de estos roedores también presenta una relación aproximada de 2:1 respecto al redondeo y el pulido, con los huesos

largos como el tipo óseo con mayor frecuencia de redondeo (NISP=54) y pulido (NISP=30). Las superficies modificadas son en su mayoría el total de cada espécimen. Los roedores cricétidos tienen solo dos epífisis de tibia, una proximal y distal, presentan redondeo en toda su superficie, y una sola de ellas tiene pulido.

5.2.1.6. Corrosión por ácidos digestivos:

En la muestra de TT-1, 350 especímenes óseos presentan alguna modificación atribuible a la acción de ácidos digestivos, lo que constituye un 14% del total del conjunto (Figura 20). Los resultados sugieren dos perfiles de corrosión digestiva, primero, los roedores y las aves anseriformes son las taxa más susceptibles a la depredación, con un amplio espectro de agentes involucrados, al considerar el diverso rango de intensidades representadas (Tabla 10). En segundo lugar, hay otras taxa que virtualmente no están siendo depredadas, como las ranas y los peces, que tienen una frecuencia de huesos digeridos dramáticamente distinta. Esto es particularmente interesante al considerar que tanto ranas como peces cumplen más con un rol de depredador que de presa.

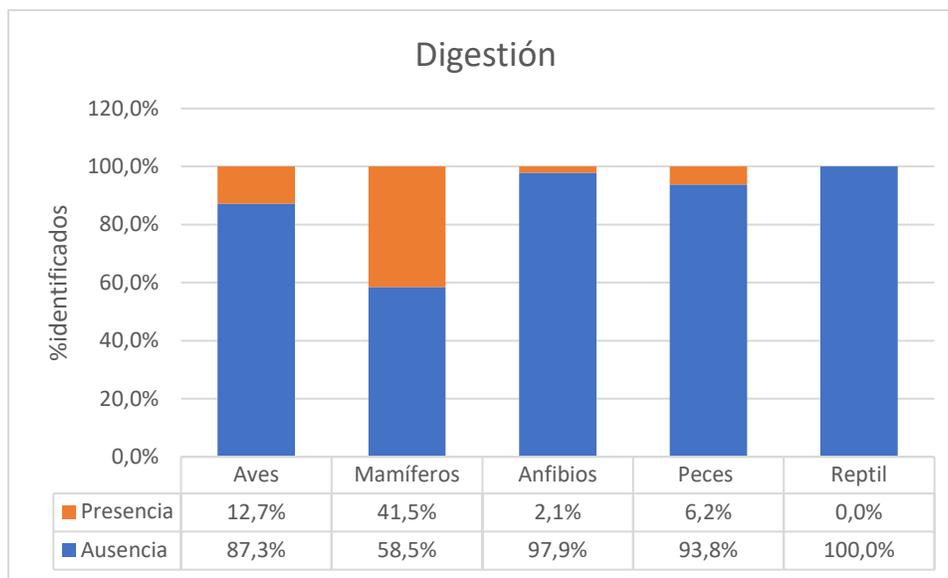


Figura 20. Proporción relativa (%NISP) de especímenes con huellas de ácidos digestivos, según cada grupo taxonómico

Peces. Los peces de TT-1 incluyen 13 elementos vertebrales y 7 craneales, sumando un total de 19 especímenes digeridos. De estos, 10 presentan una corrosión de nivel I, tres tienen un nivel II, cinco una de nivel III y solo un espécimen con intensidad de Nivel IV. Se identifica compresión en los centros vertebrales digeridos, lo que es un indicador de la acción masticatoria de un mamífero con molares (Guillaud et al., 2017). Según la descripción anterior, se identifican seis vertebrales de pez masticadas: un atlas, una vértebra caudal y cuatro vertebrales torácicas, con intensidades en la corrosión que fluctúan entre el nivel II y IV.

Anfibios. Por su parte, *C. gayi* registra tres huesos largos digeridos, una epífisis proximal de húmero, y dos epífisis distales de radioulna, con niveles de corrosión I-II. Para Bufonidae, se registra solamente una mitad distal de un húmero, con una acción digestiva concentrada en la bola humeral, con un nivel I. Los anuros indeterminados están representados por una falange, una epífisis proximal de húmero y una diáfisis de tibiofibula, con niveles I-IV de digestión, en las que los niveles más altos tienen sectores del tejido cortical saturados en agujeros de bordes redondeados, en las partes menos densas de cada espécimen.

Aves. Los anátidos son los que concentran casi la totalidad de los fragmentos con algún rastro de ácidos digestivos. Aun así, el perfil de efectos observados en estas aves aplica para toda la clase taxonómica. La mayor frecuencia de especímenes digeridos se encuentra en los huesos apendiculares de ambas extremidades, junto a los huesos planos de la articulación del ala. Las intensidades registradas en las aves cubren todo el espectro, pero la gran mayoría se concentra en niveles bajos, del I al III, con muy pocos casos en los niveles más altos

Mamíferos. Dentro de este grupo, los roedores concentran las modificaciones. Todas las taxa identificadas a nivel específico presentan algún espécimen modificado por digestión, y la frecuencia más alta de material digerido se observa en los dientes, mandíbulas y maxilas. El postcráneo también presenta una alta frecuencia de restos, particularmente los huesos largos proximales de las extremidades. En cuanto a las intensidades registradas, se observa el mismo patrón que en las aves, un mayor número de restos con un nivel de digestión de menor intensidad y frecuencia en los de alta intensidad (Tabla 10).

	Niveles de intensidad en la acción de los ácidos digestivos					Total
	Nivel I	Nivel II	Nivel III	Nivel IV	Nivel V	
Actinopterygii	53%	16%	26%	5%	0%	100%
Amphibia	60%	30%	0%	10%	0%	100%
Aves	47%	26%	14%	12%	1%	100%
Mammalia	66%	19%	4%	4%	7%	100%
Total	55%	23%	10%	8%	3%	100%

Tabla 10. Frecuencia de los distintos grados de efectos por ácidos digestivos según las clases de vertebrados menores. El porcentaje corresponde a la frecuencia relativa de cada clase taxonómica.

5.2.1.7. Corrosión acuática:

Para los materiales de TT-1, su ocurrencia es muy baja, con solo 22 especímenes modificados, lo que equivale a un 0.88% respecto al total de la muestra. De los cuales, 19 presentan además un decoloración producida en condiciones de inmersión acuática, comunes en huesos con este tipo de corrosión (Fernández-Jalvo & Andrews, 2016). Todos los grupos taxonómicos, salvo los reptiles, son corroídos en alguna medida por el medio acuático, de los que las aves son el grupo más frecuente (Figura 21).

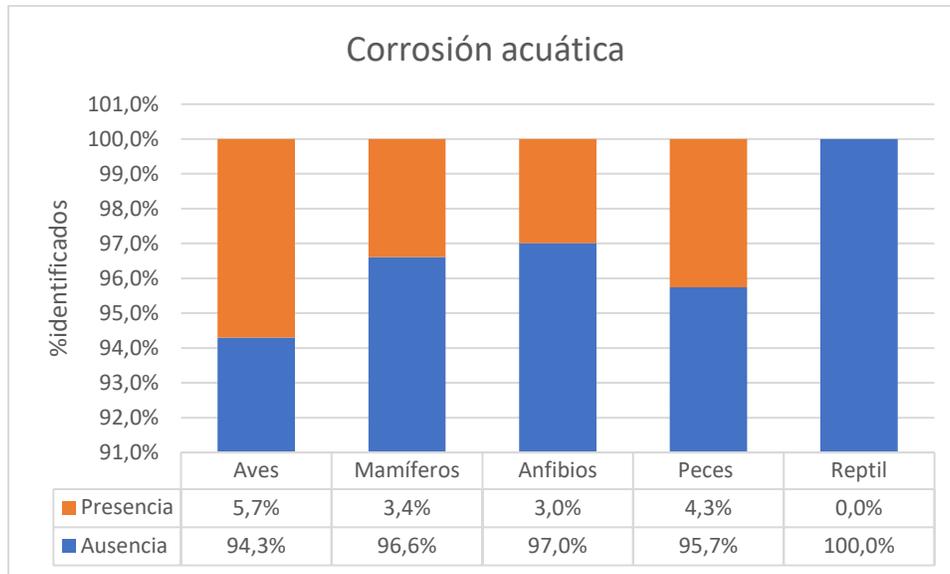


Figura 21. Proporción relativa (%NISP) de especímenes con corrosión acuática, según cada grupo taxonómico

Peces. Solo un cleitro muestra este tipo de corrosión, con su superficie totalmente dañada según el patrón descrito para la corrosión acuática.

Anfibios. Se registran huesos de todo tipo, con toda su superficie expuesta a esta clase de daño.

Aves. Las aves cuentan con doce especímenes corroídos por esta modificación, correspondientes a diferentes unidades anatómicas.

Mamíferos. Solo se identificaron tres especímenes de roedores caviomorfos. Correspondientes a un hueso largo y dos huesos planos que exhiben esta modificación.

5.2.1.8. Corrosión por bioerosión:

Otra forma de corrosión identificada en el conjunto faunístico es la bioerosión, que ha sido descrita como las formas de daño hacia el hueso por parte de bacterias, donde aprovechando la anatomía porosa de los huesos, así como cualquier tejido conjuntivo adosado en las carcasas, se pueden propagar con facilidad, destruyendo el tejido cortical o remineralizándolo (Gifford-Gonzalez, 2018). En este sentido, recientemente se ha descrito un tipo de bioerosión relacionada a ambientes lacustres (Fernández-Jalvo & Andrews, 2016; Pesquero et al., 2010; Pesquero & Fernández-Jalvo, 2014), la que ha sido identificada también en el registro de TT-1. Aquí el microfilm de microorganismos que abunda en estos cuerpos lacustres corroe de una forma específica los huesos sumergidos, cambiando la superficie del tejido cortical, que, además, origina “costras” de un color amarillo claro, un tono similar al que producen las radículas recientes, y que son diagnósticos para la identificación de bioerosión. Estas costras podrían corresponder a un reemplazo de la

apatita del hueso por calcita que se acumula en estas superficies (Pesquero & Fernández-Jalvo, 2014).

En el registro de TT-1, esta modificación es mucho más frecuente que la clásica corrosión acuática ya mencionada, con un total de 184 especímenes modificados, equivalentes al 7.35% del total del conjunto (Figura 22).

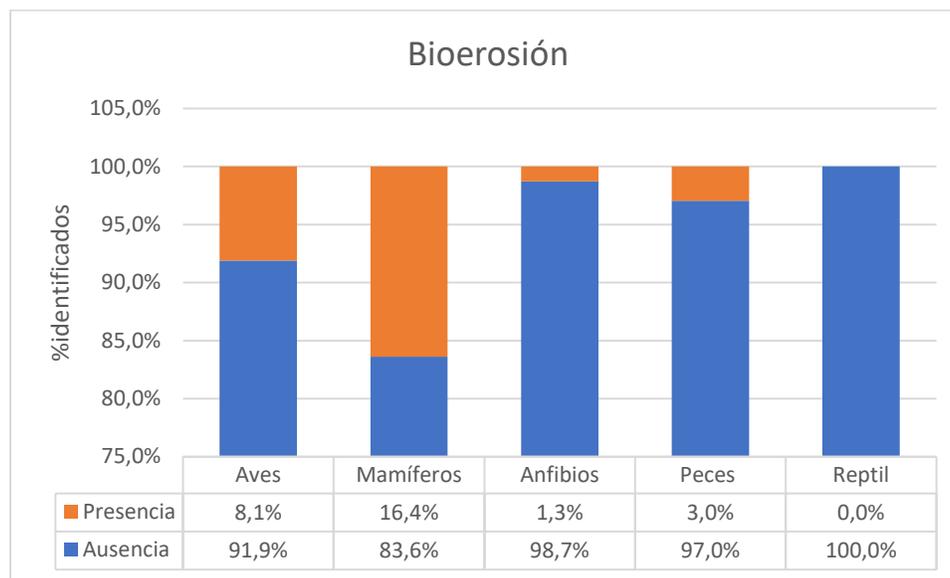


Figura 22. Proporción relativa (%NISP) de especímenes con bioerosión, según cada grupo taxonómico

Peces. Los huesos de pez atacados por microfilm (N=9) corresponden en su mayoría a elementos craneales. De estos, tres especímenes corresponden al género *Odontesthes*. Junto a lo anterior, se suman dos elementos vertebrales, donde la superficie afectada es focalizada, la que puede corresponder a algún borde angular o una carilla articular del hueso, sugiriendo que posiblemente cuando se generó el microfilm, los huesos estaban sobre el lecho lacustre, semienterrados, con solo una de sus superficies sobresaliendo en el medio acuático, la cual es la afectada por bioerosión.

Anfibios. Para el caso de los anuros, solo se identificaron escasos restos (N=6), registrándose en diversos huesos de *C. gayi*.

Aves. En las aves se registra en diversas unidades del esqueleto, tanto de los segmentos apendiculares, craneales y algunos del vertebral. Las aves indeterminadas presentan un amplio número de huesos modificados por bioerosión, con 71 casos, que de manera similar a lo que se observa en los anátidos. Lo anterior da cuenta de un efecto uniforme de la bioerosión en los distintos tipos de hueso, sin tendencias particulares que identificar, en el que tanto las carcacas desarticuladas como articuladas, son atacadas por este microfilm simultáneamente. Esto se manifiesta en un diverso rango de extensión en las superficies afectadas, que pueden abarcar la totalidad del hueso, o puntos focalizados.

Mamíferos. Una falange III de *L. culpaeus* presenta esta modificación, junto a una costilla de un mamífero menor. El resto de los elementos bioerosionados, pertenecen a roedores

caviomorfos, entre los que se incluyen los octodóntidos, donde huesos craneales aparecen modificados con bioerosión. Lo anterior indicaría que los mamíferos que no tienen hábitos acuáticos fueron depositados en áreas que fueron sumergidas y/o inundadas por la laguna en algún momento, aspecto que será discutido más adelante.

5.2.1.9. Tinción sedimentaria y de ácidos húmicos.

La tinción por ácidos húmicos engloba aquellos ácidos orgánicos, que, junto a otros nutrientes, componen un sustrato de sedimento, que son los que tiñen los huesos de TT-1 con un característico tono que fluctúa en torno al mate amarillo anaranjado (10 YR 6/4, en escala de una carta Munsell). El total de especímenes con esta modificación es de 2216, lo que equivale a un 88.7% del total de la muestra, con una proporción de especímenes afectados relativamente uniforme entre las taxa (Figura 23). Un punto que vale la pena mencionar es que ninguna de las modificaciones mencionadas es excluyente con otras, por ejemplo, gran parte del conjunto está teñido por ácidos húmicos, que a su vez pueden estar teñidos por MnO₂, y/o por termoalteración.

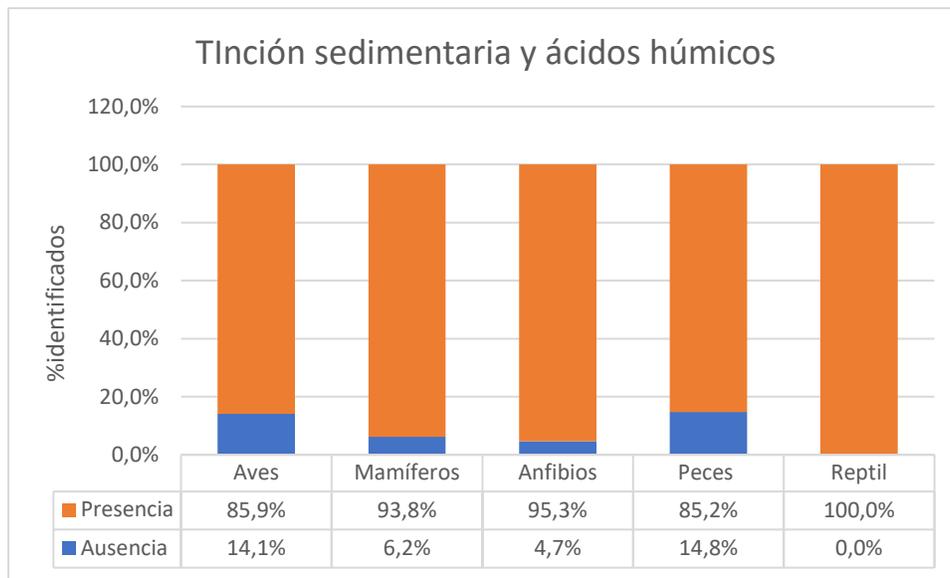


Figura 23. Proporción relativa (%NISP) de especímenes teñidas por los ácidos orgánicos y aportes minerales del sedimento, según cada grupo taxonómico

Peces. Presentan 260 especímenes teñidos por ácidos húmicos, de los cuales 198 corresponden a huesos de la columna vertebral, mientras que solo 62 a los del cráneo, en los que la tinción se presenta en la totalidad de la superficie de los especímenes. De este material, 11 especímenes corresponden a *Odontesthes* sp.

Anfibios. La gran mayoría de estos corresponden a huesos planos de *C. gayi*, donde toda la superficie de los elementos anatómicos, incluyendo facetas articulares y epífisis, en el caso de los huesos apendiculares, se encuentra cubierta. Una característica notable en el grupo de los anuros es que el hueso presenta una coloración negra en el endostio, que

corresponde a cartílago hialino hiperosificado, que no debe ser confundido con termoalteración o dióxido de manganeso (Ecker, 1889; Muzzopappa, 2013). Los bufónidos y anuros indeterminados mantienen la misma tendencia vista en los huesos de *C. gayi*, con un total de 193 especímenes óseos.

Reptil. Las dos vertebras de culebra están teñidas completamente por esta modificación.

Aves. Los especímenes teñidos por ácidos húmicos son afectados indistintamente del orden taxonómico, y de igual manera los diversos tipos de huesos que componen el conjunto. A partir del numeroso registro de estas modificaciones, se ha observado una particularidad en el cambio de tonalidad en múltiples especímenes con facetas articulares que no tienen dicha porción teñida con un mismo tono. Esto se puede deber a dos posibles causas, la menor densidad que tienen las facetas articulares, podría incidir una tinción distinta a la del resto del hueso, o, por otro lado, ocurrieron en momentos distintos, indicando diferentes grados de articulación del esqueleto entre uno y otro. También hay varios especímenes que muestran una diferencia de tono en un segmento en particular, especialmente en las diáfisis, donde una mitad, con un límite nítido entre la sección clara y la oscura, lo que se produce cuando un hueso se encuentra semienterrado, conllevando a procesos diferenciales de tinción (Fernández-Jalvo & Andrews, 2016).

Mamíferos. Todas las taxa registradas en los mamíferos menores están teñidos con esta modificación, y también todas las superficies óseas. Sin embargo, se ha observado que este tipo de tinción afecta de manera particular a los dientes, en los que el esmalte presenta un tono gris azulado (5B 5/1 en escala Munsell), y una dentina con tonos que varían en torno a un naranja (7.5 YR 6.8 en la misma escala). Adicionalmente, el esmalte de los molares conferidos a cf. *O. lunatus* presentan un esmalte mucho más claro que el observado en las otras especies de *Octodon*, de un gris blanquecino (N 8/0), causado por razones desconocidas de momento. Otra característica por mencionar es que el resto del esqueleto no presenta patrones de tinción diferencial inter o intraespecíficos, presentando un patrón de tinción por ácidos húmicos más cercano al de las ranas que al de las aves.

5.2.2.0. Tinción por dióxido de manganeso (MnO₂).

Para el conjunto de fauna menor de TT-1, 1772 especímenes óseos se encuentran teñidos en algún grado, por lo que esta modificación alcanza un 70.9% respecto al total. De manera similar a lo que se observó con la tinción anterior, las proporciones registradas de cada taxa para tinción de MnO₂ no sugiere que alguna sea más susceptible que la otra (Figura 24). En cuanto a las tendencias de superficie teñida (Figura 24) no solo permiten evaluar cuanto porcentaje del área de una unidad anatómica está teñida, sino que también permite observar que secciones de la estructura del hueso son más propensas a ser teñidas y su intensidad.

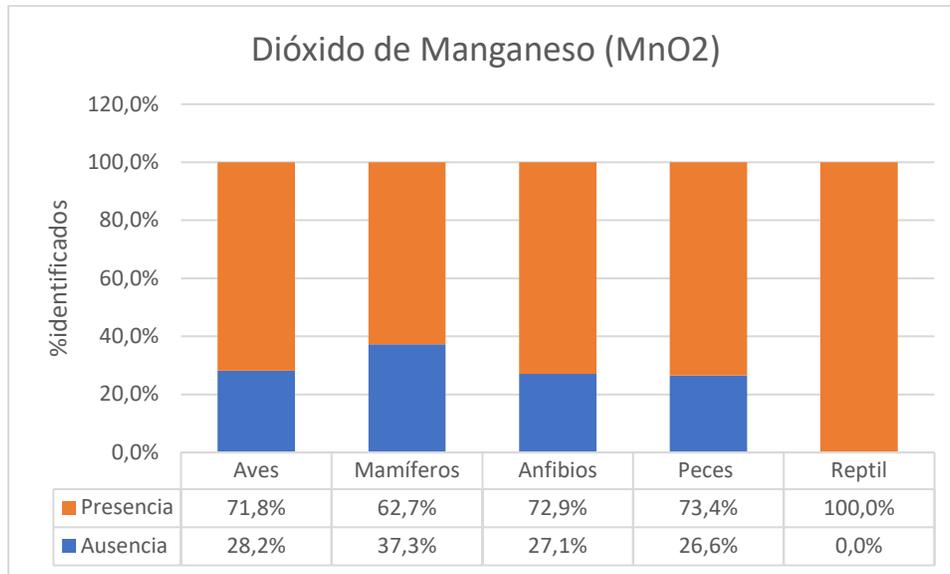


Figura 24. Proporción relativa (%NISP) de especímenes teñidos por MnO₂, según cada grupo taxonómico

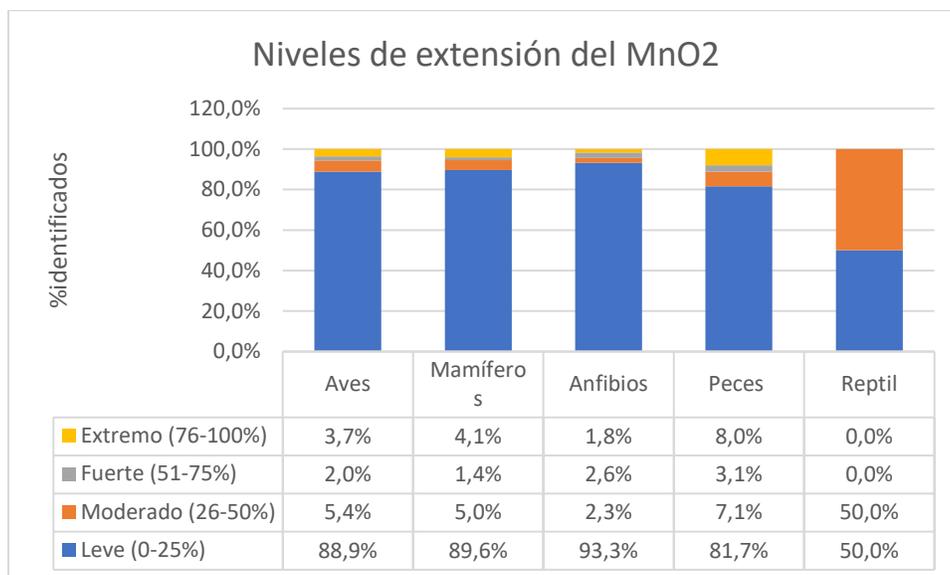


Figura 25. Proporción relativa (%NISP) de los niveles de superficie teñidas por MnO₂, según cada grupo taxonómico

Peces. En los restos de peces, los huesos de la columna vertebral dan cuenta de patrones de tinción, de acuerdo con las superficies de los elementos vertebrales que están siendo teñidas y cuáles no. Así, las vértebras ubicadas en la mitad craneal del cuerpo de pez tienen una razón de tinción de 2:1, en donde por cada vértebra que no tiene teñido su canal notocordial con MnO₂, hay dos vértebras que, si lo tienen, junto al resto de la superficie ósea. Esta razón pierde fuerza en las vértebras caudales, en las que la razón de frecuencia es más o menos similar. Esto podría indicar que gran parte de la columna vertebral se encontraba desarticulada cuando ocurrió la tinción por MnO₂, en particular aquellas de la región caudal. En contraste, las vértebras de la mitad craneal del cuerpo son las que más

desarticulación temprana evidencian. En cuanto a los huesos del cráneo, todas las superficies están afectadas, sin una sección que sobresalga sobre las demás. En el caso de las placas de dientes faríngeos, el MnO₂ también afecta a la gran mayoría de los dientes insertos allí. De todos los especímenes de peces que están teñidos, más de un 80% presentan un nivel I de intensidad, mientras que más de la mitad de los huesos de nivel II son del cráneo, a diferencia de las unidades anatómicas con tinción de nivel III y IV, que son vértebras.

Anfibios. En los huesos de *C. gay*, más del 73% tienen un nivel I de intensidad, mientras que el segundo nivel de tinción presenta menos unidades, pero es más diversa y en los niveles siguientes se observan solo huesos del cráneo. La mayor cantidad de especímenes teñidos provienen de la región craneal, en los que la tinción afecta todas las superficies posibles. En el postcráneo se observa también que las superficies articulares se tiñen con la misma frecuencia que otras áreas de los huesos.

Reptil. Los reptiles solo registran dos especímenes teñidos, con una baja intensidad, pero toda la superficie está expuesta a esta modificación.

Aves. Este grupo presenta una frecuencia mayor de huesos planos teñidos, seguidos por huesos irregulares, largos y cortos. No se observa una tendencia identificable respecto a los niveles de tinción superiores, pues su distribución no parece obedecer a ninguna otra razón que la circunstancialidad de las superficies expuestas. Algunos especímenes presentan carillas articulares que no se vieron expuestas al MnO₂, mientras que el resto de su superficie si lo está. Sin embargo, estos especímenes son muy pocos en comparación al resto, que están teñidos en la mayor parte de la superficie.

Mamíferos. Un amplio número de restos de este conjunto se encuentran teñidos, lo que permite observar algunas tendencias en la tinción del MnO₂. La mayoría se encuentra en un nivel de intensidad I, mientras que los otros niveles son menos frecuentes. Los dientes, particularmente los incisivos aislados, presentan una tinción más frecuente en el esmalte que en la dentina. Paralelamente, los molariformes aislados no presentan esta distinción, pero si una mayor frecuencia de especímenes que solo están teñidos en la corona alta, adyacente al borde de la superficie oclusal, mientras que la raíz presenta poca o ninguna tinción. Esto se explica al considerar el anclaje de los dientes en sus respectivos alveolos, donde el hueso evita la tinción en la corona baja, que se encuentra cubierta, por lo que la separación de estos dientes es posterior a la tinción de MnO₂. En contraste, en el postcráneo de los mamíferos menores, las epífisis y las metáfisis se tiñen con la misma frecuencia, por lo que la tinción por MnO₂ se daría una vez desarticulados. En el caso de los cricétidos, se observa que solo una tibia está teñida por completo.

5.2.2.1. Otras formas de tinción natural

Un exoccipital de *C. gayi* presenta una tinción verde en casi toda su superficie, siendo el único elemento de todo el conjunto con este tipo de coloración. El agente que causó esta modificación es desconocido, y es necesario poder analizar su composición química para

poder identificar su origen. Las probables causas podrían ser una tinción por actividad fúngica, vegetal, o por óxido de cobre en el sedimento.

5.2.2.2. Fracturas

Hueso en estado seco.

Estas fracturas se registraron en 1148 especímenes óseos, equivalente a un 45.95% de los elementos identificados y a un 58.69% respecto al total de elementos fracturados, incluyendo las ocurridas en estado fresco. Las fracturas aserradas con coloración homogénea, similar a la del hueso, son las más frecuentes (Figura 26), superando a cualquier morfología por una gran distancia.

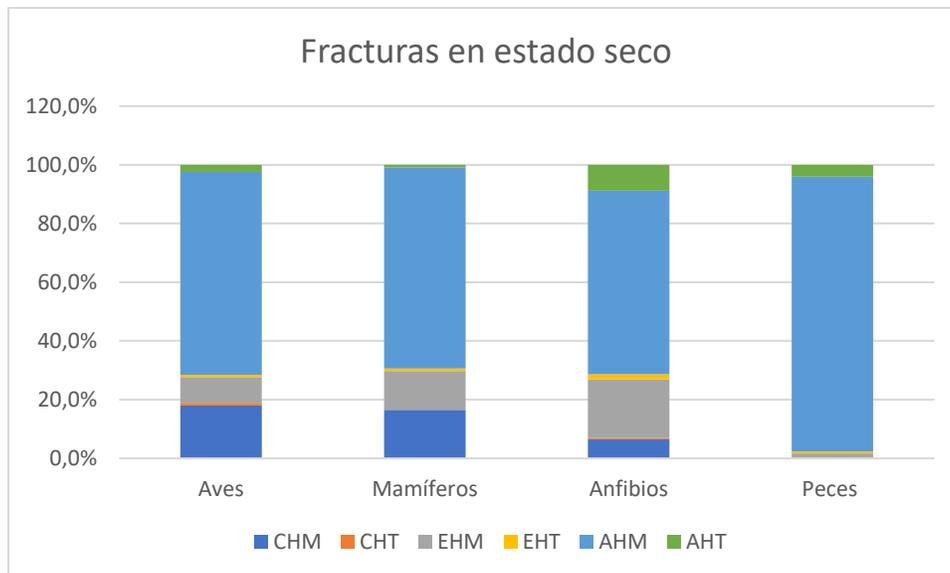


Figura 26. Proporción relativa (%NISP) de especímenes con distintas morfologías y coloración de fracturas en estado seco, según cada grupo taxonómico. CHM= Fractura columnar homogénea. CHT= Fractura columnar heterogénea. EHM= Fractura escalonada homogénea. EHT= Fractura escalonada heterogénea. AHM= Fractura aserrada homogénea. AHT= Fractura aserrada heterogénea.

Peces. Cuatro elementos craneales de *Odontesthes* sp. presentan fracturas aserradas, tres de ellas con un color homogéneo al resto de la superficie ósea, por lo que son más antiguas que las de color heterogéneo. En cuanto a los demás restos de peces, 141 especímenes corresponden a vértebras, mientras que solo 29 son huesos craneales. En las vértebras, la mayoría de las fracturas ocurre en las proyecciones neurales y hemales, y en menor medida en los centros vertebrales. Las fracturas exhiben en su totalidad una forma aserrada, de las cuales 135 presentan fracturas de color homogéneo. Respecto a los huesos craneales, estos son en su mayoría fracturas aserradas, con solo cuatro casos donde las fracturas son escalonadas. La mayor parte de estos materiales tienen un color homogéneo entre sus fracturas y el resto del hueso, con solo cuatro excepciones.

Anfibios. En este grupo, las fracturas aserradas son más abundantes en huesos planos, en particular en los extremos posteriores de los frontoparietales, (NISP=20), de los cuales 15 especímenes presentan un color homogéneo. Otra morfología de fractura es la escalonada, la que es también más frecuente en la misma porción del frontoparietal, con 3 especímenes registrados. El tercer tipo de fractura a mencionar es el columnar, ubicada en huesos largos.

Aves. Se registran fracturas secas en varios tipos de huesos largos, mientras que las fracturas aserradas se concentran en los huesos planos. Para las fracturas escalonadas, la mayor frecuencia la tienen también los huesos planos de la articulación del ala, con una predominancia de fracturas antiguas, aunque las fracturas columnares también son frecuentes. Muy pocos especímenes tienen una fractura de color heterogéneo.

Mamíferos. Estos restos se encuentran altamente fragmentados, abarcando numerosos fragmentos craneales, y en mayor proporción, elementos de huesos largos. También hay una distribución relativamente uniforme de huesos planos y dientes, en los que la morfología de fractura más abundante es la aserrada, mayoritariamente de coloración heterogénea.

Huesos en estado fresco.

En el registro de TT-1, 808 especímenes óseos presentan fracturas en estado fresco, lo que equivale a un 32.34% respecto al total. Estas fracturas no son tan frecuentes como las en estado seco, pero cuando se observan, predomina una morfología de fractura transversal con coloración homogénea al resto del hueso (Figura 27).

Peces. En este conjunto se registraron 59 especímenes, de los cuales, cuatro son de *Odontesthes* sp. Los huesos de pejerrey presentan fracturas transversales, con una coloración homogénea. En los restantes especímenes de peces, predominan las fracturas transversales elementos de color homogéneo, abarcando elementos craneales y postcraneales.

Anfibios. En esta categoría se registran 118 especímenes, de los que 110 corresponden a *C. gayi*. Las unidades anatómicas más representadas son elementos del cráneo. Gran parte de las fracturas son transversales, con algunas con forma de V invertida y otras helicoidales. Mientras 100 de los especímenes tienen fracturas con un color homogéneo, hay 18 con un tono heterogéneo. Para Bufonidae, se registran 8 elementos con fracturas transversales y de color homogéneo. En tanto para los anuros indeterminados, 104 especímenes presentan la misma tendencia observada.

Aves. Las fracturas se distribuyen de manera similar entre las de morfología transversal y las con forma de "V" invertida. Todas ellas presentan un color de fractura homogéneo al resto de la superficie ósea. También hay un marcado contraste en la frecuencia de fracturas de color homogéneo con las heterogéneas, donde estas últimas son muy pocas.

Mamíferos. Solo ocho especímenes presentan fracturas frescas, donde la morfología más frecuente es la de tipo helicoidal. Todas ellas tienen una coloración homogénea. La mayoría de los elementos postcraneales, que también tienen una alta frecuencia de la morfología transversal.

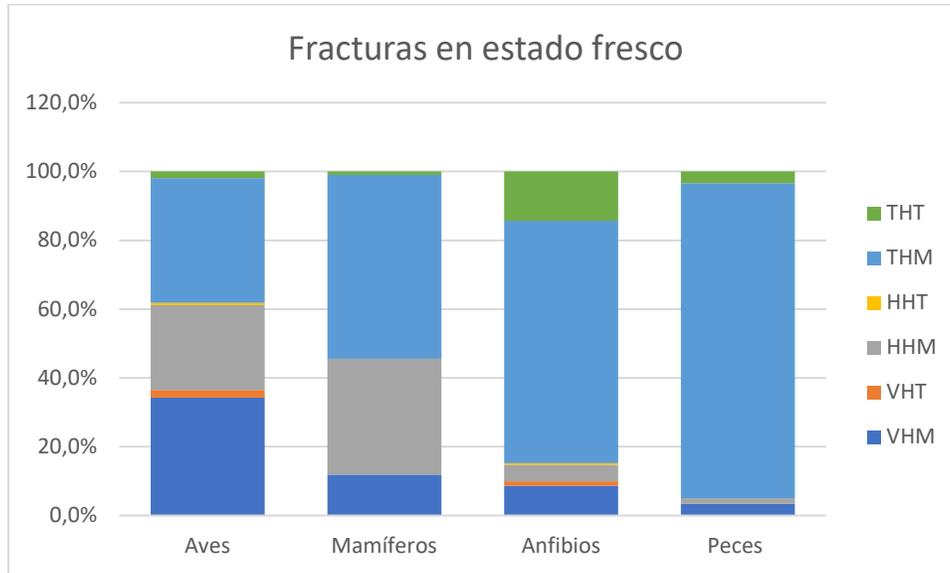


Figura 27. Proporción relativa (%NISP) de especímenes con distintas morfologías y coloración de fracturas en estado seco, según cada grupo taxonómico. THT= Fractura transversal con coloración homogénea. THM= Fractura transversal con coloración heterogénea. HHT=Fractura helicoidal con coloración heterogénea. HHM= con coloración homogénea. VHT= Fractura V-shaped con coloración heterogénea. VHM= Fractura V-shaped con coloración homogénea

5.2.2.3. Índices de fragmentación para micromamíferos (Andrews, 1990):

Con el fin de identificar si los conjuntos de fauna menor pudieron ser acumulados por depredadores, los índices de fragmentación fueron utilizados para roedores medianos caviomorfos, los que abarcan aquellos pertenecientes a las familias Abrocomidae y Octodontidae. Para este fin se compararon los valores obtenidos con los de Andrews (1990).

Perfil de fragmentación de mandíbulas y cráneos.

El primero de estos índices es el de fragmentación de cráneos y mandíbulas. Andrews (1990) define cuatro estadios para cada elemento, codificado alfabéticamente en un rango de intensidades de fragmentación [A-D], dónde "A" corresponde a intacto y "D" es muy fragmentado, con una pérdida importante de algunas porciones. En el conjunto de TT-1 (Anexo 2, Figura 1), se obtuvo que, en el caso de las mandíbulas, un 18% cae la categoría B, mientras que para la categoría C un 41%, y de forma idéntica en D también se registra un 41%. En tanto para los cráneos, el total de las maxilas fueron adscritas a la categoría D. De acuerdo con lo anterior, los elementos craneales de roedor se encontrarían altamente fragmentados, con una fuerte concentración en las categorías de mayor daño. Este perfil

correspondería de acuerdo con lo propuesto por Andrews (1990), a un patrón de acumulación por rapaces diurnas.

Proporción relativa de elementos postcraneales en razón a los craneales.

Al medir la razón entre elementos craneales (mandíbula + maxila) y postcraneales (fémur + húmero). Los valores fueron comparados con aquellos presentados por Andrews (1990), a través de gráficos de dispersión, donde uno de los ejes denota los valores obtenidos y el otro el Ri (Anexo 2, Figura 2 izquierda). Los resultados se asemejan a los conjuntos producidos por rapaces diurnos, como un águila (*Aquila verreauxii*).

Proporción completitud húmero y fémur.

Los valores del índice que compara la completitud del húmero con el fémur sugieren valores similares a los obtenidos para zorro (*Vulpes vulpes*), mustélidos (*Martes martes*) y rapaces diurnas como los aguiluchos (*Circus cyaneus*), según lo propuesto por Andrews (1990), (Anexo 2, Figura 2 centro).

Proporción relativa de elementos apendiculares distales

En tanto a los valores obtenidos de la razón entre el miembro apendicular anterior (húmero + ulna) y el posterior (fémur + tibia), junto al promedio de abundancia relativa (Ri) se ubican cercanos a los valores propuestos por Andrews (1990) para mustélidos y zorros. (Anexo 2, Figura 2, derecha).

Perfil de fragmentación postcraneal

Se generó un valor para estimar el grado de fragmentación de los distintos elementos anatómicos que componen cada miembro apendicular, considerando la razón entre los segmentos que componen a estos huesos, sean epífisis, así como también las diáfisis. Respecto a la comparación de dicho punto con lo ilustrado por Andrews (1990), este perfil de fragmentación se asemeja a lo registrado para aves rapaces, una diurna (*Bubo africanus*) y la otra nocturna (*Strix aluco*), (Anexo 2, Figura 3, izquierda).

Proporción de completitud de epífisis.

Para los índices de preservación de las epífisis proximales y distales de húmero, el punto generado al ser comparado con lo ilustrado por Andrews (1990), es similar a la actividad de *Strix aluco*, junto a rapaces diurnas como el aguilucho ya mencionado. Simultáneamente, al ejecutar el mismo índice en el fémur, el punto localizado al ser contrastado con lo propuesto con Andrews (1990), excede lo registrado para carnívoros el zorro y mustélidos (Anexo 2, Figura 3, derecha superior e inferior).

5.2.3. Modificaciones culturales:

5.2.3.1. Huellas de corte y raspado.

A pesar del alto número de especímenes que componen la muestra estudiada, solo 41 presentan marcas de origen antrópico, que corresponden a huellas de corte, (Tabla 11) (Figura 29), equivalentes a un 1.6% del conjunto total. La mayor parte se registra en huesos de aves anátidas. También se identificaron en un pez, en rana chilena (*C. gayi*), y mamíferos como el zorro culpeo (*L. culpaeus*) y coipo (*M. coypus*), las que, en total, aun siendo escasas, abarcan todas las clases taxonómicas, a excepción de los reptiles.

Clase	Taxón incluido	NISP
Peces	Indet.	1
Anfibios	<i>C. gayi</i>	5
Aves	Anatidae Podicipedidae	31
Mamífero	<i>L. culpaeus</i> <i>M. coypus</i> Caviomorpha	4
Total		41

Tabla 11. Resumen de la composición taxonómica y frecuencias de los especímenes óseos con huellas de corte.

Peces: El conjunto de peces presenta una vértebra torácica con una huella de corte, localizada en su *centrum*. Esta marca está orientada transversalmente al eje del hueso, y tiene sus bordes redondeados, este último efecto producido por algún agente indeterminado, que además pulió la superficie completa del hueso (Anexo 4, Tabla 19).

Anfibios. Se registraron cinco huesos de *C. gayi* con huellas de corte. Las ubicaciones de estas huellas de corte están asociados a complejos cartilagosos, en el caso de la pelvis de rana (Muzzopappa, 2013), o a punto de articulación de partes anatómicas, como las extremidades. Una sola mandíbula presenta tres marcas transversales al eje del hueso, ubicadas en el cuerpo, en la superficie lateral. La intención de desarticular la mandíbula muestra el deseo de ya sea por el hueso mismo o para acceder a algún órgano de interés, como la lengua, mientras que las otras marcas se relacionan con un patrón que apunta a una actividad de trozado al momento de procesar la carcasa de estos anuros, incluyendo elementos anatómicos como radioulna, pelvis y fémur (Figura 29, Anexo 4, Tabla 20).

Aves. Las huellas de corte registradas se ubican en las superficies articulares y/o de inserción muscular. Estas incisiones indicarían una intención de desarticular el miembro anterior del resto del cuerpo (Figura 28). Adicionalmente, hay un fragmento de sinsacro de Podicipedidae, el cual presenta marcas en su superficie ventral, una posible explicación para su ubicación sería la remoción de vísceras. Además, se encuentran 17 especímenes de aves indeterminadas, que incluyen varios huesos apendiculares, principalmente del miembro anterior y algunos huesos axiales, como la fúrcula y el sinsacro. Estas huellas presentan una ubicación similar a la observada para las aves acuáticas, lo que nuevamente podría estar relacionado con la desarticulación de los miembros apendiculares (alas) de la cintura escapular, junto a la separación del esternón. En el miembro posterior, solo se

registró una epífisis distal de tarsometatarso, con una marca ubicada sobre la troclea, donde se haya una inserción muscular, sugiriendo una intención de remover la pata del ave del resto de la pierna. Además, esta interpretación se refuerza gracias a una falange I posterior, con una huella de corte, lo que podría estar relacionado con la remoción de las patas al igual que en el caso anterior. Cinco costillas registran marcas en la cabeza costal, mientras que cuatro sinsacros tienen marcas de corte y raspado en su superficie ventral, donde se cobijan las vísceras y otros tejidos blandos (Baumel, 1993; Cohen & Serjeantson, 1996), sustentando la idea de que ocurrieron durante la evisceración del animal (Anexo 4, Tabla 21).

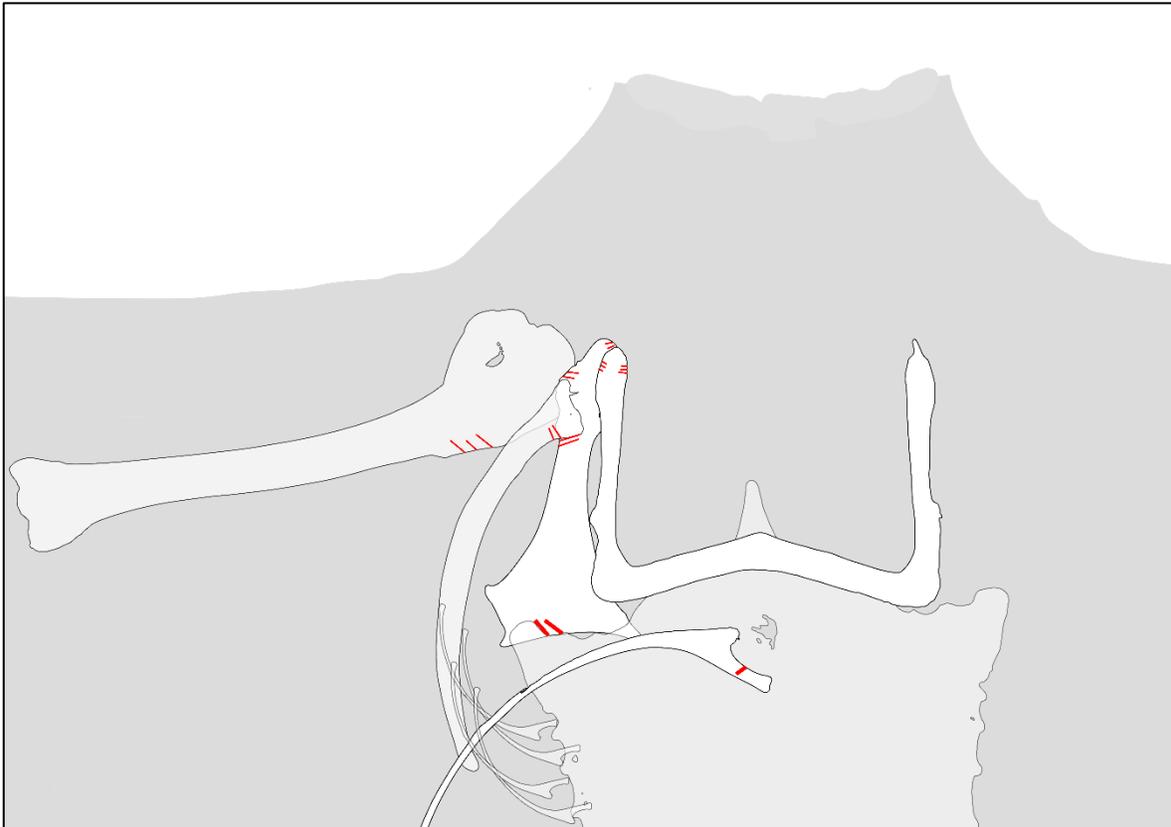


Figura 28. Distribución de todas las huellas de corte registradas para esta región anatómica, considerando a todas las aves registradas. Los huesos cortados incluyen de izquierda a derecha, húmero, escapula, coracoides, fúrcula y debajo, una costilla. Se ilustra de esta manera la intencionalidad de separar el miembro anterior del resto del cuerpo, además de desarticular el esternón.

Mamíferos. Uno de los elementos registrados con huellas de corte es una mandíbula de zorro culpeo (*L. culpaeus*), (Figura 29 y Anexo 5, Tabla 21) Este espécimen presenta cuatro cortes transversales en la sección ventral de la rama mandibular, perpendicular a los alveolos de los molariformes. Estas marcas podrían estar relacionadas a una actividad de despellejamiento del animal, ya que no hay puntos de inserción musculares en esa sección de la mandíbula, y es un lugar idóneo para el descuere de este tipo de animales (Val & Mallye, 2011). Paralelamente, se registra un fragmento de metáfisis proximal de tibia, que por sus dimensiones correspondería a un coipo (*M. coypus*) termoalterado hasta la

carbonización. Este espécimen concentra muchas incisiones tanto de corte como de raspado en su superficie externa, además de huellas de uso y considerando la cantidad de marcas, la ubicación anatómica y la termoalteración intensa, no parecen reflejar una intención de aprovechamiento cárnico, sino que más bien la posible manufactura y descarte de un artefacto óseo. En el caso de los roedores caviomorfos, solo se identificaron dos costillas con incisiones en su superficie ventral y dorsal, respectivamente, posiblemente ejecutadas durante la evisceración (Anexo 5, Tabla 21).

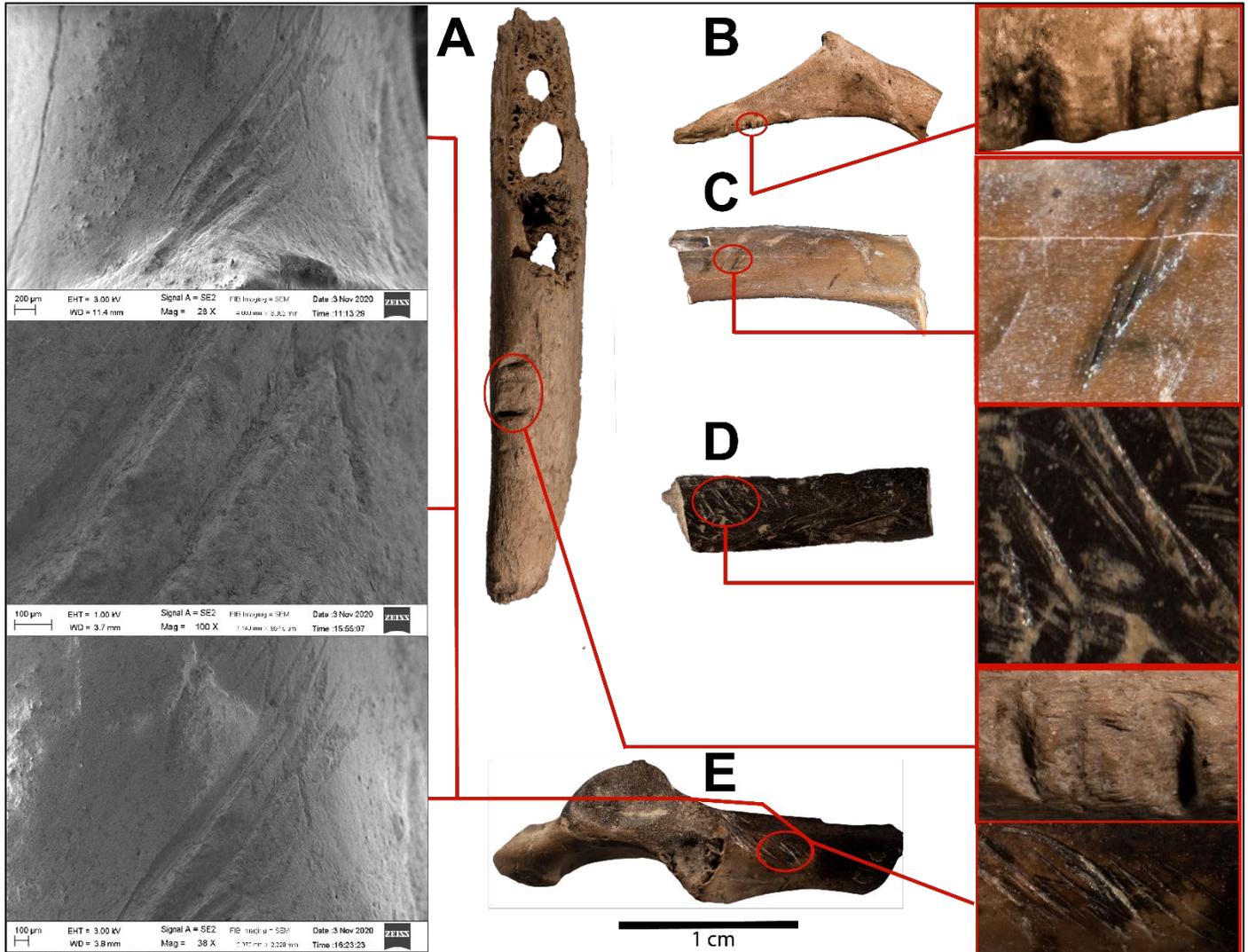


Figura 29. Algunos de los huesos de fauna menor con huellas de corte, raspado y formatización y sus respectivos aumentos señalizados. A) Superficie ventral del cuerpo mandibular de *L. culpaeus*, con huellas de corte asociadas a actividad de despellejamiento) Faceta articular de una fúrcula de Anatidae, con marcas de corte producidas durante la desarticulación de la extremidad anterior. C) Sección caudal de la rama iliaca de una pelvis de *C. gayi*, con huellas de corte asociadas a la desarticulación de la extremidad posterior. D) Metáfisis proximal de tibia de *M. coypus*, con termoalteración de nivel III, huellas de corte, raspado y de uso, por lo que este fragmento formó parte de un hueso formatizado como artefacto. E) Epífisis proximal y diáfisis de coracoides de *Anas* sp. con termoalteración de nivel II y múltiples marcas de corte debajo de la faceta humeral, también asociado a la desarticulación del ala. Para este último espécimen, se incluyen detalles SEM de estos cortes.

5.2.3.2. Termoalteraciones

Para el caso, de TT-1, se contabilizan 580 especímenes óseos termoalterados, lo que corresponde a un 23.21% respecto al total. Los que presentan diversas intensidades de termoalteración (Figura 30), especificadas en la metodología.

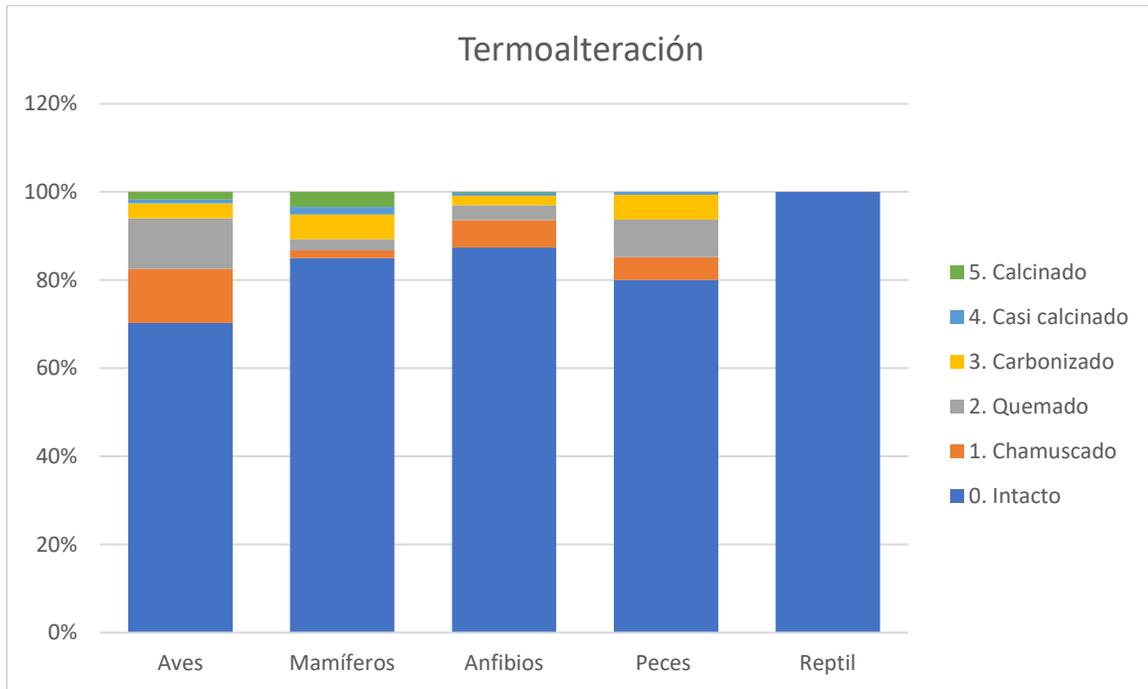


Figura 30. Proporción relativa (%NISP) de las frecuencias de niveles de intensidad en termoalteración, según cada grupo taxonómico.

Peces. Los peces del sitio cuentan con 61 huesos quemados. Tres de estos especímenes pertenecen a *Odontesthes* sp. y que corresponden a un cuadrado y dos preopérculos con una tinción producida por fuego, que cubre toda su superficie. Los demás peces, indeterminados más allá del nivel de clase, registran 58 huesos quemados, 42 fragmentos vertebrales, y 16 de huesos craneales (Figura 32 y Anexo 4, Tabla 23).

Anfibios. Se registran 21 huesos quemados de *C. gayi* presenta 21, incluyendo numerosos huesos craneales seguidos por elementos de la cintura escapular y también de la pélvica, además de vertebras. El patrón de quemado de estos elementos es de bordes angulosos en la superficie de los huesos, o proyecciones óseas quemadas como el proceso transversal y el espinoso. También hay bufónidos termoalterados, así como también anuros indeterminados, que comprenden diversos elementos de todas las regiones anatómicas del esqueleto, con termoalteraciones de todo el espectro de niveles, que se focalizan en su mayoría en algún extremo o superficie angulosa, como las epífisis o los bordes de los huesos planos (Figura 31, 32 y Anexo 4, Tabla 24).

Aves. Los anátidos alcanzan el mayor número de huesos quemados, Dentro de los anátidos, hay cuatro huesos de *Anas* con quemaduras y también un tarsometatarso completo de *A. flavirostris*, con termoalteración de nivel II en toda su superficie, excepto en

las facetas articulares, por lo que la modificación ocurrió mientras este elemento se encontraba articulado con otros huesos. Un patrón similar se observa en tres húmeros de *A. georgica*. En el caso de *L. specularioides*, se observan dos extremos distales de coracoides, uno quemado en un grado I y otro en grado V, ambas modificaciones localizadas en la faceta esternal, por lo que esta exposición debió ocurrir una vez que el miembro anterior estuviese desarticulado del resto del cuerpo. Los restos de anátidos indeterminados presentan diversas unidades anatómicas con indicios de termoalteración, con quemaduras concentradas en las epífisis y bordes angulosos, con rangos de intensidad que cubren todo el espectro, en su mayoría ubicados entre el I y el II.

Otras aves quemadas son *Fulica* sp. con termoalteración en la metáfisis distal y parte de la diáfisis de un húmero. También hay un Podicipedidae indeterminado, representado por un coracoides quemado en su mitad proximal, con una modificación de grado I y un tarsometatarso quemado en un grado II, en su epífisis proximal. El resto de los especímenes termoalterados de aves indeterminadas, está representado por numerosos y diversos elementos que cubren todas las regiones anatómicas del esqueleto aviar, con una cobertura de todo el espectro de grados de termoalteración presentes. Se mantiene en este subconjunto el patrón de quemaduras observado en el resto de las aves, focalizado en epífisis y bordes angulosos por sobre otras superficies (Figura 31, 32 y Anexo 4, Tabla 25 y 26).

Mamíferos. Entre los restos termoalterados de mamíferos, se incluyen dos molares de *M. coypus* intensamente modificados, junto a un calcáneo y a la metáfisis proximal de una tibia del mismo taxón. Los grados de intensidad para estos elementos es alta, desde II a IV (Figura 31, 32 y Anexo 4, Tabla 26). Entre los caviomorfos, hay varios huesos largos quemados en intensidades moderadas. En el conjunto de roedores de indeterminados se registran dos huesos cortos, con quemaduras focalizadas en sus bordes angulosos, 13 huesos largos de los miembros tanto anteriores como posteriores, con termoalteraciones en sus epífisis y cerca de líneas de fractura, junto a huesos planos del cráneo y pelvis, donde las termoalteraciones se focalizan en sus carillas articulares y superficies angulosas. A nivel específico, se identificó un premolar inferior aislado de *O. bridgesii* termoalterado en la superficie lateral de la corona, en su porción alta, donde se emplaza la superficie oclusal del diente, por lo que la exposición al fuego ocurrió mientras el diente se encontraba *in situ* en la mandíbula. También se registra una sínfisis mandibular de *Octodon* cf. *O. lunatus*, con quemaduras en su superficie ósea, junto a un molar I *in situ*, modificada en grado III. Paralelamente, se identifican 9 especímenes de *O. degus*, que corresponden a cuatro dientes y cinco elementos craneales. En los molares quemados se repite el patrón de una superficie lateral superior oclusal termoalterada, como se observó en *O. bridgesii*, y así también en los dientes *in situ* de los huesos planos del cráneo, como en el caso de la maxila. Pareciera ser una tendencia general el hecho de que los roedores medianos quedaron expuestos a la acción térmica mientras sus dientes estaban anclados en sus respectivos alveolos, por lo que no fue mucho después de la muerte de estos individuos. Estos especímenes presentan un rango de intensidad entre II y V. Entre los cricétidos, se detectaron un par de dientes termoalterados moderadamente (Figura 31, 32 y Anexo 4, Tabla 26).

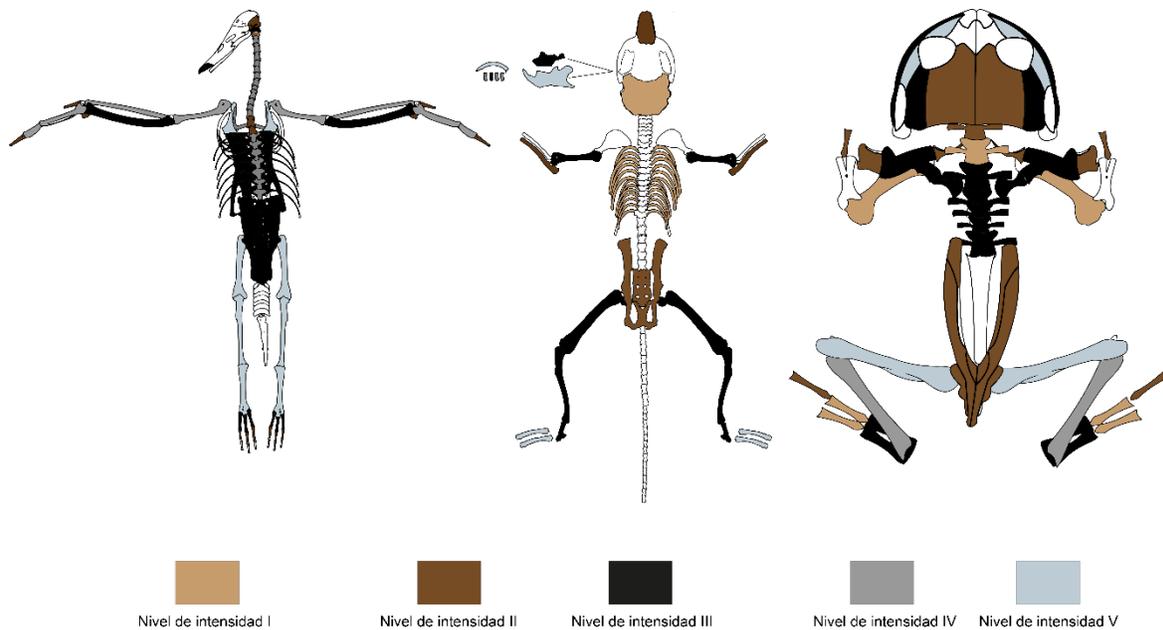


Figura 31. Distribución de los diversos grados de termoalteración identificados. Esqueletos de vertebrados menores de TT-1. Los colores denotan la intensidad. Para las unidades anatómicas representadas en la figura se consideró el nivel termoalteración más alto registrado.

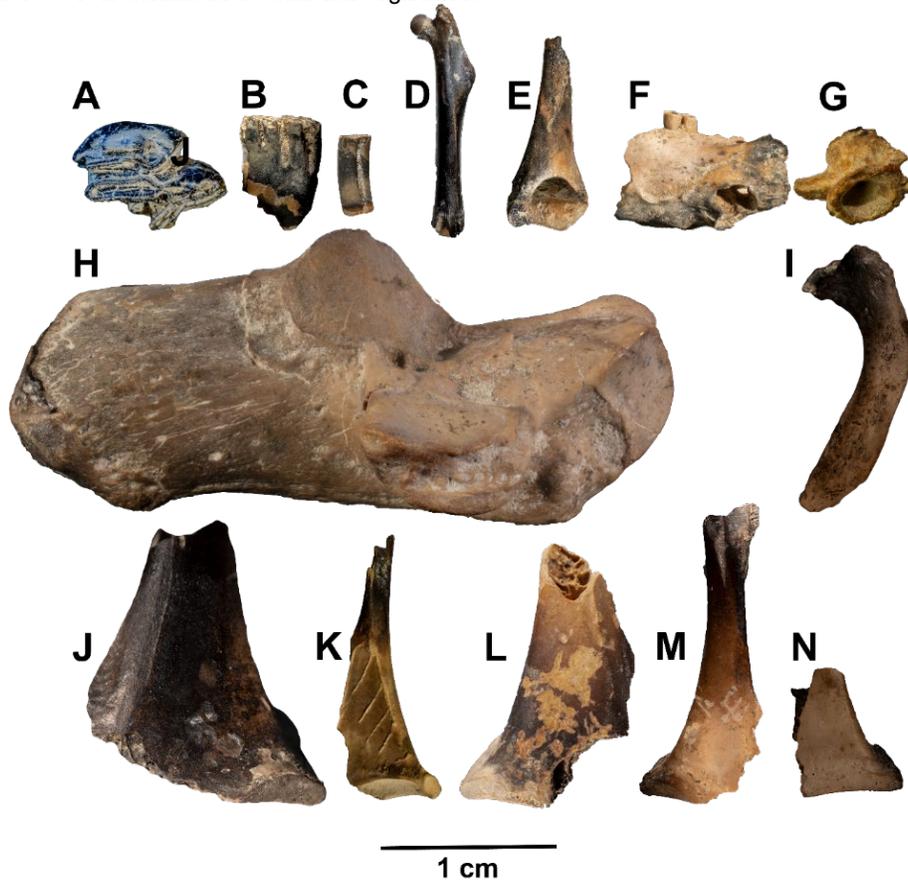


Figura 32. Algunos de los huesos de fauna menor modificados por termoalteración. A y B) Molares de *M. coypus*, C) Molar de *O. degus*, D y E) Fémur y húmero de roedor caviomorfo mediano. F) Mandíbula de *Octodon cf. O. lunatus*, G) Centro vertebral de Actinopterygii, H) Calcáneo de *M. coypus*, I) Clavícula de *C. gayi*. J, K, L, M y N) Coracoides de anátidos.

Capítulo sexto: Discusión y conclusiones.

6.1. Discusión: Un ecosistema al alcance de la mano.

La riqueza y diversidad de recursos que albergó la laguna de Taguatagua posiblemente no se encuentre representada en su totalidad en el conjunto analizado, pues muchos otros vertebrados debieron habitarla, de los cuales no hay registro, junto también a invertebrados, de los que se conocen principalmente los gastrópodos. ¿Pero y los insectos, junto a todo el potencial conjunto de recursos vegetales acuáticos y terrestres? De momento, los materiales faunísticos de TT-1 permiten aproximarse a estos otros recursos a partir de aspectos como la dieta de las taxa que han sido identificadas y su etología. A partir de ellos se intentará reconstruir este rico ecosistema, que fue aprovechado por las bandas de cazadores recolectores más antiguas registradas en la región (Labarca et al., 2020; Núñez et al., 1994).

Los peces lagunares tienen una dieta variada y en el caso de *Odontesthes* sp. (pejerrey) se alimenta principalmente de pequeños crustáceos y larvas de insectos. Los ejemplares de mayor tamaño son capaces de depredar otros peces, y también caracoles dulceacuícolas (Arismendi & Penaluna, 2009), como *B. taguataguensis*. Considerando la abundancia de los gastrópodos en el registro faunístico de TT-1, estos debieron haber sustentado una abundante población de peces, y, sin embargo, son superados por las aves en este conjunto zooarqueológico. En la superficie inmediata del agua, y especialmente en la ribera, se debió desarrollar una extensa red de insectos, los que a su vez, habrían proliferado en medio de densos parches de vegetación de ribera, como juncos y totoras, según el registro palinológico (Valero-Garcés et al., 2005; Villagrán, 2018; Villagrán & Varela, 1990). Más allá de la ribera, tierra adentro, bosques de *Nothofagus* habrían dominado el paisaje. Entre los árboles, pequeños mamíferos como *Abrothrix* cf. *A. longipilis*, *A. bennettii* y *Thylamys* sp. (Buldrini et al., 2013; Labarca et al., 2020), habrían aprovechado sus alimentos predilectos, hongos, insectos, frutos, tallos y otros (Iriarte, 2007). Mas cerca del suelo, una vegetación arbustiva habría cobijado a numerosas colonias subterráneas de roedores como *O. degus* y *S. coypus* durante el día, y a los más solitarios *O. bridgesii* junto a *Octodon* cf. *lunatus* durante el crepúsculo y entrada la noche. En las laderas de los cerros, roedores como *A. bennettii* y *A. fuscus* también habrían proliferado. Aves rapaces egagrópilas, cuya acción coincide con los perfiles de digestión observados en los dientes de roedor, habrían depredado a estos mamíferos, especialmente de noche, mientras que en el día otros rapaces, como *Milvago chimango* (Labarca et al., 2020) y *Geranoetus melanoleucus*, se habrían alimentado durante el día, no solo depredando mamíferos, sino que también otras aves, como *Zenaida* sp., además de otros Columbiformes, Passeriformes, Anseriformes, Gruiformes, y Podicipediformes.

De igual forma, en los lugares de nidificación, posiblemente en los famosos chivines ya descritos en tiempos históricos, se fueron renovando los polluelos de las aves identificadas. Debió ser de tal magnitud la abundancia de aves en torno a la laguna, que un individuo de Oxirini se fracturó una pierna y aun así, pudo sobrevivir lo suficiente como para que la herida

sanase, sin que los depredadores diesen con esta presa fácil en medio de tantas opciones alimenticias disponibles. En las aguas de la laguna, no solo se encontraban aves en la superficie del agua, sino que también roedores como *S. cyanus* (Hickman, 1988) y *M. coypus*. El coipo también aprovechaba la ribera para establecer sus galerías y reproducirse, donde individuos muy juveniles hallaron la muerte, entre los polluelos de aves acuáticas. Es probable que uno de los responsables fuera *L. culpeaus*, que es hasta el momento, uno de los depredadores de mayor jerarquía en el ecosistema de TT-1, después del ser humano. Dentro de este selecto grupo de depredadores tópe también se considera a *C. gayi*, un enorme anuro que habría depredado un amplio espectro de presas, que abarcaba aves, roedores, e incluso otros individuos de su especie (Charrier, 2019). Por su parte, la dieta de la megafauna extinta es un tema en constante cambio a medida que nuevos antecedentes van surgiendo de nuevos análisis isotópicos (González-Guarda et al., 2018; Villavicencio et al., 2019). No obstante, es importante tener en cuenta el impacto de la megafauna en el paisaje, a través de drásticos cambios, como la deforestación paulatina de senderos y claros, en donde animales de gran tamaño como los gonfoterios, habrían transitado y modificado el paisaje. Posiblemente cuando estos animales perecían, hacían su aparición aves carroñeras, como el posible cathartido determinado en este conjunto faunístico.

6.2. Las trayectorias tafonómicas de TT-1.

Los resultados obtenidos a partir del análisis tafonómico permiten inferir las trayectorias tafonómicas de cada clase de vertebrados, y por, sobre todo, ayudar a develar la identidad de los agentes acumuladores involucrados.

Peces: La tafonomía de los peces de TT-1 revela una serie de modificaciones que fueron ocurriendo desde la muerte de los individuos, por lo menos a través de dos vías de depositación. En primer lugar, la depositación de los peces habría sido principalmente subacuática y rápida. La primera corresponde a una depositación producida por eventos de mortandad que habrían acumulado naturalmente los huesos y esto se apoya en una no menor proporción de huesos redondeados y pulidos (25% respecto al NISP de Actinopterygii), modificación acorde a lo descrito para los efectos de la acción conjunta de agua y sedimento. Esta abrasión modificó particularmente las superficies más angulosas y externas de los elementos anatómicos, especialmente las vértebras, mientras que las carillas articulares no fueron modificadas, por lo que esto ocurrió mientras el esqueleto aún presentaba cierto grado de articulación. Estos efectos se habrían generado mientras el espacio de TT-1 estuvo sumergido, condición que no requiere una inmersión prolongada en el tiempo, ya que esta playa lacustre ha sido caracterizada como anegadiza (Varela, 1976), y eventuales inundaciones de la línea de costa en las que se depositaron los materiales habría sido suficiente para generar estos cambios. Es posible que, en este contexto, se hubiesen producido modificaciones con una frecuencia muy baja, como la corrosión acuática con blanqueamiento en algunos casos, bioerosión y radículas producidas probablemente por algas. El lago y la ribera debieron haber tenido una densa cobertura tanto de algas como de vegetación de ribera, cuya biomasa al decaer, aporta cierto grado de acidez al agua (Fernández-Jalvo & Andrews, 2016), junto a los

componentes minerales que ingresan a la laguna desde los afluentes, que explicarían estos muy conspicuos casos de corrosión. Aun así, hay dos modificaciones que son mucho más frecuentes tanto en la ictiofauna como en el resto de los vertebrados registrados, que son las tinciones tanto por ácidos húmicos como por decantación de dióxido de manganeso (MnO₂).

La otra vía de depositación es una acumulación de peces debido a la acción de depredadores mamíferos. Aunque las huellas de depredación en peces son bajas (2.4% respecto al NISP de Actinopterygii), es importante considerar los indicios de compresión mecánica en varios casos, lo que produjo la deformación de algunos centros vertebrales. Este efecto tafonómico ha sido registrado como producto de la masticación ejecutada por mamíferos, como en el caso de las nutrias (Guillaud et al., 2017; Nicholson et al., 2018). En TT-1 solo hay dos potenciales candidatos hasta ahora: *L. culpaeus* (Torés, 2007) y *Homo Sapiens*. También hay que mencionar que se hizo una prueba de correlación de Spearman para evaluar la atrición por densidad mineral ósea, y esta resultó positiva, aunque poco significativa, por lo que la densidad no está influyendo en la preservación de unidades anatómicas de pez (Anexo, Figura 7).

Anfibios: Respecto a los anuros de la laguna, estos habrían sido muy abundantes, especialmente *C. gayi*, en base al amplio registro que tienen en TT-1, el que también es muy diverso en su composición etaria con todos los estadios ontogenéticos representados. Ahora bien, ¿cuál es la historia tafonómica de los restos de anuro? La acumulación de estas carcasas habría sido un proceso diacrónico con más de un agente involucrado. La mayor parte de la muestra está compuesta por individuos juveniles, los que tuvieron una mortandad mayor a la de los adultos. Esto podría deberse a la mayor susceptibilidad de estos individuos ante depredadores o estrés ambiental. La opción de un ingreso por depredación es débil, pues hay una bajísima frecuencia de marcas de carnívoros y de corrosión de ácidos digestivos, con solo doce especímenes mostrando alguna de estas modificaciones, lo que equivale a un 2.55% respecto al NISP de anuros. Las muertes naturales de anuros son bajas, ya que entre un 80 y 95% de una puesta de huevos puede sobrevivir (Acuña. P. et al., 2014; Govindarajulu & Anholt, 2006), y considerando que pueden llegar a poner cerca de 10000 huevos, es una alta tasa de supervivencia para los individuos juveniles (Charrier, 2019). En tanto a la depredación no parece haber tenido un impacto muy grande en las poblaciones de anuros, lo cual tiene mayor sentido considerando que el taxón *C. gayi* es un importante depredador en el ecosistema. Teniendo en cuenta lo anterior, parece plausible que el factor gatillante de la mortandad de anuros hayan sido presiones ambientales relacionadas con la abundancia de alimentos vegetales, cuyo aporte en la dieta de individuos juveniles tiene una gran importancia (Charrier, 2019), y/o cambios abruptos en el hábitat como sequías o refracciones de bordes de costa. Esto es cotejable con el fin del estadio interglaciario que caracterizó a TT-1, en el que el aumento de las temperaturas hacia un ambiente más mediterráneo tuvo un impacto en la cubierta vegetal en la ribera de la laguna, particularmente por una baja en la abundancia de *Chenopodiaceae* (Valero-Garcés et al., 2005), que, a su vez, perjudicase a los anuros.

Por otro lado, la mayor parte de las carcasas muestran evidencias de un enterramiento rápido, ya que modificaciones como la meteorización y el pisoteo tienen una baja

frecuencia, con 28 especímenes en total, lo que es menos del 6% del NISP de anuros. Respecto a otras modificaciones, los procesos de tinción de ácidos húmicos y manganeso cubren todas las superficies posibles, tiñendo el hueso en el subsuelo. Muchas de las fracturas de anuro presentan redondeo, pulido, o algún tipo de corrosión, que afecta además otras superficies como las facetas articulares, dando cuenta de su ocurrencia en un momento posterior a la desarticulación de los esqueletos. Una vez depositados los huesos, tanto la corrosión como la acción de radículas, tuvieron una actividad prolongada en el tiempo, teniendo en cuenta que más de la mitad de estas tienen una coloración heterogénea respecto al resto de la superficie ósea. Varios de estos elementos tienen fracturas postdepositacionales, donde ha sido posible reconstruir unidades anatómicas como el cráneo de un solo individuo, identificada como tales por presentar coloración y modificaciones idénticas en todos sus fragmentos, por lo que refuerza la interpretación de que parte de las carcasas se enterraron completas o articuladas, y paulatinamente se disgregaron y fragmentaron.

Reptil: En tanto a los huesos de la culebra cf. *Philodryas* sp., presentan modificaciones como tinción y redondeo, que junto a un bajo valor NISP, permiten evaluar que su depositación habría sido fortuita.

Aves: Por su parte, para las aves del sitio se identifican por lo menos tres vías de acumulación tafonómica, la primera por muertes naturales, la segunda por depredadores y la tercera por actividades antrópicas. Respecto a las muertes naturales, estas estarían sustentadas en la presencia de varios huesos completos o semi completos que no presentan ningún indicio de depredación, por lo que la muerte de dichos individuos debió haber sido carente de violencia. Por su parte, la acumulación por depredación se sustenta principalmente en las marcas de ácidos digestivos identificadas en múltiples especímenes, las que, además, según su grado de intensidad, plantean que varios depredadores habrían actuado, desde rapaces a carnívoros. De esta manera, las aves acuáticas, los Columbiformes y los Passeriformes habrían sido una presa común entre estos agentes, particularmente de las aves rapaces, ya que el zorro no las consume con frecuencia (Iriarte, 2007; Torés, 2007), por lo que eventualmente el humano o algún otro mamífero no identificado parecen ser los responsables de la acumulación de huesos de aves extremadamente digeridos. Las carcasas habrían tenido en general una depositación rápida, aunque en algunos habrían persistido lo suficiente en superficie como para ser modificados por meteorización, aunque en bajas intensidades.

Posteriormente, modificaciones como las radículas y tinciones habrían actuado por lo general, en un ambiente subterráneo, en el que paulatinamente modificaron las superficies óseas a medida que estos esqueletos iban desarticulándose, como sugieren varios huesos que, aunque están bastante teñidos, hay secciones claves que rompen la regla, como las facetas articulares, que no fueron modificadas. Esto refuerza que entre los depredadores hubo rapaces que no destruyeron el esqueleto, como si ocurre en el caso de los carnívoros, que por la masticación destruyen gran parte de los huesos, o que también hubo una alta tasa de muertes naturales, en la que los esqueletos quedaron intactos por un buen tiempo. Los eventos de tinción de dióxido de manganeso no habrían sido en un momento discreto, sino que por un largo tiempo fue decantando en huesos, como se observa en radículas de

diversos tonos en los que las motas de manganesos se solapan. Las radículas por su parte dan cuenta de un amplio rango cronológico en el que fueron superponiéndose entre las de color homogéneo con las de color heterogéneo. Algunos de los esqueletos de aves habrían permanecido en condiciones de inmersión por algún tiempo, donde la corrosión acuática, bioerosión, y agrietamientos descritos para esta situación (Fernández-Jalvo & Andrews, 2016), plantean que las fluctuaciones de la línea de costa de la ribera habrían sido un factor condicionante en la modificación de las carcasas a través del tiempo. Posiblemente las aves arborícolas habrían sido acumuladas de manera incidental, considerando su baja frecuencia en el registro. A las aves también se les aplicaron dos perfiles de atrición por densidad mineral ósea (Anexo, Figura 5 y Figura 6), y ambas resultaron negativas y poco significativas, por lo que la densidad no está influyendo en la preservación de las unidades anatómicas de este taxón.

Mamíferos menores: Otro caso es el de los mamíferos pequeños, que también tendrían tres vías principales de acumulación de restos óseos, uno por muertes naturales, una segunda vía por agentes naturales y otra por agentes culturales. Las muertes naturales se identificaron a través de los mismos indicadores observados para las aves, aunque en el caso de los roedores posiblemente ocurrió en las galerías de sus madrigueras. Sin embargo, aunque esto resulta a lo menos llamativo en una playa anegadiza, puesto que roedores como *S. cyanus* y *O. degus* escogen suelos bien drenados al momento de construir sus madrigueras (Iriarte, 2007). El ingreso por agentes naturales está evidenciado fuertemente en los rastros de ácidos digestivos detectados en dientes y huesos. Estos presentan una amplia diversidad de grados de corrosión, que se asocian a más de un depredador, lo que sugiere una combinación entre aves rapaces, carnívoros y posiblemente seres humanos (Andrews, 1990; Fernández et al., 2017; Montalvo & Fernández, 2019). Una forma de evaluar la intervención de agentes acumuladores fue a través de los índices propuestos por Andrews (1990) para roedores. Estos índices apuntaron de manera reiterativa a la agencia de un ave rapaz diurna y de algún carnívoro. En menor medida, también se asemejan a los efectos producidos por rapaces diurnos, y destaca, la participación de un mamífero que supera el nivel de fragmentación producido por los cánidos y mustélidos. El perfil generado por el zorro rojo (*Vulpes vulpes*) en el estudio de Andrews (1990) podría ser atribuido en el caso de TT-1 a algún canido como *L. culpaeus*, que además fue recuperado en el conjunto. Entre los strigiformes, el nuco (*Assio flammeus*), ave presente en el estudio de Andrews, así como también en Chile central, junto a aves como el águila mora (*G. melanoleucus*), tiuque (*Milvago chimango*), tucúquere (*Bubo virginianus magellanicus*) y la lechuza de granero (*Tyto alba*), son posibles candidatos que podrían haber acumulado el registro de roedores. Al considerar también el perfil de fragmentación de epífisis de huesos largos, donde el punto calculado excedió el daño de los carnívoros, sería factible mencionar que el ser humano pudo haber sido el responsable de esa peculiar acumulación, más aún al tener en cuenta los perfiles tafonómicos culturales que se mencionarán a continuación, que incluyen datos relevantes para la discusión.

También se midió la densidad ósea de los roedores caviomorfos, y en base a una correlación de Spearman que resultó positiva y significativa (Anexo 3, Figura 4), es posible afirmar que el conjunto óseo de roedores fue afectado por la incidencia de la densidad

mineral ósea de cada unidad anatómica. Esto habría influido en la mayor preservación de algunas porciones anatómicas por sobre otras, por lo que es necesario tener precaución al momento de evaluar la fragmentación y preservación de los esqueletos de caviomorfos.

Una particularidad con relación a la acumulación de los mamíferos menores del sitio es que se ha detectado una diferencia en las trayectorias tafonómicas condicionada por la masa del mamífero en cuestión. Así, los mamíferos menores grandes, como *L. culpaeus* y *M. coypus* habrían sido más propensos a una meteorización más intensa, mientras que los roedores de menor tamaño presentaron estadios de meteorización más bajos. El agrietamiento, partición y decoloración de estos especímenes ocurrió en superficie, pero son pocos los casos (18% respecto al NISP de mamíferos), en comparación al resto de los especímenes de Mammalia, que tuvieron un enterramiento rápido, que evitó la exposición. Algunos huesos habrían estado en algún momento sumergidos en el agua, donde el microfilm bacteriano generó bioerosión en algunos especímenes, como por ejemplo en una mandíbula de *A. bennettii*. Otra corrosión frecuente es la generada por las radículas, las que habrían actuado por largo tiempo, mezclándose las de color homogéneo con las heterogéneas, como se ha observado con especial detalle en los dientes, donde hay algunos modificados en toda su corona, mientras otros que no. Esto es acorde a que las modificaciones ocurren desde que los dientes estuvieron insertos en sus respectivos alveolos, y siguen actuando aun cuando estos se desarticulan.

En síntesis, se ve una secuencia de modificaciones subacuáticas y subterráneas, cuya distribución y extensión dependen directamente del grado de desarticulación de las carcasas. En superficie, modificaciones como la meteorización, corrosión acuática, por bioerosión, radículas y/o abrasión habrían modificado una gran porción de los restos óseos acumulados en el sitio, con un NISP de 2228 especímenes, equivalentes al 89.1% del total de la muestra tafonómica. Probablemente, las condiciones ambientales en las que ocurrió cada modificación tafonómica podían variar con el tiempo, considerando factores como el nivel y extensión del nivel de agua de la laguna, la extensión e intensidad de la cobertura vegetal, la estación del año, los animales transitando en las proximidades, etc. Sin embargo, una característica común para todo el conjunto es que la depositación de los huesos fue relativamente rápida, Aún en aquellos casos en que la meteorización se encuentra más avanzada, la exposición no debió haber superado unos pocos años, según las categorías utilizadas. Lo anterior se relacionaría además con los bajos niveles de meteorización observados (NISP=122) y expuestos al roído (NISP=1).

Una vez depositados, estos restos y dependiendo de su grado de articulación para entonces, habrían sido sujeto de modificaciones como aquellas que tiñen los huesos. Aquí destacan la ocurrencia de la tinción por ácidos húmicos, la que alcanza la más alta representación en el conjunto (88,7%), representando un NISP=2216 especímenes teñidos.

Es importante señalar que en el registro óseo de TT-1, todos los huesos tienen más de una modificación tafonómica, lo que denota una combinatoria de agentes y efectos. A través de esta sección, se ha presentado una secuencia de momentos en la trayectoria tafonómica de cada taxón.

Respecto a los agentes acumuladores que generaron este registro, la gran mayoría de las carcasas pueden atribuirse a agentes naturales, como depredadores en el caso de las aves y roedores, y en tanto los peces y la herpetofauna parecen haber tenido una mayor proporción de muertes naturales que de individuos depredados, considerando la baja frecuencia de modificaciones atribuibles a depredadores.

A continuación, se discute la acción antrópica como agente acumulador y las implicancias de la explotación de la fauna menor.

6.3. Huesos cortados y huesos quemados: recursos a obtener.

Como ya se ha mencionado, las huellas de corte son las marcas más diagnósticas a la hora de evaluar la explotación de recursos faunísticos (M. Cannon & Meltzer, 2004; Lyman, 1994; Mengoni, 1999).

En este sentido, la presencia de una vértebra cortada de pez deja en claro que la pesca de ribera también forma parte de las estrategias de subsistencia. La ubicación de esta huella es en el *centrum* vertebral, en un flanco las parapófisis y la espina neural, da cuenta de que el corte se ejecutó desde la superficie dorsal del pez, en una sección cercana a la mitad del cuerpo del pez. La localización de la huella de corte está directamente asociada a actividades de procesamiento, que incluyen fileteo y trozado de partes anatómicas (Anexo 4, Tabla 19).

En el caso de los anuros, las huellas se ubican en las articulaciones de elementos apendiculares, lo que se relacionaría con un trozado de la carcasa en función de una valorización diferencial para cada porción anatómica. Así, se ha registrado una radioulna cortada en su epífisis distal. Esto permite plantear que los huesos cortos de las extremidades están siendo descartados de la carcasa, y que por algún motivo no se han preservado en gran cantidad. El procesamiento habría favorecido la obtención de unidades anatómicas económicamente relevantes. Respecto a la marca de corte localizada en la cresta deltoidea de un fémur, esta incisión es una evidencia de fileteo, al ser un punto de inserción muscular, que a su vez está estrechamente ligada con los cortes identificados en las ramas ilíacas, donde se haya un complejo cartilaginoso importante más relacionada con la desarticulación de los miembros posteriores (Muzzopappa, 2013). Estos cortes estarían relacionados con una clara intención de desmembrar las extremidades posteriores (Anexo 4, Tabla 20). Estas unidades anatómicas, comúnmente conocidas como ancas, han sido históricamente una porción relevante al ser consumidas por seres humanos, desde la prehistoria hasta el presente (Altherr et al., 2011).

Esta intención de dividir una carcasa en porciones económicamente relevantes es observable también en las aves, en las que la totalidad de las incisiones se localizan cerca de alguna faceta articular, particularmente en la articulación del ala con el pecho y de las porciones distales de las piernas, en la que un tarsometatarso y una falange dan cuenta de una intención de separar la porción plantar de la extremidad (Anexo, Tabla 20). En el caso de la articulación del ala, el coracoides concentra múltiples incisiones en su extremo

proximal, donde articulan las epífisis proximales de la escápula, húmero y fúrcula. Por otra parte, las huellas de corte registradas en la metáfisis proximal de un radio, pudiendo producirse durante la actividad de desplume al intentar acceder a las protuberancias de la ulna en la que se ancla parte importante del plumaje. Finalmente, las huellas en la superficie ventral del sinsacro permitirían inferir actividades de evisceración.

En el registro de mamíferos, se identificaron huellas de corte de distinta índole, primero las aquellas que tienen relación con actividad de procesamiento, como ambos huesos postcraneales registrados con huellas de corte. Además, se registra una mandíbula de zorro culpeo con huellas de corte en la superficie ventral, lo que es atribuible a una actividad de desollamiento para remover el pelaje (Val & Mallye, 2011). El otro contexto en el que se realizaron marcas de cortes en mamíferos es en una metáfisis proximal de tibia de coipo, que presenta múltiples huellas de corte concentradas en un extremo, junto a huellas de raspado y también de uso, por lo que se ha interpretado este espécimen como un fragmento de algún artefacto óseo (Figura 29). También se registraron un par de costillas de roedor caviomorfo mediano, posiblemente producidas durante la evisceración del individuo (Anexo 4, Tabla 22).

Otra modificación tafonómica que habría sido generada por seres humanos es el de las termoalteraciones. Sin embargo, es necesario ser conscientes de un problema respecto a cómo determinar la intencionalidad en la quema de estos huesos. ¿Estas modificaciones fueron producidas por seres humanos con una clara intención de quemarlos, como por ejemplo a través de la cocción de alimentos u otras actividades como el descarte? O, por el contrario, ¿estas termoalteraciones ocurrieron de forma incidental?. Esto último podría haberse dado en el caso de, por ejemplo, fogones que pudieron haber termoalterado los huesos enterrados en las proximidades hasta 10 cm de profundidad, o también por fuegos naturales (Nicholson, 1993; Stiner et al., 1995b), aunque esta última opción parece poco probable, pues no hay capas de carbón en la estratigrafía del sitio atribuibles a un evento de ese tipo (Varela, 1976).

Con este fin, se evaluaron la localización, extensión e intensidad de estas modificaciones, junto a otros proxis. Los restos óseos del conjunto presentan superficies que varían desde totalmente quemada a otras con quemaduras focalizadas en superficies angulosas, como se observa en los peces, con las espinas neural y hemal, o en facetas articulares, como ocurre en algunos especímenes de atlas. Este patrón de quemado permite inferir que cuando el fuego actuó, aún había tejido blando protegiendo bastas porciones de los elementos anatómicos, amortiguada por la carne, pero aun permitiendo que la superficie ósea sea afectada por el fuego, lo que podría ser indicativo de una exposición intencional, por ejemplo, de cocción. Ahora bien, solo 61 especímenes de pez, que incluye *Odontesthes* sp., están modificados por termoalteración, con intensidades de color que son en general bajas en términos de frecuencia, en la que el nivel II de intensidad es el más abundante, pero, aun así, hay algunos elementos anatómicos que alcanzan intensidades mucho más altas, como los huesos del aparato bucal y las vértebras caudales. Las mayores intensidades de termoalteración están ubicadas en los elementos más anteriores del cráneo y los más posteriores de la zona caudal, por lo que es posible que estas intensidades sean producto de una actividad de desecho, en la que se descartan porciones anatómicas poco

relevantes para su consumo (Anexo 4, Tabla 23). Este último cobra un especial interés cuando se consideran otras modificaciones atribuibles al ser humano, como una marca de corte, y las termoalteraciones, junto a la compresión de centros vertebrales por acción masticatoria.

En tanto, las modificaciones antrópicas en anuros muestran una tendencia en que las termoalteraciones en elementos craneales son afectados indistintamente entre un elemento y otro, mientras que en el postcráneo son los elementos apendiculares los que se encuentran sometidos a la acción térmica, particularmente las epífisis y superficies angulosas. A partir de lo anterior, se registran termoalteraciones de intensidad baja a moderada como las más frecuentes, con los niveles I y II. Aun así, hay presencia de intensidades altas, como los niveles III y posteriores, en que las superficies expuestas abarcan a todo el elemento, como las diáfisis de los huesos largos, acordes a lo esperado en casos de cocción (Anexo 4, Tabla 24).

Las termoalteraciones en aves se dividen en dos tipos según su extensión y ubicación: aquellas en los extremos de un elemento anatómico, y, por otro lado, las que cubren toda la superficie del hueso. Por lo general, la mayoría de los huesos de aves presentan termoalteraciones bajas, de nivel I y II, con un 79.8% del total de las termoalteraciones en aves dentro de este rango de intensidad. Los huesos quemados en intensidades más altas son epífisis y extremos de huesos como el coracoides y el fémur, que separan porciones anatómicas económicamente relevantes (Anexo, Tabla 24).

Los patrones de ubicación y extensión observados en aves también son registrados en el postcráneo de roedores, donde las epífisis de huesos largos y facetas articulares de huesos como el sacro, indican que la exposición al fuego ocurrió mientras aún había carne protegiendo gran parte de los huesos. Una situación similar se observa en algunos molares de *O. degus* y de *M. coypus*, en los que los dientes presentan termoalteración en casi toda su superficie, salvo por la raíz, que señala que la exposición al fuego ocurrió con los dientes *in situ*. Estas exposiciones al fuego en dientes son por lo general intensas, de nivel III o superior, lo que en un contexto ocupacional podría tener relación con huesos descartados en fogones, ya que los cráneos serían las unidades anatómicas más propensas al descarte (Hesse, 1984) (Anexo, Tabla 25).

Otros indicios que sugieren una acumulación antrópica para los huesos termoalterados es lo conspicuo de su tamaño muestral en comparación al resto de las carcasas con las que se depositaron (menor al 25%). Es necesario resaltar que estos huesos se están acumulando entre medio de otros restos de vertebrados, y también con conchas de gastrópodos como *B. taguataguensis*. Si la quema de los huesos señalados hubiese sido incidental, por algún incendio natural, o un fogón instalado en la superficie teniendo los huesos enterrados unos centímetros más abajo, cabría esperar una concentración de restos con termoalteraciones de un patrón relativamente idéntico, sin mayor frecuencia de una superficie susceptible por sobre otra, ni distinción entre angulosidades, facetas articulares, o cualquier otro hito anatómico de interés. Al respecto, entre el material de harnero revisado, se detectaron múltiples fragmentos de fauna extinta termoalterada, incluyendo gonfoterios, caballos y posiblemente ciervo. También se identificaron varios

desechos de talla (N=108), entre los cuales hay varias lascas con termofracturas, que se podrían asociar a actividades de descarte, en fogones donde no solo se descartaban huesos. Sin embargo, las conchas de gasterópodos, altamente abundantes en el registro y densamente acumuladas entre los huesos, no muestran termoalteraciones. Estos gasterópodos son un proxy importante, pues respecto a la capa estratigráfica en donde se sitúa TT-1, solo aparecen en el piso ocupacional, ausentándose en las capas inmediatamente superior e inferior a este paleosuelo (Covacevich, 1971; Varela, 1976). Lo anterior sugiere que la depositación de estos invertebrados habría sido relativamente simultánea a la de los vertebrados, exponiéndose a los mismos procesos tafonómicos, llegando incluso a aparecer dentro de las diáfisis de los huesos fracturados. Tampoco hay cantidades importantes de carbón que sugieran presencia de grandes fogones o de un evento de quema natural, por lo que pierde más fuerza una opción de termoalteración natural por incendios. Se propone, que dadas las características del material termoalterado, es consistente con la actividad antrópica y la explotación de algunos recursos de fauna menor dentro de las estrategias de subsistencia que incluyen recursos de ribera, más aún al contrastarse con la presencia de otras evidencias, como los huesos con huellas de corte.

6.4. Conclusiones: Habitar y prosperar en base a la explotación de recursos diversificados de ribera.

El sitio de TT-1 ha sido ampliamente discutido en la literatura arqueológica dedicada a comprender el poblamiento americano a una escala nacional y continental (Labarca et al., 2020; Méndez & Jackson, 2015; Montané, 1968; Núñez et al., 1994; Renee B. Walker & Driskell, 2007), ya que la población que ocupó el margen norte de este extenso y profundo lago, puede ser considerada como la ocupación registrada más antigua para Chile central.

Recientemente, diversos estudios han aportado a una comprensión mucho más detallada de las implicancias paleoecológicas (Alarcón, 2015; Labarca et al., 2020; Lizama-Catalán & Labarca, 2019; Rubilar-Rogers et al., 2015) y las características de este ecosistema, especialmente en cuanto al valor para las primeras bandas de cazadores recolectores que se aventuraron en esta cuenca. A partir de lo expuesto en esta investigación, se plantean los primeros antecedentes de explotación de fauna menor en un contexto lacustre del Pleistoceno terminal en Suramérica, aportando estos datos como un marco metodológico que puede ser aplicado a diversos sitios y lugares, muy relevante para la mejor comprensión de un relato de ocupaciones tempranas en el subcontinente. Ya no son solo el gonfoterio y el caballo americano las bestias que caen víctima de los artilugios humanos, sino que se pudo concluir que el rango de explotación abarcó un repertorio de animales de menor masa corporal, pero de un alto rendimiento económico, altamente abundantes y renovables en el paisaje del Pleistoceno terminal. Previamente solo se había descrito el consumo de *Gomphotheriidae* indet., a través de evidencias de apilamientos de huesos e impactos de rocas en los cráneos, huellas de corte altamente diagnósticas en *Hippidion principale* (Casamiquela, 1976; Montané, 1968; Núñez et al., 1994) y también huellas de corte y marcas de impacto en *Antifer ultra* (Labarca et al., 2020).

Al comparar TT-1 con otros sitios de data similar, surge la siguiente pregunta ¿La banda de cazadores recolectores habrá sido la primera en entrar a la cuenca de Tagua Tagua? Probablemente no, pues el registro lítico de TT-1 da cuenta de un uso frecuente de materias primas locales y exóticas de calidad alta a media (Méndez, 2010), por lo que hay una noción de la diversidad de recursos líticos a explotar a escala local y extra local, entre los que se ubican los de calidad más óptima para las distintas tareas necesarias, y este proceso de reconocimiento del paisaje debió haber sido en un momento previo. De manera similar, la fauna de TT-1 presenta varias taxa explotadas, que de entre los vertebrados menores, concentra a los casos más frecuentes y diversos en términos taxonómicos, que requieren un conocimiento previo de su etología y hábitats con los que haber desarrollado tácticas efectivas al momento de ubicarlos, cazarlos y procesarlos. Ante tan abundante riqueza de taxones disponibles, estas poblaciones humanas seleccionaron algunos de ellos para su explotación, dado que es un ambiente de alta acumulación, convergieron tanto agentes naturales como grupos humanos, lo que originó el conjunto faunístico del sitio. En base a la evidencia de huellas de corte, las aves acuáticas, roedores, cánido, peces y anuros fueron presas que con certeza se explotaron en la ocupación cultural de TT-1, probablemente en paralelo a las taxa de mayor tamaño mencionadas (Casamiquela, 1976; Labarca et al., 2020; Montané, 1968; Núñez et al., 1994). Si se considera la presencia de restos termoalterados como de origen antrópico, el rango de explotación podría incluir algunas aves arborícolas, junto a otros anuros y roedores sin huellas de corte.

Aun así, es necesario reiterar que la suma del material con modificaciones de origen antrópico constituye apenas un 23.21%, por lo que la mayor parte de las carcasas recuperadas del sitio fueron acumuladas por agentes naturales, generando un registro con procesos de acumulación mixtos.

Por lo demás, la alta diversidad de taxa explotadas por estos cazadores-recolectores es también el resultado de la búsqueda de diversos recursos, que abarcan además de la carne, plumas, huevos, pelaje, cueros, entre otros. Al hacer una evaluación general de se observa una dinámica similar a la de una explotación diversificada, donde el registro resultante presenta una alta diversidad taxonómica explotada, y que sean reflejo de un aprovechamiento de amplios recursos que cada taxa puede ofrecer (Miotti, 2012; Waguespack & Surovell, 2003). Puede resultar problemático basar en un solo sitio una estrategia de subsistencia con rango para otras ocupaciones del Pleistoceno terminal en Chile central, pero es un buen antecedente para complementar el conjunto de datos que se conoce a partir de la explotación de megafauna (Núñez et al., 1994) y de los conjuntos líticos (Méndez, 2010). En este sentido, animales como los roedores y las aves no serían tan solo recursos con un enfoque exclusivamente cárnico, sino que como ya se ha expuesto, hay eventualmente otros recursos en circulación, como los mencionados al inicio de este párrafo. Es por esto por lo que durante la ocupación de TT-1, en paralelo al faenamiento de animales de gran tamaño, hay por lo menos 14 individuos procesados que incluyen mamíferos, anuros y peces (Anexo 4, Tabla 19-26).

Respecto a esta abundancia de recursos en un periodo discreto de tiempo, ¿habrían sido todos explotados para un consumo inmediato en la ribera del lago? Teniendo en cuenta las dimensiones de las excavaciones realizadas en el sitio, y la ausencia de fogones, es

plausible que las presas consumidas habrían sido capturadas en el área aledaña, y llevadas a la ribera de TT-1. Así, en este sitio están ocurriendo tanto actividades de mantenimiento y producción del instrumental lítico (Méndez, 2010), como de caza y faenamiento de carcasas de animales como la megafauna, obtenidos tanto *in situ* dentro del sitio, como también probablemente de sus inmediaciones. Mientras estos pequeños vertebrados fueron consumidos y descartados en este campamento de TT-1, los recursos obtenidos de las carcasas de megafauna debieron haber sido desplazados a un campamento base de ubicación desconocida. ¿Pero dónde se cocinaron estas carcasas?, ¿Habrían sido una merienda en el trayecto de buscar otros recursos?. A propósito de esto, en base a la asociación directa de restos tanto de megafauna como de fauna menor con huellas de corte y de termoalteración, sugiere que debió haber fogones cercanos. Sin embargos, estos podrían haber sido alcanzados por el nivel de agua de la laguna, o incluso diseminados en la intemperie por actividades de limpieza previos al abandono del sitio.

Ahora también, la amplitud de recursos explotados por estos cazadores recolectores tiene otras implicancias a explorar. ¿Qué técnicas de captura pudieron ser utilizadas para cada taxa? Es posible que para los roedores caviomorfos se recurriese a la forma descrita para los niños de los caseríos coloniales (Ovalle, 1646), pero, ¿y las aves?. Es factible que se hayan utilizado instrumentos de caza como hondas, trampas, dardos u otros artefactos que no se han recuperado debido quizás a la difícil preservación de sus materiales. Así también es sumamente importante que, de todos los huesos con marcas de corte identificados en esta muestra, hay algunas que indican momentos de procesamiento que no se habían observado previamente en el registro arqueológico de la cuenca. El hallazgo de huellas de corte en zorro señala también la explotación de fauna para diversos usos, a partir de la actividad de desollamiento que pudo haber sido ejecutada durante el procesamiento para cocinar al individuo, o también para la manufactura de productos como vestimentas, contenedores, trofeos, entre otros. Una huella de corte en un radio de ave podría sugerir una actividad de desplume. Las plumas y los huevos de aves -cuyas cáscaras se encontraron entre estos materiales- debieron haber tenido un rol activo en la economía de manufactura y de consumo alimenticio, respectivamente, del cual no había evidencias previas. Un tercer hueso cortado de roedor presenta modificaciones que sugieren que podría haber correspondido a un artefacto óseo, ampliando el rango de explotación más allá de los recursos de subsistencia.

Otro aspecto también es que se están capturando animales de hábito diurno, así como también nocturnos, como *O. bridgesii* y *Octodon* cf. *O. lunatus*, ambas taxa que presentan huesos termoalterados en el registro del sitio, y por tanto, de posible acumulación antrópica. ¿Habrían acaso los cazadores de TT-1 realizado incursiones nocturnas?, ¿O más bien dejado trampas que revisaban cada cierto tiempo, y en la que caían presa todo tipo de animales? Esta es una arista de la que solo se puede hipotetizar hasta que surjan nuevos antecedentes.

Una de las conclusiones más evidentes es que no se puede descartar a priori la fauna menor pensando que son resultado exclusivo de acumulaciones naturales o un “ruido tafonómico” en los conjuntos arqueológicos. Aun así, tampoco se puede atribuir a priori que cualquier hueso quemado haya sido intencionalmente en una actividad de consumo y/o

descarte. Hay una delgada línea que permite reconocer acción antrópica en los restos óseos, y evidencias de peso como las marcas de corte permiten por una parte sustentar una dieta más diversificada, cuyos desechos están promediados en un registro arqueológico de acumulaciones mixtas (naturales + culturales). Sin embargo, en la que no es posible de momento ver de manera fina cambios en el ambiente, como estacionalidad o cambios ambientales de corta y/o larga duración, que hayan condicionado un mayor consumo de cierto tipo de fauna por sobre otra. Estas estrategias de subsistencia habrían persistido en la prehistoria local, donde en sitios como Cuchipuy y Santa Inés (Bastías, 2014; Ivan Cáceres, 1982; Jackson et al., 2012; Kaltwasser et al., 1986), se registraron también las mismas taxa de fauna menor presentes en TT-1, como *C. gayi*, *M. coypus*, *Anas* sp., entre otras. A nivel isotópico, a partir de estudios en restos humanos, se había postulado que podrían haber aprovechado recursos dulceacuícolas. Los resultados obtenidos permiten avalar esto, legitimando el aporte de fauna menor en la dieta (Jackson et al., 2012) de diversas poblaciones que habitaron la cuenca de la laguna de Taguatagua durante distintos momentos de su prehistoria milenaria.

Finalmente, el presente trabajo demuestra las dificultades al interpretar la explotación de fauna menor, sin embargo, se hace evidente la utilidad de que un análisis tafonómico sólido y detallado puede ayudar a comprender contextos como el de TT-1, y que puede ser aplicado en otros casos del continente americano. Se puede mencionar también que no está todo dicho respecto a estos materiales, y que aún es posible aportar a medida que surjan nuevos investigadores, nuevas técnicas y metodologías, que puedan ahondar y diversificar el set de datos que conocemos hasta ahora. Evidentemente, con estos nuevos antecedentes surgen más preguntas que respuestas, pero eso es particularmente el reflejo del potencial investigativo que tiene esta zona, y que hace necesario seguir trabajando más contextos arqueológicos en el área de esta antigua laguna. De esta forma, podemos cada vez más tener una mejor resolución en las actividades de este pasado tan fascinante y develador del poblamiento de Chile y de Américas.

Referencias.

- Acuña, P., Vélez, C., Mizobe, C., Bustos-López, C., & Contreras-López, M. (2014). *Mortalidad de la población de rana grande chilena, Calyptocephalella gayi (Calyptocephalellidae), en la laguna Matanzas, del Humedal El Yali, en Chile Central*. (Vol. 27). Anales Museo de Historia Natural de Valparaíso.
- Alarcón-Muñoz, J., Labarca, R., & Soto-Acuña, S. (2020). The late pleistocene-early holocene rails (gruiformes: Rallidae) of laguna de Tagua Tagua Formation, central Chile, with the description of a new extinct giant coot. *Journal of South American Earth Sciences*.
- Alarcón, J. (2015). *Las aves fósiles de la laguna de Tagua Tagua*. Universidad de Chile.
- Alberdi, M. T., & Frassinetti, D. (2000). The presence and distribution of Hippidian and Eguus (Mammalia, Petissodactyla) in the late Pleistocene of Chile. *Estudios Geológicos*, 56(5–6), 279–290. <https://doi.org/10.3989/egeol.00565-6144>
- Altherr, S., Goyenechea, A., & Schubert, D. (2011). Canapés to Extinction. *A Report by Pro Wildlife, Defenders of Wildlife and Animal Welfare Institute*, 33.
- Ameghino, F. (1902). Première contribution a la connaissance de la faune mammalogique des couches a Colpodon. In *Enumeración sistmeática de las especies de mamíferos fósiles coleccionados por Carlos Ameghino en los terrenos eocenos de la Patagonia austral y depositados en el Museo de La Plata. 1887*. Bol. Mus. La Plata.
- Andrade, A., & Boschín, M. T. (2015). Explotación de roedores por las sociedades cazadoras-recolectoras de patagonia durante el holoceno tardío: de la evidencia arqueológica al registro histórico. *Zephyrus*, 75(March), 107–124. <https://doi.org/10.14201/zephyrus201575107124>
- Andrews, P. (1990). *Owls, caves and fossils*.
- Arbarello-López, A. (1999). *Estudio taxonómico de los percíctidos (Osteichthyes: Perciformes) actuales de Argentina*. Universidad de Buenos Aires.
- Arismendi, I., & Penaluna, B. (2009). *Peces nativos en aguas continentales del Sur de Chile. Native inland fishes of Southern Chile*.
- Barber, S. B., Sánchez, G., & Olvera, M. (2009). *Sound of detath and life in Mesoamerica: the bone flutes of ancient Oaxaca*. 41(2009), 94–110.
- Barnosky, A. D., & Lindsey, E. L. (2010). Timing of Quaternary megafaunal extinction in South America in relation to human arrival and climate change. *Quaternary International*, 217(1–2), 10–29. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2009.11.017>
- Bastías, J. (2014). *Aproximaciones al uso de la tecnología ósea en la secuencia ocupacional del sitio Cuchipuy , (VI Región , Chile Central)*. Universidad de Chile.
- Baumel, J. J. (1993). *Handbook of avian anatomy nomina anatomica avium*. Publication of the Nuttall Ornithological Club (USA). no. 23.
- Behrensmeyer, A. K. (1978). Taphonomic and écologie information from bone weathering. *Paleobiology*, 4(2), 150–162. <https://doi.org/10.1017/S0094837300005820>

- Behrensmeyer, A. K., Stayton, C. T., & Chapman, R. E. (2003). Taphonomy and ecology of modern avifaunal remains from Amboseli Park, Kenya. *Paleobiology*, 29(1), 52–70. [https://doi.org/10.1666/0094-8373\(2003\)029<0052:taeoma>2.0.co;2](https://doi.org/10.1666/0094-8373(2003)029<0052:taeoma>2.0.co;2)
- Beisaw, A. M. (2014). Identifying and interpreting animal bones: a manual. *Choice Reviews Online*, 51(10), 51-5667-51-5667. <https://doi.org/10.5860/choice.51-5667>
- Binford, L. (1980). Willow smoke and dogs' tails: Hunter-Gatherer settlement system and archaeological site formation. *American Antiquity*, 45(1), 4–20.
- Binford, L. (1982). The Archaeology of place. *Journal of Anthropological Archaeology*, 109(1), 1–6.
- Blasco, R., Rosell, J., Arilla, M., Margalida, A., Villalba, D., Gopher, A., & Barkai, R. (2019). Bone marrow storage and delayed consumption at Middle Pleistocene Qesem Cave, Israel (420 to 200 ka). *Science Advances*, 5(10), 1–13. <https://doi.org/10.1126/sciadv.aav9822>
- Bocheński, Z. M., & Tomek, T. (1997). Preservation of Bird Bones: Erosion Versus Digestion by Owls. *International Journal of Osteoarchaeology*, 7(4), 372–387. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1099-1212\(199707/08\)7:4<372::AID-OA355>3.0.CO;2-W](https://doi.org/10.1002/(SICI)1099-1212(199707/08)7:4<372::AID-OA355>3.0.CO;2-W)
- Borrero, L., & Franco, N. (1997). Early Patagonian hunter-gatherers: Subsistence and technology. *Journal of Anthropological Research*, 53(2), 219–239. <https://doi.org/10.1086/jar.53.2.3631277>
- Borrero, L., Martin, F., & Prieto, A. (1997). La Cueva Lago Sofía 4, Ultima Esperanza, Chile: Una Madriguera De Felino Del Pleistoceno Tardío. *Anales Del Instituto de La Patagonia*, 25, 103–122.
- Braun, D. R., Pante, M., & Archer, W. (2016). Cut marks on bone surfaces: Influences on variation in the form of traces of ancient behaviour. *Interface Focus*, 6(3). <https://doi.org/10.1098/rsfs.2016.0006>
- Braun, D. R., Pobiner, B. L., & Thompson, J. C. (2008). An experimental investigation of cut mark production and stone tool attrition. *Journal of Archaeological Science*, 35(5), 1216–1223. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2007.08.015>
- Bromley, G. R. M., Schaefer, J., Hall, B., Rademaker, K. M., Putnam, A. E., & Todd, C. E. (2016). A cosmogenic ¹⁰Be chronology for the local Last Glacial Maximum and termination in the Cordillera Oriental, southern Peruvian Andes: Implications for the tropical role in global climate. *Quaternary Science Reviews*, 148, 54–67.
- Brook, B. W., & Bowman, D. M. J. S. (2004). The uncertain blitzkrieg of Pleistocene megafauna. *Journal of Biogeography*, 31(4), 517–523. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2699.2003.01028.x>
- Broughton, J. M., Mullins, D., & Ekker, T. (2007). Avian resource depression or intertaxonomic variation in bone density? A test with San Francisco Bay avifaunas. *Journal of Archaeological Science*, 34(3), 374–391. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2006.05.013>
- Buldrini, K. E., Alarcón, J., & Sallaberry, M. (2013). Presencia de *Thylamys* SP. (*Didelphimorphia*: *Didelphidae*) en el Pleistoceno Superior de Chile central. *Ameghiniana*, 50(4).

- Butler, V. L., & Chatters, J. C. (1994). The role of bone density in structuring prehistoric salmon bone assemblages. *Journal of Archaeological Science*, 21, 413–424.
- Butler, V. L., & Schoeder, R. A. (1998). Do digestive processes leave diagnostic traces on fish bones? *Journal of Archaeological Science*, 25, 957–971.
- Cáceres, Isabel, Bravo, E., Expósito, I., & Saladié, P. (2002). Fresh and heated bones breakage. An experimental approach. In *Current topics on taphonomy and fossilization*. (pp. 471–479).
- Cáceres, Ivan. (1982). Cuchipuy y el abuelo de Chile. *Revista Creces*, 10(3), 19–22.
- Cannon, D. (1987). *Marine Fish Osteology*. 18, 133.
- Cannon, M., & Meltzer, D. (2004). Early Paleoindian foraging: Examining the faunal evidence for large mammal specialization and regional variability in prey choice. *Quaternary Science Reviews*, 23(18–19), 1955–1987. <https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2004.03.011>
- Cannon, M., & Meltzer, D. (2008). Explaining variability in Early Paleoindian foraging. *Quaternary International*, 191(1), 5–17. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2008.03.002>
- Canto, J., Saldarriaga, M., & Yáñez, J. (2017). *Estudio Craneométrico En Abrothrix Hirta (Thomas, 1895) (Rodentia: Cricetidae): Una Aproximación Desde La Morfometría Geométrica*. 66(January), 101–123.
- Cartajena, I., Núñez, M., & Núñez, L. (2010). Phoenicopteridae exploitation in the Salar of Atacama Basin (3.000-2.200 BP), Northern Chile. In W. Prummel, J. T. Zeiler, & D. C. Brinkhuizen (Eds.), *Bird in Archaeology: Proceedings of the 6th meeting of the ICAZ Bird working group in Groningen*.
- Casamiquela, R. (1976). Los vertebrados fósiles de Tagua-Tagua. *Actas Del Primer Congreso Geológico Chileno (Vol. 1, Pp. C87-C102)*.
- Charrier, A. (2019). *Guía de Campo: Anfibios de los Bosques de la Zona Centro Sur y Patagonia de Chile*. CORMA.
- Cohen, A., & Serjeantson, D. (1996). *A manual for the identification of bird bones from archaeological sites*.
- Covacevich, V. (1971). *Los moluscos pleistocénicos y holocénicos de San Vicente de Tagua Tagua. Memoria de Título (Inédito)*. Universidad de Chile.
- Darwin, C. (1882). *A Naturalist's Voyage Round the World: Journal of researches into the natural history and geology of the countries visited during the voyage of HMS Beagle round the world*. (J. Murray (ed.); Fifteenth).
- De Saint Pierre, M., Bravi, C. M., Motti, J. M. B., Fuku, N., Tanaka, M., Llop, E., Bonatto, S. L., & Moraga, M. (2012). An alternative model for the early peopling of Southern South America revealed by analyses of three mitochondrial DNA haplogroups. *PLoS ONE*, 7(9). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0043486>
- Deli Antoni, M. Y., Gonzalez Castro, M., Díaz de Astarloa, J. M., Castro, M. G., & Díaz de Astarloa, J. M. (2008). Análisis de la morfología ósea de peces de la laguna costera Mar Chiquita, Argentina. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 43(2), 355–380. <https://doi.org/10.4067/s0718-19572008000200013>

- Demangel, D. (2016). *Reptiles del centro sur de Chile*.
- Dent, R. J. (2007). Seed collecting and fishing at the Shawnee Minisink Paleoindian site: Everyday life in the late Pleistocene. In R.B. Walker & B. N. Driskell (Eds.), *Foragers of the Terminal Pleistocene in North America* (pp. 116–131). University of Nebraska Press.
- Dillehay, T. D. (2008). Probing deeper into first American studies. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 106(4), 971–978. <https://doi.org/10.1073/pnas.0808424106>
- Driver, J. (1998). Human adaptation at the pleistocene/holocene boundary in Western Canada, 11,000 to 9000 BP. *Quaternary International*, 49–50(97), 141–150. [https://doi.org/10.1016/s1040-6182\(97\)00059-1](https://doi.org/10.1016/s1040-6182(97)00059-1)
- Driver, J. (1999). Raven skeletons from Paleoindian contexts, Charlie Lake Cave, British Columbia. *American Antiquity*.
- Ecker, A. (1889). *The Anatomy of The Frog*. Oxford University Press Warehouse.
- Efremov, I. (1940). Taphonomy. a new branch of paleontology. *Pan American Geologist*, 74, 81–93.
- Falabella, F., Meléndez, R., & Vargas, M. L. (1995). *Claves osteológicas para peces de Chile central. Un enfoque arqueológico* (A. Ltda. (ed.)).
- Fernández-Jalvo, Y., & Andrews, P. (2016). Atlas of taphonomic identifications. In *Vertebrate Paleobiology and Paleoanthropology* (Issue 9789401774307). <https://doi.org/10.1007/978-94-017-7432-1>
- Fernández-Jalvo, Y., & Andrews, P. J. (1992). Small Mammal Taphonomy of Gran Dolina. *Journal of Archaeological Science*, 19, 407–428. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0305-4403\(92\)90058-B](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0305-4403(92)90058-B)
- Fernández, F. J., Montalvo, C. I., Fernández-Jalvo, Y., Andrews, P., & López, J. M. (2017). A re-evaluation of the taphonomic methodology for the study of small mammal fossil assemblages of South America. *Quaternary Science Reviews*, 155, 37–49. <https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2016.11.005>
- Frassinetti, D., & Alberdi, M. T. (2005). Presencia del género Stegomastodon entre los restos fósiles de mastodontes de Chile (Gomphotheriidae), Pleistoceno superior. *Estudios Geológicos*, 61(1–2), 101–107. <https://doi.org/10.3989/egol.05611-245>
- Frison, G. C. (1998). Paleoindian large mammal hunters on the plains of North America. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 95(24), 14576–14583. <https://doi.org/10.1073/pnas.95.24.14576>
- Frison, G. C., Haynes, C. V., & Larson, M. L. (1996). Discussion and Conclusion. In G. C. Frison (Ed.), *In the Mill Iron Site* (pp. 205–216). University of New Mexico Press.
- García, C. (2005). Análisis zooarqueológico de restos óseos de mastodonte (Cuvieronius hyodon) procedentes de Tagutagua 2, Chile central. In M. Massone (Ed.), *XVI Congreso Nacional de Arqueología Chilena* (pp. 529–536). Escaparte ediciones.
- Gay, C. (1848). *Historia Física y Política de Chile. Zoología. Tomo Primero*. (Vol. 1). Imprenta de Maulde y Renou.

- Gay, C. (1854a). *Atlas de la Historia Física y Política de Chile, Flora*. 106.
- Gay, C. (1854b). *Atlas de la Historia Física y Política de Chile. Zoología, Tomo Segundo*.
- Gay, C. (1865). *Historia Física y Política de Chile. Agricultura. Tomo Segundo*.
- Gifford-Gonzalez, D. (2018). *An Introduction to Zooarchaeology*. Springer International Publishing.
- González-Guarda, E., Petermann-Pichincura, A., Tornero, C., Domingo, L., Agustí, J., Pino, M., Abarzúa, A. M., Capriles, J. M., Villavicencio, N. A., Labarca, R., Tolorza, V., Sevilla, P., & Rivals, F. (2018). Multiproxy evidence for leaf-browsing and closed habitats in extinct proboscideans (Mammalia, Proboscidea) from central Chile. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, *115*(37), 9258–9263. <https://doi.org/10.1073/pnas.1804642115>
- Gorman, F. (1969). The Clovis Hunters: An Alternate View of their Environment and Ecology. *Kiva*, *35*(2), 91–102. <https://doi.org/10.1080/00231940.1969.11757726>
- Govindarajulu, P. P., & Anholt, B. R. (2006). Interaction between biotic and abiotic factors determines tadpole survival rate under natural conditions. *Ecoscience*, *13*(3), 413–421. <https://doi.org/10.2980/i1195-6860-13-3-413.1>
- Graham, R. W., Haynes, C. V., Johnson, D. L., & Kay, M. (1981). Kimmswick: a Clovis-mastodon association in eastern Missouri. *Science*, *213*, 1115–1117.
- Grayson, D. K. (1984). *Quantitative zooarchaeology: topics in the quantification of archaeofaunas*. Orlando: Academic.
- Grayson, D. K., & Meltzer, D. J. (2002). Clovis Hunting and Large Mammal Extinction: A Critical Review of the Evidence. *Journal of World Prehistory*, *16*(4), 313–359. <https://doi.org/10.1023/a:1022912030020>
- Guillaud, E., Bearez, P., Denys, C., & Raimond, S. (2017). New data on fish diet and bone digestion of the Eurasian otter (*Lutra lutra*) (Mammalia: Mustelidae) in central France. *European Zoological Journal*, *84*(1), 226–237. <https://doi.org/10.1080/24750263.2017.1315184>
- Gusinde, M. (1982). *Los Indios de Tierra del Fuego. Resultado de mis cuatro expediciones en los años 1918 hasta 1924, organizadas bajo los auspicios de Ministerio de Instrucción Pública de Chile* (C. A. de E. Americana (ed.); 1a ed.).
- Haynes, G. (2007). A review of some attacks on the overkill hypothesis, with special attention to misrepresentations and doubletalk. *Quaternary International*, *169–170*(SPEC. ISS.), 84–94. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2006.07.002>
- Hershkovits, P. (1962). Evolution of neotropical cricetine rodents (Muridae). *Fieldiana: Zoology*, *46*. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Hesse, B. (1984). Archaic exploitation of small mammals and birds in Northern Chile. *Estudios Atacameños*, *51*(7), 37–51. <https://doi.org/10.22199/S07181043.1984.0007.00005>
- Heusser, C. J. (1983). Quaternary pollen record from Laguna de Tagua Tagua, Chile. *Science*. <https://doi.org/10.1126/science.219.4591.1429>
- Hickman, G. (1988). The swimming ability of *Ctenomys fulvus* (Ctenomyidae) and

Spalacopus cyanus (Octodontidae), with reference to swimming in other subterranean mammals. *Zeitschrift Für Säugetierkunde*, 53(1), 11–21.

Hollenbach, K., & Walker, R. (2010). Documenting Subsistence Change During the Pleistocene/Holocene Transition: Investigations of Paleoethnobotanical and Zooarchaeological Data from Dust Cave, Alabama. In A. M. VanDerwarker & T. M. Peres (Eds.), *Integrating Zooarchaeology and Paleoethnobotany: A Consideration of Issues, Methods, and Cases* (pp. 1–333). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-1-4419-0935-0>

Hutterer, R. (1994). Island rodents: a new species of *Octodon* from Isla Mocha, Chile (Mammalia: Octodontidae). *Säugetierkunde*, 59, 27–41.

Ingold, T. (2000). The Perception of the Environment: Essays in Livelihood, Dwelling, and Skill. In *Technology and Culture* (Vol. 43, Issue 2). Routledge. <https://doi.org/10.1353/tech.2002.0079>

Iriarte, A. (2007). *Mamíferos de Chile*.

Jackson, D., Aspillaga, E., Rodríguez, X. P., Jackson, D., Santana, F., & Méndez, C. (2012). Las Ocupaciones Humanas del Sitio Arqueológico de Santa Inés, Laguna de Tagua Tagua, Chile Central. *Revista Chilena de Antropología*, 26, 151–168. <https://doi.org/10.5354/0719-1472.2012.26558>

Jaramillo, Á. (2005). *Aves de Chile: incluye la península Antártica, las Islas Malvinas y Georgia del Sur*. Lynx Edicions.

Jiménez Huidobro, P., & Sallaberry, M. (2015). Tetrápodos Basales y Anfibios Fósiles de Chile. In D. Rubilar-Rogers, R. A. Otero, A. Vargas M, & M. Sallaberry (Eds.), *Vertebrados Fósiles de Chile* (pp. 85–98). Publicación Ocasional del Museo Nacional de Historia natural, Chile.

Kaltwasser, J., Medina, A., Aspillaga, E., Paredes, C., & Munizaga, J. (1986). El Hombre de Cuchipuy; Prehistoria de Chile Central en el periodo Arcaico. *Revista Chungará*, 16(17), 99–105.

Kelly, R., & Todd, L. (1988). Coming into the country. Early Paleoindian hunting and mobility. *American Antiquity*, 53(2), 231–244.

Knight, J. (1977). Subsistence and population patterns on the North American Plains. *Lambda Alpha Journal*, 8(2), 72–94.

Kornfeld, M. (2007). Are Paleoindians of the Great Plains and Rockies subsistence specialist? In Renee B Walker & B. N. Driskell (Eds.), *Foragers of the Terminal Pleistocene in North America* (pp. 32–58). University of Nebraska Press.

Labarca, R. (2005a). Las vizcachas de piuquenes: evidencia de explotación de roedores durante la transición Pleistoceno-Holoceno en la cordillera andina de Chile central. *Werken*, 6, 63–80.

Labarca, R. (2005b). *Zooarqueología de fauna menor en la Puna Salada: El caso de Quebrada Tulán (II Región, Chile)*. Universidad de Chile.

Labarca, R. (2016). *La subsistencia de los cazadores recolectores de Patagonia meridional chilena durante la transición Pleistoceno-Holoceno: un enfoque integrador desde la zooarqueología*. Tesis para optar al grado de Doctor en Arqueología. Universidad

Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires.

- Labarca, R., & Alcaraz, M. (2011). Presencia de Antifer ultra Ameghino (=Antifer niemeyeri Casamiquela)(Artiodactyla, Cervidae) en el Pleistoceno tardio-Holoceno temprano de Chile central (30-35°S). *Andean Geology*, 38(1). <https://doi.org/10.5027/andgeov38n1-a09>
- Labarca, R., González-Guarda, E., Lizama-Catalán, Á., Villavicencio, N. A., Alarcón-Muñoz, J., Suazo-Lara, F., Oyanedel-Urbina, P., Soto-Huenchuman, P., Salazar, C., Soto-Acuña, S., & Buldrini, K. E. (2020). Taguatagua 1: New insights into the late Pleistocene fauna, paleoenvironment, and human subsistence in a unique lacustrine context in central Chile. *Quaternary Science Reviews*.
- Lanoë, F., & Holmes, C. (2016). Animals as Raw Material in Beringia: Insights from the Site of Swan Point CZ4B, Alaska. *American Antiquity*, 81(4), 682–696. <https://doi.org/10.7183/0002-7316.81.4.682>
- Lara, L. E., Wall, R., & Stockli, D. (2008). La ignimbrita Pudahuel (Asociación Piroclástica Pumícea) y la Caldera Diamante (33°S): Nuevas edades U-Th-He. *XVII Congreso Geológico Argentino*.
- Latcham, R. E. (1929). *Los mastodontes chilenos*. Revista de Educación. Ministerio de Educación Pública, 6.
- Latorre, C. (1998). Paleontología de mamíferos del Alero Tres Arroyos I, Tierra del Fuego, XII Región, Chile. *Anales Del Instituto de La Patagonia*, 77–90.
- Lizama-Catalán, Á. (2018). *Clasificación de roedores del sitio arqueológico Tagua-Tagua 1, Pleistoceno terminal*. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.27407.89766>
- Lizama-Catalán, Á., & Labarca, R. (2019). Los roedores del pleistoceno de la antigua laguna de Taguatagua: Taxonomía e inferencias paleoambientales preliminares. *XX Congreso Nacional de Arqueología Argentina. Libro de Resúmenes.*, XX(July), 1700–1704.
- Lobos, G., Chile. Ministerio del Medio Ambiente., Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias., & Red Chilena de Herpetología. (2013). *Anfibios de Chile, un desafío para la conservación*.
- Lyman, R. L. (1994). *Vertebrate taphonomy*, Lyman 1994.
- Lyman, R. L. (2008). *Quantitative Paleozoology: Cambridge Manuals in Archaeology Series*. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511813863>
- Lyman, R. L. (2010). What Taphonomy Is, What it Isn't, and Why Taphonomists Should Care about the Difference. *Journal of Taphonomy*, 8(1), 1–16.
- Lyman, R. L. (2013a). Bone Density and Bone Attrition. In J. T. Pokines & S. A. Symes (Eds.), *Manual of Forensic Taphonomy* (pp. 51–72). CRC Press. <https://doi.org/10.1201/b15424-5>
- Lyman, R. L. (2013b). Paleoindian Exploitation of Mammals in Eastern Washington State. *American Antiquity*, 78(02), 227–247. <https://doi.org/10.7183/0002-7316.78.2.227>
- Lyman, R. L., Houghton, L. E., & Chambers, A. L. (1992). The effect of structural density on Marmot skeletal part representation in archaeological sites. *Journal of Archaeological*

Science, 19(5), 557–573. [https://doi.org/10.1016/0305-4403\(92\)90028-2](https://doi.org/10.1016/0305-4403(92)90028-2)

- Martin, F., Todisco, D., Rodet, J., San Román, M., Morello, F., Prevosti, F. J., Stern, C., & Borrero, L. (2015). *Nuevas excavaciones en Cueva del Medio. Procesos de formación de la cueva y avances en los estudios de interacción entre cazadores recolectores y fauna extinta (Pleistoceno final, Patagonia meridional)*. 43(1), 165–189.
- Martin, P. (1967). Overkill at Olduvai Gorge. *Nature*, 215, 212.
- Martin, P., & Klein, R. G. (1984). *Quaternary extinctions: A prehistoric revolution*. (P. Martin & R. G. Klein (eds.)). The University of Arizona Press.
- Massone, M. (1987). Los cazadores paleoindios de Tres Arroyos (Tierra del Fuego). *Anales Del Instituto de La Patagonia*, 17, 47–60.
- Meltzer, D. J. (1993a). Is there a Clovis adaptation? In O. Soffer & N. D. Praslov (Eds.), *From Kostenki to Clovis. Upper paleolithic-paleo-indian adaptations*. (pp. 293–310). Plenum Press.
- Meltzer, D. J. (1993b). Pleistocene peopling of the Americas. *Evolutionary Anthropology: Issues, News, and Reviews*, 1(5), 157–169. <https://doi.org/10.1002/evan.1360010505>
- Meltzer, D. J., Grayson, D. K., Ardila, G., Barker, A. W., Dena, F., Meltzer, D. J., Grayson, D. K., Ardila, G., Barker, A. W., Dincauze, D. F., Mena, F., Nfunez, L., & Stanford, D. J. (1997). *Society for American Archaeology On the Pleistocene Antiquity of Monte Verde , Southern Chile Dincauze , C. Vance Haynes , Francisco Mena , Lautaro Nunez and Dennis J. Stanford Published by : Society for American Archaeology Stable URL : http://www.jsto. 62(4), 659–663*.
- Méndez, C. (2010). *Tecnología lítica en el poblamiento Pleistoceno Terminal del centro de Chile*. 470.
- Méndez, C., & Jackson, D. (2015). Terminal pleistocene lithic technology and use of space in central chile. *Chungara*, 47(1), 53–66. <https://doi.org/10.4067/s0717-73562015005000001>
- Méndez, C., Nuevo Delaunay, A., Reyes, O., Ozán, I. L., Belmar, C., & López, P. (2018). The initial peopling of Central Western Patagonia (southernmost South America): Late Pleistocene through Holocene site context and archaeological assemblages from Cueva de la Vieja site. *Quaternary International*, 473, 261–277. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2017.07.014>
- Mengoni, G. (1999). Cazadores de guanacos de la estepa patagónica. *Colección Tesis Doctorales*, 281.
- Mengoni, G. (2010). Zooarqueología en la práctica: Algunos temas metodológicos. *Xama*, 19(23).
- Miotti, L. (2012). El uso de los recursos faunísticos entre los cazadores-recolectores de Patagonia: Tendencias espacio/temporales de las estrategias durante el Holoceno. *Archaeofauna*, 21, 139–162.
- Montalvo, C. I., & Fernández, F. J. (2019). Review of the actualistic taphonomy of small mammals ingested by south American predators. its importance in the interpretation of the fossil record. *Publicacion Electronica de La Asociacion Paleontologica Argentina*, 19(1), 18–46. <https://doi.org/10.5710/PEAPA.11.03.2019.275>

- Montané, J. (1968). Paleo-Indian remains from laguna de tagua tagua, central chile. *Science (New York, N.Y.)*, 161(3846), 1137–1138. <https://doi.org/10.1126/science.161.3846.1137>
- Monteiro, M. (2016). As microfaunas do Abrigo da Pena d'Água (Torres Novas) : proposta de metodologia para o estudo de microfaunas em contextos arqueológicos. *Tesis*. <http://hdl.handle.net/10362/18098>
- Montelius, O. (1885). *The civilization of Sweden in heathen times*.
- Moreno-Mayar, J. V., Potter, B. A., Vinner, L., Steinrücken, M., Rasmussen, S., Terhorst, J., Kamm, J. A., Albrechtsen, A., Malaspina, A. S., Sikora, M., Reuther, J. D., Irish, J. D., Malhi, R. S., Orlando, L., Song, Y. S., Nielsen, R., Meltzer, D. J., & Willerslev, E. (2018). Terminal Pleistocene Alaskan genome reveals first founding population of Native Americans. *Nature*, 553(7687), 203–207. <https://doi.org/10.1038/nature25173>
- Moreno, P. L., Lowell, T. V., Jacobson, G. L., & Denton, G. H. (1999). Abrupt vegetation and climate changes during the Last Glacial Maximum and Last Termination in the Chilean Lake District: a case study from Canl de la Puntilla (41S). *Geografiska Annaler*, 81 A, 285–311.
- Muzzopappa, P. (2013). *Anatomía esquelética y osteogénesis de Calyptocephalella gayi (Anura, Neobatrachia): aporte al conocimiento del registro fósil de un linaje gondwánico relictual* Facultad de Ciencias Exactas y Naturales Anatomía esquelética y osteogénesis. "Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires. <http://digital.bl.fcen.uba.ar>."
- Muzzopappa, P., & Nicoli, L. (2010). A glimpse at the ontogeny of the fossil neobatrachian frog calyptocephalella canqueli from the Deseadan (Oligocene) of Patagonia, Argentina. *Acta Palaeontologica Polonica*, 55(4), 645–654. <https://doi.org/10.4202/app.2009.0093>
- Muzzopappa, P., Pugener, L. A., & Báez, A. M. (2016). Postcranial osteogenesis of the helmeted water toad Calyptocephalella gayi (Neobatrachia: Calyptocephalellidae) with comments on the osteology of australobatrachians. *Journal of Morphology*, 277(2), 204–230. <https://doi.org/10.1002/jmor.20490>
- Neruda, P. (1950). *Las alturas de Macchu Picchu*.
- Nicholson, R. (1993). A morphological investigation of burnt animal bone and an evaluation of its utility in archaeology. In *Journal of Archaeological Science* (Vol. 20, Issue 4, pp. 411–428). <https://doi.org/10.1006/jasc.1993.1025>
- Nicholson, R., Robinson, J., Robinson, M., & Rowan, E. (2018). From the Waters to the Plate to the Latrine: Fish and Seafood from the Cardo V Sewer, Herculaneum. *Journal of Maritime Archaeology*, 13(3), 263–284. <https://doi.org/10.1007/s11457-018-9218-y>
- Núñez, L., Casamiquela, R., Schiappacasse, V., Niemeyer, H., & C., V. (1994). Cuenca de Taguatagua en Chile: el ambiente del Pleistoceno superior y ocupaciones humanas. *Revista Chilena de Historia Natural*, 67, 503–519. http://rchn.biologiachile.cl/pdfs/1994/4/Nuñez_et_al_1994.pdf
- Núñez, L., Jackson, D., Dillehay, T. D., Santoro, C. M., & Méndez, C. (2016). Cazadores-recolectores tempranos y los primeros poblamientos en Chile hacia finales del Pleistoceno (ca.13.000 a 10.000 años a.p.). In F. Falabella, M. Uribe, L. Sanhueza, C.

- Aldunate, & J. Hidalgo (Eds.), *Prehistoria en Chile* (pp. 71–115). Editorial Universitaria.
- Núñez, L., Varela, J., & Casamiquela, R. (1987). Ocupación paleoindia en el centro-norte de Chile : Adaptación circunlacustre en las tierras bajas. *Estudios Atacamaños*, *181*, 137–181. <https://doi.org/10.22199/S07181043.1987.0008.00010>
- Olivares, A. I., Verzi, D. H., & Vassallo, A. I. (2004). Masticatory morphological diversity and chewing modes in South American caviomorph rodents (family Octodontidae). *Journal of Zoology*, *263*(2), 167–177. <https://doi.org/10.1017/S095283690400500X>
- Olsen, S. L., & Shipman, P. (1988). Surface modification on bone: Trampling versus butchery. *Journal of Archaeological Science*, *15*(5), 535–553. [https://doi.org/10.1016/0305-4403\(88\)90081-7](https://doi.org/10.1016/0305-4403(88)90081-7)
- Ovalle, A. D. (1646). *Histórica relación del Reyno de Chile*.
- Pardiñas, U., Martín, F., Borrero, L., Massone, M., & Fernández, F. (2020). Micromamíferos, tafonomía y paleoambientes del cuaternario tardío en Tierra del Fuego: Los roedores de tres arroyos 1. *Magallania (Punta Arenas)*, *48*(1), 93–122. <https://doi.org/10.4067/S0718-22442020000100093>
- Parfit, M. (2000). Hunt for the First Americans. *National Geographic*, 40–67.
- Patton, J. (2015). Subfamily Myocastorinae Ameghino 1902. In G. (Eds). Patton, J. L., Pardiñas, U. F., & D'Elia (Ed.), *Mammals of South America, volume 2: rodents*. (pp. 1019–1022). University of Chicago Press.
- Pavao, B., & Stahl, P. W. (1999). Structural density assays of leporid skeletal elements with implications for taphonomic, actualistic and archaeological research. *Journal of Archaeological Science*, *26*(1), 53–66. <https://doi.org/10.1006/jasc.1998.0299>
- Pesquero, M. D., Ascaso, C., Alcalá, L., & Fernández-Jalvo, Y. (2010). A new taphonomic bioerosion in a Miocene lakeshore environment. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, *295*(1–2), 192–198. <https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2010.05.037>
- Pesquero, M. D., & Fernández-Jalvo, Y. (2014). Bioapatite to calcite, an unusual transformation seen in fossil bones affected by aquatic bioerosion. *Lethaia*, *47*(4), 533–546. <https://doi.org/10.1111/let.12079>
- Pobiner, B. L., Higson, C. P., Kovarovic, K., Kaplan, R. S., Rogers, J., & Schindler, W. (2018). Experimental butchery study investigating the influence of timing of access and butcher expertise on cut mark variables. *International Journal of Osteoarchaeology*, *28*(4), 377–387. <https://doi.org/10.1002/oa.2661>
- Politis, G. G., & Messineo, P. G. (2008). The Campo Laborde site: New evidence for the Holocene survival of Pleistocene megafauna in the Argentine Pampas. *Quaternary International*, *191*(1), 98–114. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2007.12.003>
- Politis, G. G., Messineo, P. G., Stafford, T. W., & Lindsey, E. L. (2019). Campo Laborde: A Late Pleistocene giant ground sloth kill and butchering site in the Pampas. *Science Advances*, *5*(3), 1–11. <https://doi.org/10.1126/sciadv.aau4546>
- Potter, B. A., Beaudoin, A. B., Haynes, C. V., Holliday, V. T., Holmes, C. E., Ives, J. W., Llamas, B., & Malhi, R. (2018). Arrival routes of first Americans uncertain Postpublication peer review : A crucial tool. *Science*, *359*(6381), 1224.1225.

- Prieto, A., Canto, J., & Prieto, X. (1991). Cazadores tempranos y tardíos en Cueva del Lago Sofía 1. *Anales Del Instituto de La Patagonia. Serie Ciencias Sociales.*, 20, 75–99.
- Quiroz, D., & Martínez, I. (2015). Restos de anfibios en la costa de la Araucanía: problematización y perspectivas. *Revista Chilena de Antropología*, 0(29). <https://doi.org/10.5354/0719-1472.2014.36215>
- Reig, O. A. (1977). A proposed unified nomenclature for the enamelled components of the molar teeth of the Cricetidae (Rodentia). *Journal of Zoology*, 181(2), 227–241. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7998.1977.tb03238.x>
- Renvoisé, E., & Michon, F. (2014). An Evo-Devo perspective on ever-growing teeth in mammals and dental stem cell maintenance. *Frontiers in Physiology*, 5 AUG(August). <https://doi.org/10.3389/fphys.2014.00324>
- Rubilar-Rogers, D., Otero, R., Vargas, A., & Sallaberry Editores, M. (2015). *Museo Nacional De Historia Natural Chile Publicación Ocasional N°63/2015 Vertebrados Fósiles De Chile.*
- Sahlins, M. (1972). The original affluent society. In *Stone age economics* (pp. 1–39). <https://doi.org/10.4324/9781315063362-8>
- Santiago, C. (2016). *Análisis de restos de roedores del sitio arqueológico Las Vueltas 1 , Tierra del Fuego , Argentina.* 5159, 211–230.
- Sasagawa, I., Ishiyama, M., Yokosuka, H., Mikami, M., & Uchida, T. (2009). Tooth enamel and enameloid in actinopterygian fish. *Frontiers of Materials Science in China*, 3(2), 174–182. <https://doi.org/10.1007/s11706-009-0030-3>
- Schiffer, M. B. (1987). Formation Processes of the Archaeological Record. In *The Journal of the Royal Anthropological Institute* (Vol. 3, Issue 4). <https://doi.org/10.2307/3034040>
- Schneider, O. (1929). Lista preliminar de los mamíferos fósiles de Chile. *Rev. Chil. Hst.*, 1926.
- Simonetti, J. (1989). Sobre la distribución de Aconaemys Ameghino, 1891. *Noticiero Mensual Del Museo Nacional de Historia Natural (Chile).*, 315, 8–9.
- Simonetti, J. (1994). Paleoeología De Micromamíferos De Chile Central: La Historia De Un Empobrecimiento. *Actas Del 2° Taller de Arqueología de Chile Central (1994)*, 1, 1–11.
- Simonetti, J., & Cornejo, L. (1991). Archaeological evidence of rodent consumption in Central Chile. *Latin American Antiquity*, 2(1), 92–96.
- Simonetti, J., & Rau, J. (1989). Roedores del Holoceno Temprano de la Cueva del Milodón, Magallanes Chile. *Noticiero Mensual Del Museo Nacional de Historia Natural (Chile).*, 315, 5–7.
- Stahl, P. W. (1982). On small mammal remains in archaeological context. *American Antiquity*, 47(4), 822–829. <https://doi.org/10.2307/280287>
- Stiner, M. C., Kuhn, S. L., Weiner, S., & Bar-Yosef, O. (1995a). Differential Burning, Recrystallization, and Fragmentation of Archaeological Bone. *Journal of Archaeological Science*, 22(2), 223–237. <https://doi.org/10.1006/jasc.1995.0024>
- Stiner, M. C., Kuhn, S. L., Weiner, S., & Bar-Yosef, O. (1995b). Differential Burning,

- Recrystallization, and Fragmentation of Archaeological Bone. *Journal of Archaeological Science*, 22(2), 223–237. <https://doi.org/10.1006/jasc.1995.0024>
- Stucchi, M. (2011). *(Stucchi) Atlas Osteológico del piquero peruano Sula variegata.pdf*. Asociación para la Investigación y Conservación de la Biodiversidad. 20.
- Sutter, R. C. (2020). The Pre-Columbian Peopling and Population Dispersals of South America. *Journal of Archaeological Research*, 0123456789. <https://doi.org/10.1007/s10814-020-09146-w>
- Szpak, P. (2011). Fish bone chemistry and ultrastructure: Implications for taphonomy and stable isotope analysis. *Journal of Archaeological Science*, 38(12), 3358–3372. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2011.07.022>
- Torés, N. (2007). Dieta estival del culpeo (*Pseudalopex culpaeus*, Molina 1782) en Nevados de Chillán, Centro-Sur de Chile. In *Memoria de título presentada como parte de los requisitos para optar al título de médico veterinario*. Universidad Austral de Chile.
- Torres-mura, J.C., & Contreras, L. C. (1998). *Spalacopus cyanus*. *Mammalian Species*, 594, 1–5. <https://doi.org/10.2307/3504535/2600430>
- Val, A., & Mallye, J.-B. (2011). Small Carnivore Skinning by Professionals: Skeletal Modifications and Implications for the European Upper Palaeolithic. *Journal of Taphonomy*, 9(4), 221–243.
- Valero-Garcés, B. L., Jenny, B., Rondanelli, M., Delgado-Huertas, A., Burns, S. J., Veit, H., & Moreno, A. (2005). Palaeohydrology of Laguna de Tagua Tagua (34° 30' S) and moisture fluctuations in Central Chile for the last 46 000 yr. *Journal of Quaternary Science*, 20(7–8), 625–641. <https://doi.org/10.1002/jqs.988>
- Varela, J. (1976). *Estudio Estratigráfico-Sedimentológico de los depósitos de Laguna de Taguatagua. Provincia de O'Higgins. Memoria de Prueba para optar al título de Geólogo*. Universidad de Chile.
- Villagrán, C. (2018). Biogeography of subtropical-temperate forests of Southern South America. Historical hypothesis. *Magallania*, 46(1), 27–48. <https://doi.org/10.4067/S0718-22442018000100027>
- Villagrán, C., & Varela, J. (1990). Palynological evidence for increased aridity on the central Chilean coast during the Holocene. *Quaternary Research*, 34(2), 198–207. [https://doi.org/10.1016/0033-5894\(90\)90031-F](https://doi.org/10.1016/0033-5894(90)90031-F)
- Villavicencio, N. A., Corcoran, D., & Marquet, P. A. (2019). Assessing the causes behind the late quaternary extinction of horses in South America using species distribution models. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 7(JUN), 1–14. <https://doi.org/10.3389/fevo.2019.00226>
- Von den Driesch, A. (1976). *A guide to the measurement of animal bones from archaeological sites: as developed by the Institut für Geschichte der Tiermedizin of the University of Munich*. Peabody Museum Press.
- Waguespack, N. M., & Surovell, T. A. (2003). Clovis Hunting Strategies, or How to Make out on Plentiful Resources. *American Antiquity*, 68(2), 333–352. <https://doi.org/10.2307/3557083>
- Walker, R., & Driskell, B. (2007). *Foragers of the terminal Pleistocene in North America* (R.B.

- Walker & B. N. Driskell (eds.)). Borad of Regents of the University of Nebraska.
- Walker, R., & Parmalee, P. (2004). A noteworthy cache of Goose Humeri from Late Paleoinidian levels at Dust Cave, Northwestern Alabama. *Journal of Alabama Archaeology*, 50(1), 18–35.
- Waters, M. R. (2019). Late Pleistocene exploration and settlement of the Americas by modern humans. *Science*, 365(6449). <https://doi.org/10.1126/science.aat5447>
- Wendell-Williston, S. (1925). *The Osteology of the Reptiles*. Oxford University Press.
- Winterhalder, B. (2001). The behavioural ecology of hunter-gatherers. *Hunter-Gatherers : An Interdisciplinary Perspective*, 12–38. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Yesner, D. (2001). Human dispersal into interior Alaska: Antecedent conditions, mode of colonization, and adaptations. *Quaternary Science Reviews*, 20(1–3), 315–327. [https://doi.org/10.1016/S0277-3791\(00\)00114-1](https://doi.org/10.1016/S0277-3791(00)00114-1)
- Yesner, D. (2007). Faunal extinction, hunter-gatherer foraging strategies, and subsistence diversity among Eastern Beringian Paleoindians. In R.B. Walker & B. N. Driskell (Eds.), *Foragers of the Terminal Pleistocene in North America*. University of Nebraska Press.
- Yravedra, J. (2013). *Tafonomía aplicada a la Zooarqueología*.

Anexos.

1. Anatomía y taxonomía de vertebrados menores de TT-1.

Unidad anatómica	NISP	MNI
Cuadrado	8	4
Preopercular	4	4
Total	8	4

Tabla 12. Frecuencia de unidades anatómicas de *Odontesthes* sp.

Actinopterygii	Hueso plano indet.	Hueso irregular indet.	Total
	448	28	476

Tabla 13. Frecuencia de categorías generales (NISP) en huesos de peces dulceacuícolas.

Anura indet.	Hueso plano indet.	Hueso irregular indet.	Hueso largo indet.	Hueso corto indet.	Total
	27	49	23	6	105

Tabla 14. Frecuencia de categorías generales (NISP) en anuros.

Unidad anatómica	NISP	%NISP	MNE	%MNE	MNI	MAU	%MAU
Exoccipital	1	8.33	1	33.3	1	0,5	50
Vértebra indet	2	16.6	2	66.6	2	0.22	22
Escápula	1	8.33	1	33.3	1	0.5	50
Húmero	2	16.6	2	66.6	2	1	100
Pelvis	2	16.6	2	66.6	2	1	100
Fémur	1	8.33	1	33.3	1	0.5	50
Tibiofíbula	3	25	3	100	2	1	100
Total	12	100	12	~	2	~	~

Tabla 15. Frecuencia de unidades anatómicas en anuros bufónidos.

Unidad anatómica	NISP	%NISP	MNE	%MNE	MNI	MAU	%MAU
Maxilar	11	5.63	6	22.2	3	3	22.2
Mandíbula	18	9.13	3	11.1	3	1.5	10.94
Exoccipital	2	1	2	6.14	1	1	7.4
Frontoparietal	29	14.72	27	100	14	13.5	100
Hueso craneal indet.	39	19.79	~	~	~	~	~
Atlas	2	1	2	6.14	2	2	14.81
Vértebra N°2	1	0.5	1	3.7	1	1	7.4
Vértebra N°4	1	0.5	1	3.7	1	1	7.4
Vértebra N°9	1	0.5	1	3.7	1	1	7.4
Vértebra indet.	38	19.28	25	92.6	3	2.77	20.51
Supraescápula	6	3	6	22.2	5	3	22.2
Escápula	5	2.5	3	11.1	2	1.5	11.11
Coracoides	3	1.5	2	6.14	1	1	7.4
Clavícula	5	2.5	4	12.24	3	2	14.81
Húmero	6	3	5	18.52	5	2.5	18.51
Radioulna	3	1.5	3	11.1	2	1.5	10.94
Metatarso posterior	1	0.5	1	3.7	1	0.1	0.74
Metapodios	1	0.5	1	3.7	1	0.05	0.37
Falange indent.	5	2.5	5	18.52	1	0.05	0.37
Pelvis	10	5.07	8	29.62	4	8	59.25
Fémur	1	0.5	1	3.7	1	0.5	3.7
Tibiofibula	7	3.5	6	22.2	4	3	22.2
Tarsotibiofibial	2	1	1	3.7	1	0.5	3.7
Total	197	100	114	~	14	~	~

Tabla 16. Frecuencia de unidades anatómicas en anuros indeterminados registrados en TT-1.

Unidad anatómica	NISP	MNI
Vértebra precloacal	2	1
Total	2	1

Tabla 17. Frecuencia de unidades anatómicas didentificadas en cf. *Philodryas* sp.

Unidad anatómica	NISP	%NISP	MNE	%MNE	MNI	MAU	%MAU	VD
Cuadrado	8	0.72	8	6.56	4	4	10.52	0.31
Pila ótica	20	1.82	20	16.52	11	10	26.31	0.31
Exoccipital	1	0.9	1	0.82	1	0.5	1.31	0.31
Hueso craneal indet.	20	1.82	~	~	~	~	~	~
Atlas	4	0.36	4	3.28	4	4	10.52	~
Axis	7	0.63	7	5.78	7	7	18.42	~
Vértebra cervical	115	10.51	103	85.12	8	8.58	22.57	~
Vértebra cérvico-torácica	14	1.27	14	11.57	2	2	5.26	~
Vértebra torácica	129	11.79	121	100	17.2	17.2	45.26	~
Vértebra caudal	7	0.63	7	5.78	1	1	2.63	~
Vértebra indet.	26	2.36	~	~	~	~	~	~
Esternón	82	7.49	32	26.44	32	32	84.2	0.26
Fúrcula	36	3.29	21	17.35	21	21	55.26	0.40
Escápula	41	3.74	39	32.23	23	19.5	51.31	0.58
Coracoides	67	6.12	41	33.88	21	20.5	53.94	0.56
Costilla	66	6.03	~	~	~	~	~	~
Sinsacro	83	7.58	38	31.4	38	38	100	0.21
Húmero	34	3.1	20	16.52	16	10	26.31	0.48
Radio	16	1.46	9	7.43	5	4.5	11.84	0.46
Ulna	24	2.19	12	9.91	7	6	15.78	0.59
Carporadial	4	0.36	4	3.28	2	2	5.26	~
Carpoulnar	10	0.914	10	8.26	5	5	13.15	~
Carpometacarpo	68	6.21	36	29.75	20	18	47.63	0.75
Pólex	9	0.82	9	7.43	5	4.5	11.84	~
Falange I anterior	26	2.37	19	15.7	14	9.5	25	~
Falange II anterior	13	1.18	11	9.09	7	5.5	14.47	~
Falange indet.	4	0.36	4	3.28	~	~	~	~
Fémur	31	2.84	15	12.39	8	7.5	19.73	0.38
Tibiotarso	38	3.47	22	18.18	12	11	28.94	0.50
Fíbula	2	0.18	2	1.64	1	1	2.63	~
Tarsometatarso	47	4.29	19	15.7	10	9.5	25	0.24
Metatarso I	2	0.18	2	1.64	~	1	2.63	~
Falange I posterior	27	2.46	19	15.7	~	9.5	25	~
Falange II posterior	11	1	11	9.09	~	5.5	14.47	~
Ungual	2	0.18	2	1.64	1	0.25	0.65	~
Total	1094	100	682	~	38	~	~	~

Tabla 18. Frecuencia de unidades anatómicas en aves indeterminadas. Valores de densidad ósea (VD) según (Broughton et al., 2007).

Aves indet.	Hueso plano indet.	Hueso irregular indet.	Hueso largo indet.	Hueso corto indet.	Total
	424	178	864	39	1505

Tabla 19. Frecuencia de unidades anatómicas generales en aves indeterminadas (NISP). Valores de densidad ósea (VD) según (Broughton et al., 2007)

Unidad anatómica	NISP	%NISP	MNE	%MNE	MNI	MAU	%MAU	VD
Incisivo (I)	1	4.7	1	25	1	0.5	33.3	~
Premolar (p4)	1	4.7	1	25	1	0.5	33.3	~
Molar III (m3)	1	4.7	1	25	1	0.5	33.3	~
Molar III (M3)	1	4.7	1	25	1	0.5	33.3	~
Molariforme indet.	1	4.7	1	25	1	0.06	4	~
Mandíbula (ZC)	1	4.7	1	25	1	0.5	33.3	0.72
Clavícula	1	4.7	1	25	1	0.5	33.3	1.09
Escápula	1	4.7	1	25	1	0.5	33.3	0.58
Costilla	4	19	4	100	~	~	~	0.79
Pelvis	1	4.7	1	25	1	1	66.6	1.04
Tibia	5	23.8	3	75	3	1.5	100	0.87
Calcáneo	1	4.7	1	25	1	0.5	33.3	0.84
Falange I indet.	2	9.1	2	50	1	~	~	0.79
Falange III indet.(ZC)	1	4.7	1	25	1	0.06	4	~
Total	21	100	18	~	4	~	~	~

Tabla 20. Frecuencia de unidades anatómicas de cánido (ZC) y echimyido (coipo). Valores de densidad ósea (VD) según (Lyman et al., 1992).

Unidad anatómica	NISP	%NISP	MNE	%MNE	MNI	MAU	%MAU
Incisivo	3	27.27	3	75	1	0.75	37.5
Molariforme	1	9.09	1	25	1	0.16	8
Mandíbula	5	45.45	4	100	2	2	100
Premaxilar	1	0.09	1	25	1	0.5	25
Maxilar	1	9.09	1	25	1	0.5	25
Total	11	100	10	~	2	~	~

Tabla 21. Frecuencia de unidades anatómicas de cricétidos.

Mammalia indet.	Hueso plano indet.	Hueso largo indet.	Total
26	1	4	31

Tabla 22. Frecuencia de unidades anatómicas generales de mamíferos menores.

Scapula			HS	DHA	Ld	SLC	GLP	LG	BG					
	<i>Octodon bridgesi</i>	UACH-2455	13,76	21,24	13,45	2,12	4,74	3,67	2,51					
	<i>Spalacopus cyanus</i>	UACH-4017	18,73			2,44	3,79	3,6	2,45					
	<i>Abrothrix olivaceus</i>	UACH-5575	11,04	9,52	5,47	1,31	1,91	1,08	1,13					
	<i>Octodon lunatus</i>	UACH-11506-RCO	18,43	19,85	13,69	2,93	4,65	3,85	2,59					
	<i>Aconaemys fuscus</i>	UACH-4183	17,46	19,11	13,07	2,61	3,87	3,49	2,27					
	<i>Octodon degus</i>	UACH-5433	19,35	21,06	14,27	2,8	5,1	3,8	2,31					
Juvenil	<i>Myocastor coypus</i>	MNHN-SIN INGRESA R (Julio, 1990)	57.83	64.75	28.56	8.76	15.76	12.01	8.16					
Húmero			GL	GL1	GLC	Bp	Dp	SD	Bd	BT				
	<i>Octodon bridgesi</i>	UACH-2455	22,74	NA	igual a GL	4,82	NA	1,84	5,15	2,95				
	<i>Spalacopus cyanus</i>	UACH-4017	20,93			5,1		1,52	6	3,49				
	<i>Abrothrix olivaceus</i>	UACH-5575	10,89			2,3		0,87	2,98	1,73				
	<i>Octodon lunatus</i>	UACH-11506-RCO	21,9			4,88		2,38	5,84	3,93				
	<i>Aconaemys fuscus</i>	UACH-4183	20,56			5,02		1,92	5,28	2,9				
	<i>Octodon degus</i>	UACH-5433	22,3			4,85		1,97	5,52	3,25				
Radio y Ulna			GL	GLI										
	<i>Spalacopus cyanus</i>	UACH-4017	18,3	23,63										
	<i>Abrothrix olivaceus</i>	UACH-5575	11,72	14,4										
	<i>Octodon lunatus</i>	UACH-11506-RCO	16,8	22,73										
	<i>Aconaemys fuscus</i>	UACH-4183	18,51	23,7										
	<i>Octodon degus</i>	UACH-5433	17,87	23,67										
Radio			GL	PL	L1	BP	BFp	SD	CD	Bd	BFd			

	<i>Octodon bridgesi</i>	UACH-2455												
	<i>Spalacopus cyanus</i>	UACH-4017												
	<i>Abrothrix olivaceus</i>	UACH-5575												
	<i>Octodon lunatus</i>	UACH-11506-RCO												
	<i>Aconaemys fuscus</i>	UACH-4183												
	<i>Octodon degus</i>	UACH-5433	FRACT			2,66	NA	1,37						
Ulna														
			GL	LO	DPA	SDO	BPC							
	<i>Octodon bridgesi</i>	UACH-2455												
	<i>Spalacopus cyanus</i>	UACH-4017												
	<i>Abrothrix olivaceus</i>	UACH-5575												
	<i>Octodon lunatus</i>	UACH-11506-RCO												
	<i>Aconaemys fuscus</i>	UACH-4183												
	<i>Octodon degus</i>	UACH-5433	22,78	NA	2,98	2,45	1,8							
Pelvis														
			GL	LA	LAR	LS	SH	SB	SC	Lfo	GBTc	GBA	GBTi	SBI
	<i>Octodon bridgesi</i>	UACH-2455	37,16	4,01	2,93	6,68		2	NA	10,32			11,12	10,62
	<i>Spalacopus cyanus</i>	UACH-4017	27,41	4,17	2,65	4,5		1,89		6,58	12,12		15,13	9,92
	<i>Abrothrix olivaceus</i>	UACH-5575	11,46	2,26	1,76		1,8	0,95		5,39				
	<i>Octodon lunatus</i>	UACH-11506-RCO	32,39	4,85	3,14	6,45	2,7	3,24		8,4	16,93	15	10,37	9,98
	<i>Aconaemys fuscus</i>	UACH-4183	33,3	4,39	2,66	5,34	1,85	1,87		8,92	16,93	15,4	12,75	11,96
	<i>Octodon degus</i>	UACH-5433	34,2	5,19	3,8	7,09	2,68	2,23		8,48	17,94	16,14	11,68	
Fémur														
			GL	GLC	Bp	BTr	DC	SD	CD	Bd				
	<i>Octodon bridgesi</i>	UACH-2455	28,95	28,44	6,71	3,08	3,32	2,87	NA	5,56				
	<i>Spalacopus cyanus</i>	UACH-4017	24,32	23,3	6,47	2,83	3,05	2,18		5,24				
	<i>Abrothrix olivaceus</i>	UACH-5575	14,16	13,91	3,08	1,9	1,54			2,7				

	<i>Octodon lunatus</i>	UACH-11506-RCO	27,55	27,26	7,28	3,47	3,7	3,47		6,97				
	<i>Aconaemys fuscus</i>	UACH-4181	23,96	23,55	5,56	2,59	3,01	2,18		5,35				
	<i>Octodon degus</i>	UACH-5433	29,25	28,67	7,38	3,12	3,95	3,27		5,72				
	Tibia													
			GL	L1	Bp	SD	CD	Bd	Dd					
	<i>Octodon bridgesi</i>	UACH-2455												
	<i>Spalacopus cyanus</i>	UACH-4017	26,34	NA	4,91	1,59	NA	3	2,44					
	<i>Abrothrix olivaceus</i>	UACH-5575	15,33		3,04	0,83								
	<i>Octodon lunatus</i>	UACH-11506-RCO	25,06		6,48	2,5								
	<i>Aconaemys fuscus</i>	UACH-4181	27,67		5,56	1,58		3,48	3,11					
	<i>Octodon degus</i>	UACH-5433	31,35		6,95	1,78		3,19	3,19					
Juvenil	<i>Myocastor coypus</i>	MNHN-SIN INGRESAR (Julio, 1990)	104.77	99.11	24.42	6.18		13.79	13.33					
Adulto	<i>Myocastor coypus</i>	MNHN-SIN INGRESAR (Julio, 1990)	104.03	102	15.32			8.24	7.98					
Adulto	<i>Myocastor coypus</i>	UCHZV-611	108.91	104.04	20.53	6.02		13.44	14.37					
	Calcaneo		GL	GB										
Adulto	<i>Myocastor coypus</i>	UCHZV-611	29.58	13.92										

Tabla 23. Medidas osteológicas sistematizadas para la identificación de postcráneo de roedor, utilizando las medidas estandarizadas de (Von den Driesch, 1976), tomadas en colecciones osteológicas como la Colección de Mamíferos de la Universidad Austral de Chile (UACH), la Colección de Zoología de Vertebrados (UCHZV) y del área de Zoología de Vertebrados del Museo Nacional de Historia Natural de Chile (AZV-MNHN).

Octodon degus																									
Mandíbula	A				J				EI				Maxilar	A				J				EI			
I					1				1				I												
P4	1	1	2	5									P4	2	2	1									
M1	2	2	2	4	1								M1	1	1		1								
M2	2	4	2	3	1								M2	1	1	2									
M3													M3	1											
MI													MI												
MNI	4				5				1				MNI	2				2							
Sínfisis dentaria indet.	A				J				EI				I=Incisivo, P4= Premolar, M1= Molar I, M2= Molar II, M3= Molar III, MI= Molariforme indeterminado A= Adulto, J= Juvenil, EI= Edad indeterminada MNI= Minimal Number of Individuals MNITPS= Total MNI Per Side												
I																									
P4																									
M1																									
M2																									
M3																									
MI																									
MNI					1																				
Aislado inferior	A				J				EI				Aislado superior	A				J				EI			
I													I												
P4	1	2	4					1					P4	1	2										
M1			1	1									M1	2		2	2								
M2	1	1	1										M2	1			2								
M3	1	1											M3												
MI													MI												1
MNI	2				4				1				MNI	2				2				1			
Total mandibular	A				J				EI				Total maxilar	A				J				EI			
I					1								I												
P4	2	3	6	5				1					P4	3	4	1									
M1	2	2	3	5	1								M1	3	1	2	3								
M2	3	5	3	3	1								M2	2	1	2	2								
M3	1	1											M3	1											
MI													MI												1
MNITPS	5				6				1				MNITPS	4				3				1			
MNI <i>Octodon degus</i> = 11 (6 J + 5 A + 1 EI)																									

Tabla 24. Matrices de datos creadas de manera original, para la estimación del MNI a partir de dientes aislados e *in situ* de roedores. Se presenta la matriz para el cálculo de MNI de *Octodon degus*.

<i>Octodon bridgesii</i>																												
Mandíbula	A			J			EI			Maxilar	A			J			EI											
I	2									I																		
P4	2									P4																		
M1	2									M1																		
M2	2									M2																		
M3										M3																		
MI										MI																		
MNI	1									MNI																		
Sínfisis dentaria indet.	A			J			EI			I=Incisivo, P4= Premolar, M1= Molar I, M2= Molar II, M3= Molar III, MI= Molariforme indeterminado A= Adulto, J= Juvenil, EI= Edad indeterminada MNI= Minimal Number of Individuals MNITPS= Total MNI Per Side																		
I																												
P4																												
M1																												
M2																												
M3																												
MI																												
MNI										MNI																		
Aislado inferior	A			J			EI			Aislado superior	A			J			EI											
I										I																		
P4					1					P4																		
M1										M1		1																
M2										M2																		
M3										M3																		
MI										MI																		
MNI				1						MNI	1																	
Total mandibular	A			J			EI			Total maxilar	A			J			EI											
I	2									I																		
P4	2				1					P4		1																
M1	2									M1																		
M2	2									M2																		
M3										M3																		
MI										MI																		
MNITPS	2			1						MNITPS	1																	
MNI <i>Octodon bridgesii</i> = 3 (1 J + 2 A)																												

Tabla 25. Matriz para el cálculo de MNI de *Octodon bridgesii*

cf. <i>Octodon lunatus</i>													
Mandíbula	A		J		EI		Maxilar	A		J		EI	
I							I						
P4			1				P4						
M1			2				M1						
M2							M2						
M3							M3						
MI							MI						
MNI			2				MNI						
Sínfisis dentaria indet.	A		J		EI		I=Incisivo, P4= Premolar, M1= Molar I, M2= Molar II, M3= Molar III, MI= Molariforme indeterminado A= Adulto, J= Juvenil, EI= Edad indeterminada MNI= Minimal Number of Individuals MNITPS= Total MNI Per Side						
I													
P4													
M1													
M2													
M3													
MI													
MNI													
Aislado inferior	A		J		EI		Aislado superior	A		J		EI	
I							I						
P4							P4						
M1		1	2				M1						
M2				1			M2						
M3							M3						
MI							MI						
MNI	1		2				MNI						
Total mandibular	A		J		EI		Total maxilar	A		J		EI	
I							I						
P4			1				P4						
M1		1	3				M1						
M2				1			M2						
M3							M3						
MI							MI						
MNITPS	1		3				MNITPS						
MNI <i>Octodon lunatus</i> = 4 (3 J + 1 A)													

Tabla 26. Matriz para el cálculo del MNI de *Octodon cf. O. lunatus*.

<i>Aconaemys fuscus</i>																							
Mandíbula	A			J			EI			Maxilar	A			J			EI						
I										I													
P4	1									P4													
M1										M1													
M2										M2													
M3										M3													
MI										MI													
MNI	1									MNI													
Sífnis dentaria indet.	A			J			EI			I=Incisivo, P4= Premolar, M1= Molar I, M2= Molar II, M3= Molar III, MI= Molariforme indeterminado A= Adulto, J= Juvenil, EI= Edad indeterminada MNI= Minimal Number of Individuals MNITPS= Total MNI Per Side													
I																							
P4																							
M1																							
M2																							
M3																							
MI	1																						
MNI	1																						
Aislado inferior	A			J			EI			Aislado superior	A			J			EI						
I										I													
P4					1					P4								1					
M1										M1													
M2										M2													
M3										M3													
MI										MI													
MNI				1						MNI													
Total mandibular	A			J			EI			Total maxilar	A			J			EI						
I										I													
P4	1				1					P4								1					
M1										M1													
M2										M2													
M3										M3													
MI	1									MI													
MNITPS	1			1						MNITPS							1						
MNI <i>Aconaemys fuscus</i> = 2 (1 J + 1 A + 1 EI)																							

Tabla 27. Matriz para el cálculo del MNI de *Aconaemys fuscus*.

<i>Spalacopus cyanus</i>																				
Mandíbula	A			J			EI			Maxilar	A			J			EI			
I		1							I											
P4		1							P4											
M1		1							M1											
M2		1							M2											
M3									M3											
MI									MI											
MNI	1									MNI										
Sínfisis dentaria indet.	A			J			EI			I=Incisivo, P4= Premolar, M1= Molar I, M2= Molar II, M3= Molar III, MI= Molariforme indeterminado A= Adulto, J= Juvenil, EI= Edad indeterminada MNI= Minimal Number of Individuals MNITPS= Total MNI Per Side										
I																				
P4																				
M1																				
M2																				
M3																				
MI																				
MNI																				
Aislado inferior	A			J			EI			Aislado superior	A			J			EI			
I									I											
P4									P4											
M1									M1				2							
M2									M2				1							
M3									M3											
MI									MI											
MNI										MNI				2						
Total mandibular	A			J			EI			Total maxilar	A			J			EI			
I		1							I											
P4		1							P4											
M1		1							M1				2							
M2		1							M2				1							
M3									M3											
MI									MI											
MNITPS	1									MNITPS				2						
MNI <i>Spalacopus cyanus</i> = 3 (2 J + 1 A)																				

Tabla 28. Matriz para el cálculo del MNI de *Spalacopus cyanus*.

<i>Abrocoma bennettii</i>																			
Mandíbula	A			J			EI			Maxilar	A			J			EI		
I										I									
P4	3									P4									
M1										M1									
M2										M2									
M3										M3									
MI										MI									
MNI										MNI	1								
Sínfisis dentaria indet.	A			J			EI			I=Incisivo, P4= Premolar, M1= Molar I, M2= Molar II, M3= Molar III, MI= Molariforme indeterminado A= Adulto, J= Juvenil, EI= Edad indeterminada MNI= Minimal Number of Individuals MNITPS= Total MNI Per Side									
I																			
P4																			
M1																			
M2																			
M3																			
MI																			
MNI																			
Aislado inferior	A			J			EI			Aislado superior	A			J			EI		
I										I									
P4										P4									
M1										M1									
M2										M2									
M3										M3									
MI										MI									
MNI										MNI									
Total mandibular	A			J			EI			Total maxilar	A			J			EI		
I										I									
P4	3									P4									
M1										M1									
M2										M2									
M3										M3									
MI										MI									
MNITPS	3									MNITPS	1								
MNI <i>Abrocoma bennettii</i> = 3 A																			

Tabla 29. Matriz para el cálculo del MNI de *Abrocoma bennettii*.

2. Perfiles de preservación en roedores (Andrews, 1990).

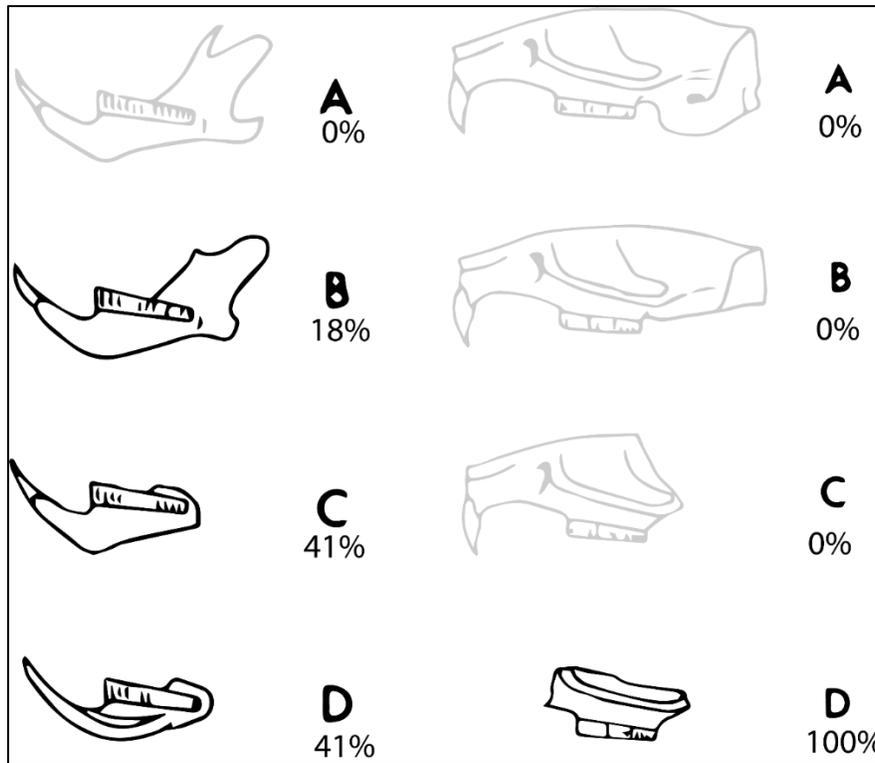


Figura 33. Frecuencia de los patrones de fractura definidos por Andrews (1990), para las mandíbulas y cráneos de los roedores de TT-1.

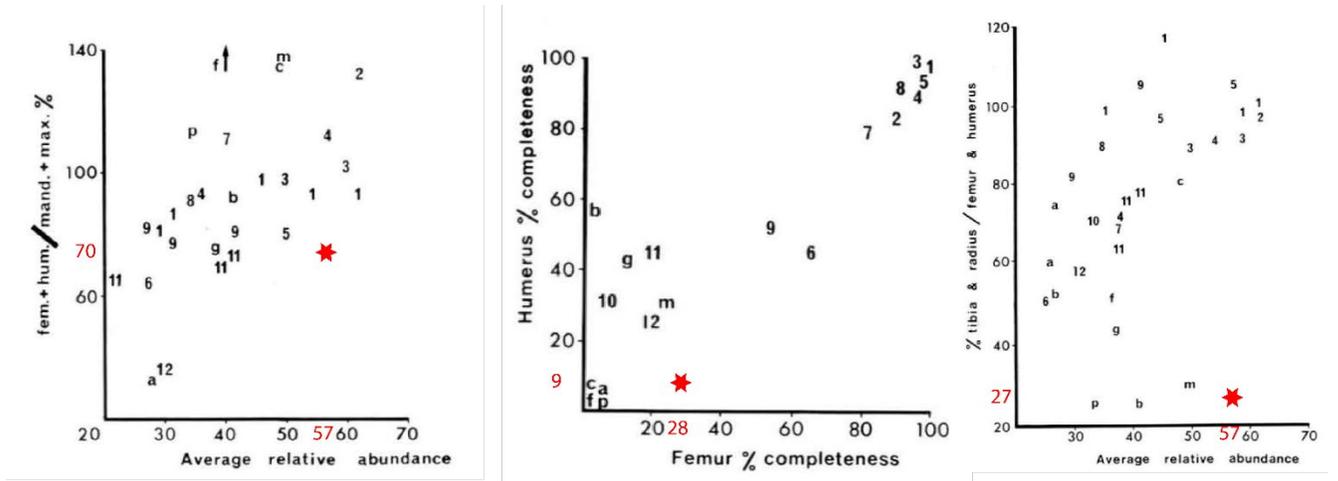


Figura 34. Representación de valores obtenidos para tres índices propuestos por Andrews, (1990) que miden las proporciones de presencia y completitud de algunos elementos determinados. A la izquierda, proporción de preservación de elementos craneales y postcraneales; Al centro, proporción de completitud del húmero y el fémur; y a la derecha, proporción relativa de elementos apendiculares distales.

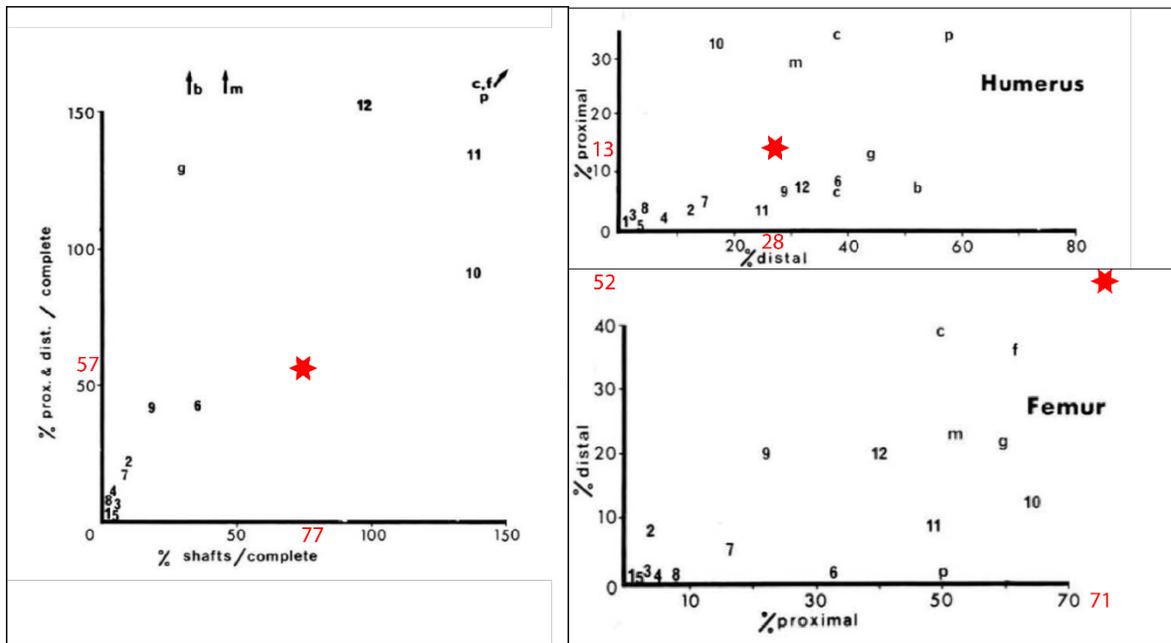


Figura 35 Representación de valores obtenidos para tres índices propuestos por Andrews (1990). A la izquierda, Proporción de epífisis y diáfisis de huesos largos que incluyen húmero, ulna, fémur y tibia. A la derecha, lado superior, la proporción de epífisis proximales de húmero y a la derecha, lado inferior, la proporción de epífisis proximales y distales del fémur.

3. Perfiles de densidad mineral ósea obtenidos para la fauna menor de TT-1.

→ **Correlaciones no paramétricas**

			MAU	DMO
Rho de Spearman	MAU	Coefficiente de correlación	1,000	,717**
		Sig. (bilateral)	.	,006
		N	13	13
	DMO	Coefficiente de correlación	,717**	1,000
		Sig. (bilateral)	,006	.
		N	13	13

** La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Figura 36. Prueba estadística de correlación de Spearman para evaluar la atrición del conjunto de roedores caviomorfos (Octodontidae + Abrocomidae) por densidad ósea.

Correlaciones no paramétricas

Correlaciones

			MAU	DMO
Rho de Spearman	MAU	Coefficiente de correlación	1,000	,083
		Sig. (bilateral)	.	,761
		N	16	16
	DMO	Coefficiente de correlación	,083	1,000
		Sig. (bilateral)	,761	.
		N	16	16

Figura 37. Prueba estadística de correlación de Spearman para evaluar la atrición del conjunto total de aves acuáticas + aves indeterminadas, por densidad ósea.

Correlaciones

			MAU	DMO
Rho de Spearman	MAU	Coefficiente de correlación	1,000	,021
		Sig. (bilateral)	.	,948
		N	12	12
	DMO	Coefficiente de correlación	,021	1,000
		Sig. (bilateral)	,948	.
		N	12	12

Figura 38. Prueba estadística de correlación de Spearman para evaluar la atrición del conjunto de anátidos por densidad ósea.

Correlaciones				
			MAU	DMO
Rho de Spearman	MAU	Coefficiente de correlación	1,000	,647
		Sig. (bilateral)	.	,165
		N	6	6
	DMO	Coefficiente de correlación	,647	1,000
		Sig. (bilateral)	,165	.
		N	6	6

Figura 39. Prueba estadística de correlación de Spearman para evaluar la atrición del conjunto de peces por densidad ósea.

4. Modificaciones antrópicas.

Taxón	Unidad anatómica	NISP	MNI	Termoalteración	Ubicación cortes	Actividad
Actinopterygii	V. torácica	1	1	0	Centrum	Fileteo

Tabla 30. Frecuencias e información contextual de huesos de mamíferos menores con huellas de corte y termoalteración. Los números romanos en "termoalteración" indican el grado de intensidad de la modificación, según la escala señalada en esta investigación, mientras que el número arábigo representa la frecuencia NISP.

Taxón	Unidad anatómica	NISP	MNI	Termoalteración	Ubicación cortes	Actividad
<i>C. gayi</i>	Mandíbula	1	1	0	Cuerpo	Desarticulación
<i>C. gayi</i>	Radioulna	1	1	0	Epífisis proximal + diáfisis	Desarticulación
<i>C. gayi</i>	Pelvis	2	1	1 (I)	Rama iliaca	Desarticulación
<i>C. gayi</i>	Fémur	1	1	0	Cresta deltoidea	Fileteo

	Total	5	2	1		
--	-------	---	---	---	--	--

Tabla 31. Frecuencias e información contextual de huesos de anuros con huellas de corte y termoalteración. Los números romanos en “termoalteración” indican el grado de intensidad de la modificación, según la escala señalada en esta investigación, mientras que el número arábigo representa la frecuencia NISP. Nótese que el MNI considera un individuo de *C. gayi* y otro de *Anura* indeterminado.

Taxón	Unidad anatómica	NISP	MNI	Termoalteración	Ubicación cortes	Actividad
Anatidae	Fúrcula	6	2	2 (II-III)	Extremo articulación	Desarticulación
Anatidae	Coracoides	10	9	6 (I-II)	Epífisis proximal	Desarticulación
Anatidae	Escápula	1	1	1 (III)	Epífisis proximal	Desarticulación
Anatidae	Húmero	1	1	0	Cresta deltoidea	Fileteo
Anatidae	Radio	1	1	1 (IV)	Metáfisis distal	Desplume
Anatidae	Carpometacarpo	1	1	0	Fosa intratroclear	Desarticulación
Indet.	Costilla	5	1	1 (III)	Cabeza costal	Fileteo
Indet.	Sinsacro	4	2	2 (I-II)	Superficie ventral	Evisceración
Indet.	Tarsometatarso	1	1	0	Troclea	Desarticulación
Indet.	Falange indet. posterior	1	1	0	Epífisis proximal	Desarticulación
	Total	31	9	13		

Tabla 32. Frecuencias e información contextual de huesos de ave con huellas de corte y termoalteración. Los números romanos en “termoalteración” indican el grado de intensidad de la modificación, según la escala señalada en esta investigación, mientras que el número arábigo representa la frecuencia NISP. Nótese que el MNI considera seis individuos anátidos, un Podicipediforme y dos aves indeterminadas.

Taxón	Unidad anatómica	NISP	MNI	Termoalteración	Ubicación cortes	Actividad
<i>L. culpaeus</i>	Mandíbula	1	1	1 (III)	Superficie ventral	Despellejamiento
Caviomorpha	Costilla	2	1	0	Vara	Evisceración
<i>M. coypus</i>	Tibia	1	1	1 (III)	Metáfisis proximal	Ornamentación
	Total	4	3	2		

Tabla 33. Frecuencias e información contextual de huesos de mamíferos menores con huellas de corte y termoalteración. Los números romanos en “termoalteración” indican el grado de intensidad de la modificación, según la escala señalada en esta investigación, mientras que el número arábigo representa la frecuencia NISP. Nótese que el MNI considera un individuo de *L. culpaeus*, uno de roedor caviomorfo mediano, y uno de *M. coypus*.

Unidad anatómica	NISP	MNI	Termoalteración	Ubicación	Actividad
Cleitro	1	1	(I)	Extremo anterior	Cocción
Cuadrado	1	1	(III)	Extremo anterior	Cocción
Dentario	3	3	(I, II, III)	Total	Cocción
Faríngeo	4	2	(I, II, III, IV)	Total	Cocción/Desecho
Hiomandíbular	1	1	(I)	Total	Cocción
Opérculo	1	1	(III)	Extremo posterior	Cocción
Posttemporal	2	1	(I)	Total, excepto por faceta articular	Cocción
Preopérculo	2	1	(II-III)	Total	Cocción
Urohial	1	1	(III)	Total	Cocción
Atlas	4	4	(I, II, III)	Total	Cocción
Vértebra cervical	2	1	(II)	Total	Cocción
Vértebra torácica	22	2	(I, II, III)	Centrum + parapófisis	Cocción
Vértebra caudal	13	1	(I, II, III, IV)	Total	Cocción
Vértebra indet.	1	1	(III)	Total	Cocción
Total	61	4	(I, II, III, IV)		

Tabla 34. Frecuencias e información contextual de huesos de peces con termoalteración. Los números romanos indican el grado de intensidad de la modificación, según la escala señalada en esta investigación.

Unidad anatómica	NISP	MNI	Termoalteración	Ubicación	Actividad
Mandíbula	7	3	(I, II, III)	Total	Cocción
Maxilar	6	6	(I, II, III, IV, V)	Total	Cocción/Desecho
Frontoparietal	3	2	(I-II)	Total, extremo posterior	Cocción
Escamoso	2	2	(I, II, III)	Total, superficie dorsal	Cocción
Proótico	1	1	(I)	Superficie dorsal	Cocción
Fragmento craneal indet.	8	2	(I, II, III)	Total	Cocción
Atlas	1	1	(II)	Total	Cocción
Vértebra II	1	1	(I)	Arco neural	Cocción
Vértebra indet.	4	1	(I, II, III)	Arco neural	Cocción
Clavícula	3	2	(I-II)	Total, extremo lateral	Cocción
Coracoides	3	1	(I, II, III))	Total, extremo lateral	Cocción
Escápula	1	1	(III)	Extremo proximal	Cocción
Supraescápula	2	1	(I-II)	Total, extremo medial	Cocción
Húmero	3	2	(I)	Total	Cocción
Falange indeterminada	3	1	(I-II)	Total	Cocción
Metapodio indeterminado	1	1	(I)	Total	Cocción
Pelvis	2	1	(I-II)	Rama iliaca	Cocción
Fémur	1	1	(IV)	Epífisis proximal	Cocción/Desecho
Tibiofíbula	4	2	(I, II, III, IV)	Epífisis proximal + distal	Cocción/Desecho
Tarso tibio-fibular	3	1	(I, II, III)	Total	Cocción
Total	59	6			

Tabla 35. Frecuencias e información contextual de huesos de anuros con termoalteración. Los números romanos indican el grado de intensidad de la modificación, según la escala señalada en esta investigación.

Unidad anatómica	NISP	MNI	Termoalteración	Ubicación	Actividad
Sínfisis dentaria	4	2	(II-III)	Total	Cocción
Pila ótica	4	2	(I, II)	Superficie lateral	Cocción

Atlas	1	1	(III)	Total	Cocción
Axis	1	1	(I)	Extremo craneal – caudal	Cocción
Vértebra cervical	39	3	(I, II, III, IV)	Total, extremos craneales-caudales; superficie lateral, dorsal y ventral.	Cocción/desecho
Vértebra cérvico-torácica	5	3	(I, II)	Total, superficie caudal.	Cocción
Fúrcula	22	8	(I, II, III, IV)	Total, vara; sínfisis	Cocción/desecho
Coracoides	61	19	(I, II, III, IV, V)	Epífisis proximal - distal	Cocción/desecho
Escápula	20	10	(I, II, III, IV)	Epífisis proximal excepto las facetas articulares	Cocción/desecho
Húmero	32	11	(I, II, III, IV)	Epífisis proximal - distal	Cocción/desecho
Radio	6	3	(I, III, IV)	Diáfisis	Cocción
Ulna	5	3	(I, II, III)	Faceta articular; diáfisis	Cocción
Carpometacarpo	26	10	(I, II, III, IV)	Total	Cocción/desecho
Carpoulnar	2	1	(I, II)	Total, excepto faceta articular	Cocción
Pólex	4	2	(II)	Total	Cocción
Falange I anterior	6	4	(I, II, III, IV)	Total, extremo proximal	Cocción/desecho
Falange II anterior	2	2	(II)	Total	Cocción
Vértebra torácica	35	5	(I, II, III, IV)	Total, superficie dorsal, caudal, ventral, craneal	Cocción/desecho
Esternón	28	12	(I, II, III)	Total, facetas costales	Cocción
Sinsacro	31	15	(I, II, III)	Total, superficie dorsal, ventral, facetas articulares	Cocción
Vértebra caudal	1	1	(I)	Arco neural	Cocción
Vértebra indeterminada	5	4	(I, III)	Total	Cocción
Fémur	20	7	(I, II, III, IV, V)	Cabeza femoral, epífisis proximal + distal	Cocción/desecho
Tibiotarso	5	3	(I, II, V)	Metáfisis distal	Cocción/desecho
Fíbula	1	1	(II)	Epífisis proximal	Cocción
Tarsometatarso	14	6	(I, II, III, V)	Epífisis próxima + distal	Cocción
Falange I posterior	6	1	(I, II, III)	Total, epífisis proximal, superficie dorsal	Cocción
Falange II posterior	3	1	(I,II)	Total, epífisis distal	Cocción
Falange indet.	1	1	(I)	Extremo proximal	Cocción
Total	407	19			

Tabla 36. Frecuencias e información contextual de huesos de aves con termoalteración. Los números romanos indican el grado de intensidad de la modificación, según la escala señalada en esta investigación.

Unidad anatómica	NISP	MNI	Termoalteración	Ubicación	Actividad
Incisivo	10	4	(II, V)	Ápice	Cocción/desecho
Premolar (<i>O. degus</i> ; <i>O. bridgesii</i>)	2	2	(II, IV)	Corona, superficie oclusal	Cocción/desecho

Molar I (<i>O. degus</i>)	3	3	(III, IV)	Corona, superficie oclusal	Cocción/desecho
Molar II (<i>O. degus</i>)	1	1	(III)	Corona	Cocción
Molar III (<i>M. coypus</i>)	2	1	(IV)	Total	Desecho
Molariforme	2	1	(III, IV)	Total	Desecho
Premaxila	1	1	(II)	Superficie lateral	Cocción
Maxilar	2	2	(II, III)	Arco cigomático	Cocción
Mandíbula (<i>O. degus</i> , <i>O. lunatus</i>)	7	4	(II, III, IV, V)	Total, rama mandibular, proceso angular, superficie lateral, dientes	Cocción/desecho
Bulla timpánica	1	1	(I)	Superficie medial	Cocción/desecho
Húmero	1	1	(III)	Troclea	Cocción
Ulna	1	1	(II)	Metáfisis proximal	Cocción
Costilla	1	1	(I)	Vara	Cocción
Sacrum	1	1	(II)	Superficie craneal + faceta articular	Cocción
Pelvis	1	1	(II)	Isquión + acetábulo	Cocción
Fémur	10	4	(I, III)	Total, cabeza femora, epífisis proximal + distal	Cocción
Tibia	4	1	(I, II, III)	Epífisis + metáfisis distal	Cocción
Calcáneo	2	2	(II, III)	Total	Cocción
Metatarso IV	1	1	(V)	Diáfisis	Desecho
Total	53	3D+2C+1B+1L			

Tabla 37. Frecuencias e información contextual de huesos de mamíferos menores con termoalteración. Los números romanos indican el grado de intensidad de la modificación, según la escala señalada en esta investigación. El total del MNI indica en letras el taxón específico con termoalteración, "D" para *O. degus*, "C" para *M. coypus*, "B" para *O. bridgesii* y "L" para *O. lunatus*.