

CAPÍTULO 6

Cuantificación en zooarqueología de vertebrados

Luis M. del Papa y Fernando J. Fernández

En este capítulo se exponen los conceptos básicos sobre la cuantificación, principalmente de restos esqueléticos y atributos tafonómicos, en zooarqueología de vertebrados. Se incluyen los tipos de unidades a cuantificar, el tratamiento de los estimadores de abundancia anatómica y taxonómica, modelos de transporte y económicos interpretativos, además de diversos índices zooarqueológicos y paleoecológicos.

Objetivos, conceptos básicos y desarrollo de la zooarqueología cuantitativa

Resulta necesario cuantificar los restos arqueofaunísticos que fueron analizados previamente (recopilación de la información de cada resto -catálogo, determinación anatómica y taxonómica, edad y rasgos tafonómicos- para realizar estimaciones e interpretaciones sobre actividades humanas (económicas, simbólicas), la intervención de diversos agentes naturales a través del tiempo y sobre las condiciones paleoambientales (e.g., Grayson, 1984; Mengoni Goñalons, 1988; Lyman, 1994a). Primero es ineludible introducir dos unidades básicas, donde se asientan la mayoría de los cálculos y cuantificaciones utilizados en zooarqueología:

1-Espécimen: es un hueso, diente, cáscaras de huevo, valvas, fibras, etc o un fragmento de éstos recuperados de los sitios arqueológicos y paleontológicos (Shotwell, 1955). Es la unidad mínima de análisis representado por cualquier resto arqueofaunístico esté fragmentado o entero, susceptible de análisis, sin importar si es posible su determinación anatómica y taxonómica. En este sentido, en la definición de espécimen se incluyen aquellos restos indeterminados (Mengoni Goñalons, 1988; Salemme et al., 1991).

2-Elemento: es un hueso, diente, cáscara de huevo, valva, fibra, etc, que sugiere integridad anatómica o una porción mayor (Shotwell, 1955). En consecuencia, todo elemento es un espécimen, pero no todo espécimen (salvo que esté completo) es un elemento.

Posteriormente, al introducir índices utilizados para comparar con marcos de referencias⁴ (véase más adelante) se amplió a la definición de elemento a aquellas porciones mayores de una unidad anatómica (e.g., epífisis proximal del fémur, diáfisis del fémur; véase Mengoni Goñalons, 1988). En este caso, se debe remarcar que la definición de elemento sigue el criterio de integridad anatómica completa; pero, por cuestiones operativas en la comparación, se incorporó la división de la unidad anatómica en porciones.

Entre los primeros trabajos de cuantificación de los restos de vertebrados en contextos arqueofaunísticos se destaca el trabajo de Dorothea Bate (1937) en las cuevas de Tabun y Wad (Monte Carmelo, Levante, Israel), quien calcula cómo varía la frecuencia a través del tiempo de especímenes identificados del antílope *Gazella gazella* (definido originalmente como *Gazella* spp.) asociado a ambientes esteparios áridos y del ciervo *Dama mesopotamica* relacionado a ambientes boscosos y de mayor humedad. Esta autora cuantificó las frecuencias de los especímenes identificados para interpretar las variaciones en la disponibilidad de ambos taxones por cambios en las condiciones paleoambientales (véase también Capítulo 1). De este modo, la hipótesis de mayor abundancia de un taxón sobre otro en los distintos contextos cronológicos del sitio maximiza la interpretación paleoambiental sobre el rol humano en la selección de ambos tipos de presas (Grayson, 1984).

A lo largo de la historia de la disciplina se fueron incorporando estimadores más elaborados que permitieron ajustar con mayor detalle las interpretaciones sobre las actitudes humanas hacia la fauna y los ambientes en el pasado. Tal es la proliferación de las unidades cuantitativas que, en la década de 1990, Richard Lee Lyman (1994b) recopila 112 términos asociados a 122 definiciones diferentes, donde algunas unidades tienen igual significado y otras son denominadas de la misma manera, pero calculados o con significados distintos. Debido a esta ambigüedad, Lyman remarca la necesidad de explicitar las definiciones de las unidades cuantitativas utilizadas y las maneras de calcular los índices. Más adelante, veremos ejemplos de cómo un mismo índice puede calcularse de diferentes maneras o con diferentes criterios.

Box 4. Breves reflexiones en torno a la cuantificación de restos óseos

Guillermo L. Mengoni Goñalons*

*Instituto de Arqueología, Facultad de Filosofía y Letras, UBA, 25 de Mayo 221, C1002ABE, Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

⁴ Cuerpos independientes de información que nos sirven para comparar con el registro arqueológico.

La cuantificación es un tema central en zooarqueología. No se trata de una cuestión simplemente metodológica. Para su desarrollo y aplicación práctica precisa de un marco conceptual que se sustenta en aspectos de índole teórica. Basta con recorrer los manuales clásicos de Grayson (1984), Lyman (2008), Reitz y Wing (2008) y Gifford-González (2017) para darse cuenta de su importancia epistemológica y metodológica. El tema es muy amplio y complejo en ciertos aspectos (Mengoni Goñalons 2006-2010). Aquí sólo me referiré a un par de cuestiones sobre las que siempre habría que reflexionar, antes de optar por algún procedimiento cuantitativo en particular.

A todos los analistas nos interesa saber qué tipos de animales están presentes en los conjuntos óseos y en qué cantidad, además de saber qué partes anatómicas están representadas. Por eso, en zooarqueología nos manejamos con dos clases de categorías: taxonómicas y anatómicas. Las primeras dan cuenta de los tipos de animales. Las segundas sirven para clasificar las partes esqueléticas que integran las muestras óseas que analizamos.

Para definir las categorías taxonómicas podemos emplear, simultáneamente, el sistema linneano (clase, orden, familia, género, especie) o alguna otra manera de categorizar a la fauna que utilice algún rasgo que sirva para diferenciar grupos de animales basados en alguna característica de su comportamiento o ecología. Por ejemplo, solitario vs gregario, terrestre vs acuático, rápido vs lento, solo para dar algunos ejemplos simples. Creo que trabajar con ambos sistemas en paralelo da oxígeno a la investigación, dado que resulta operativo cuando en nuestra agenda de preguntas contemplamos los costos de obtención de las presas y la tecnología necesaria para adquirir esos recursos. No es lo mismo capturar a un ave corredora que a una voladora. Como tampoco es lo mismo cazar a un guanaco que a un piche.

La cuantificación requiere de unidades de medida que nos permitan realizar conteos dentro de una misma lógica y realizar comparaciones en una misma escala. Estos conteos implican medir una propiedad del registro faunístico: la abundancia, sea taxonómica o anatómica. Pero la abundancia no habla por sí sola. Para entender por qué varía de un conjunto a otro es preciso comparar las frecuencias con las expectativas que surjan de algún modelo. En ese sentido, el esqueleto completo de cualquier animal representa el modelo natural donde cualquier resto óseo podría idealmente encontrar a su homólogo. Este modelo es lo que nos permite comparar la frecuencia observada y medida por nosotros a partir de los restos óseos recuperados; y la frecuencia esperada que es aquella que uno esperaría hallar si los animales ingresaran completos. Es decir, todas sus partes se incorporarán al registro en la misma proporción en que están presentes en un esqueleto completo. Tener en cuenta esto es lo que nos permite normalizar las frecuencias absolutas que corresponden a cada unidad anatómica, como en el caso del MAU (*Minimum Anatomical Units*) o del RSA (*Relative Skeletal Abundance*). El paso siguiente será estandarizar los valores y llevarlos a una escala porcentual, lo que permite realizar comparaciones entre conjuntos.

Asimismo, en zooarqueología solemos hablar de transporte de las presas, su distribución social (intra o intergrupar) y su consumo final. En general, el procesamiento de la carcasa de un animal involucra la puesta en acción de una serie secuencial de actividades. Estas suelen incluir: a) la evisceración y obtención de los órganos internos y la sangre; b) la extracción del cuero; c) la reducción de la carcasa en unidades menores; d) el descarnado de los huesos y la separación de la grasa muscular asociada; e) la obtención de la médula ósea; f) la producción de grasa ósea; g) la selección de soportes para la confección de instrumentos. Esto implica un proceso gradual de pérdida de integridad anatómica y progresiva reducción en donde el animal es segmentado en porciones cada vez más pequeñas. Por eso, deberíamos emplear unidades que agrupen a las diferentes partes anatómicas en función de los criterios que intervienen en la toma de decisiones sobre qué se transportará y cómo, qué se repartirá y cómo, y finalmente qué se va a consumir y cómo.

Frente a la necesidad de transportar la carcasa de un animal es necesario evaluar si es posible acarrearlo entero o dividido. Para lo cual, habrá que pensar en sus costos, en relación con el peso que hay que transportar. De ese modo, acarrear los huesos de ciertas unidades anatómicas de una carcasa puede incrementar dichos costos. Por lo que uno podría categorizar a las diferentes partes del esqueleto de un animal en función de la relación entre el peso del hueso sin carne vs el peso de la carne asociada a cada unidad anatómica y, luego, agrupar aquellas unidades en las que domina una u otra cosa. Aunque, también, se debería considerar cuánta carne queda potencialmente adherida a los huesos una vez descarnados y si conviene (o no) abandonarlos en el campo (Lupo, 2006). Basta comparar, por ejemplo, en función de esos criterios los costos de transporte y faenado en el campo del esqueleto axial (e.g., columna vertebral y costillas) de un guanaco con respecto a las unidades que forman sus miembros (e.g., húmero/radioulna y fémur/ tibia). Por lo que si nuestro acento está puesto en plantear el transporte selectivo tendríamos que pensar en unidades de trozamiento (léase “paquetes de partes”) que contemplen esas cuestiones.

Ante el consumo sucede algo semejante. Cuando pensamos en consumo inmediato, evaluamos el potencial de carne y médula que ofrecen los distintos huesos, jerarquizándolos en función de su rendimiento (e.g., alto, moderado o bajo) y su empleo al poco tiempo que el animal es faenado. En cambio, cuando hablamos en términos de consumo diferido pensamos en el uso de las diferentes partes del animal después de transcurrido un cierto lapso desde ocurrido el sacrificio. Para ello, consideramos qué partes son las mejores para ser conservadas por desecación, teniendo en cuenta otros parámetros (ej., proporción de hueso seco con respecto al de la carne; porcentaje de médula) que son algo diferentes a los considerados en otras situaciones.

En síntesis, los huesos que son ricos en carne y médula y tienen una baja proporción hueso/carne, en general, son más aptos para ser procesados y consumidos de manera inmediata (huesos largos). Los huesos que son ricos en carne solamente y tienen una proporción alta de hueso/carne son ideales para ser secados y, por ende, consumidos de forma diferida (e.g., costillas). Vale aclarar algo, esto no significa dejar de lado los perfiles

esqueletarios tradicionales, ordenados del cráneo a las extremidades posteriores, sino potenciar la información que contienen y reagrupar las unidades anatómicas en función de lo que queramos discutir y los criterios que nos sugieren los modelos en uso.

En todos los ejemplos dados vemos que adquieren un papel fundamental los estudios de la anatomía económica de los animales que analizamos. Tal como lo mencionamos, las diferentes unidades anatómicas que componen la carcasa de un animal tienen un rendimiento económico variable según la unidad de trozamiento que se trate. Hay partes de la carcasa de muy alta utilidad y otras de rendimiento bajo, tanto en términos de cantidad de carne, grasa intramuscular o médula ósea asociada. En el caso de los camélidos hay huesos que mayormente poseen carne (columna vertebral y costillas), otros ofrecen mucha carne y médula (húmero y fémur), algunos poca carne y médula (radioulna y tibia), otros sólo médula (autopodios), finalmente están aquellos que contienen órganos ricos en proteínas y grasas (e.g., cráneo y mandíbula).

Conocer la utilidad de cada unidad anatómica en términos de la proporción de carne, hueso y médula que poseen es imprescindible, dado que ofrece un marco de referencia de gran importancia para analizar la variabilidad de los conjuntos óseos. Esto no significa desconsiderar otros modelos (e.g., la desarticulación natural de una carcasa, su transporte hídrico o cualquier otro proceso natural mediado por la densidad ósea) que impacten sobre la completitud y representatividad de las diferentes partes de un animal. Todo lo contrario.

Con lo dicho, la reflexión que cabe es la siguiente. Planteado un problema se debería buscar coherencia entre nuestras unidades de análisis y las unidades de interpretación. Si queremos comprender los procesos de reducción de las carcasas y su progresiva pérdida de integridad anatómica debemos recurrir a todas las herramientas metodológicas disponibles y elegir aquellas que consideremos las que mejor acompañan las ideas que impulsan la investigación, surjan de nuestra propia imaginación o la de nuestros colegas.

Unidades cuantitativas

Para tener en cuenta, las cuantificaciones van desde cálculos sencillos de suma de especímenes identificados a alguna categoría taxonómica o *taxón free*⁵ (Faith y Lyman, 2019); o de aquellos que presenten algún rasgo tafonómico particular. Es decir, desde unidades directas de observación hasta cálculos complejos que requieren distintos grados de procesamientos matemáticos y estadísticos, conocidas como unidades derivadas, procedentes de observaciones directas. Por ejemplo, el MNE⁶ (número mínimo de elementos)

⁵ Agrupamiento por cuestiones ecológicas, eto-ecológicas (similitudes por tipo de adaptación a un ambiente en particular, hábitos dietarios, de locomoción, peso corporal entre otras variables no necesariamente relacionadas con la filogenia ni la sistemática).

⁶ Por acuerdo académico internacional se mantiene vigente la sigla en inglés MNE = *Minimum Number of Elements*.

deriva del NISP (número de especímenes identificados por taxón)⁷ y el MAU⁸ (unidades anatómicas mínimas) deriva del MNE. Entre las unidades derivadas, como veremos más adelante, también, se pueden mencionar los *ratios*, relación entre variables. En general, para el cálculo de las unidades derivadas se deben considerar los criterios de la toma de decisiones basadas en las preguntas y en la escala de análisis elegidas por el equipo de investigación. Además, cabe mencionar que, cuando se hacen cuantificaciones, se pueden realizar análisis estadísticos de distinta índole para establecer, por ejemplo, si la comparación entre muestras y/o variables son estadísticamente significativas, o también, evaluar la interpretación de algún patrón en particular. Para someter a prueba estos interrogantes se utilizan las correlaciones de Spearman, regresión, Chi², entre muchos otros.

En esta oportunidad desarrollaremos las unidades básicas y/o clásicas utilizadas en zooarqueología.

Índices de abundancia taxonómica

Los índices de abundancia taxonómica tienen como objetivo establecer la representación (numérica) de los taxones constituidos en un conjunto zooarqueológico. Esta estimación nos conduce, como veremos más adelante, a la caracterización de la forma de consumo de animales de un sitio en particular. Al comparar los patrones de consumo entre dos o más sitios se generan o contrastan modelos económicos. Asimismo, nos permite observar los cambios de uso de la fauna a través del tiempo y, en este sentido, podemos realizar consideraciones paleoambientales. Entre los índices de abundancia taxonómica veremos aquellos de índole directa (NISP y peso de los especímenes) y derivada –MNI- (número mínimo de individuos)⁹.

Peso de los especímenes

Consiste en tomar el peso de los especímenes que representan a los diferentes taxones de la muestra. Es una unidad directa, a la razón que los valores se pueden registrar a medida que se identifican los especímenes (si bien en la práctica se suele realizar una vez identificados los taxones) y se suman los valores conforme se ingresan nuevas muestras. Este método se utiliza para estimar la cantidad de nutrientes que ingresan al sitio (sin importar si ingresan enteros o trozados) debido a que se hace el cálculo de cuántos nutrientes representan el peso de esos especímenes. En este sentido, algunos estudios tienen como referencia que ca. del 7,5% del peso completo de los artiodáctilos domesticados corresponde al peso de los huesos. Entre las dificultades, no tienen en cuenta las condiciones de los individuos representados (el peso puede variar por edad, sexo, estacionalidad, condición nutricional). Sin embargo, Reitz y Wing (1999), para resolver esta problemática, sugieren

⁷ Por acuerdo académico internacional se mantiene vigente la sigla en inglés NISP = *Number of Identified Specimens Per-taxon*.

⁸ Por acuerdo académico internacional se mantiene vigente la sigla en inglés MAU = *Minimum Anatomical Units*.

⁹ Por acuerdo académico internacional se mantiene vigente la sigla en inglés MNI = *Minimum Number of Individuals*.

hacer cálculos alométricos a partir del peso de los especímenes para estimar la biomasa. Otra cuestión conflictiva radica en no tener en cuenta si las presas ingresan al sitio enteras (se usa el promedio del peso entero del animal) o en partes (e.g., solo los miembros posteriores o los cráneos) debido a que los nutrientes se distribuyen de una manera heterogénea entre las diferentes unidades de trozamiento (véase anatomía económica). En este sentido, el peso de las diferentes unidades representadas no refleja el valor exacto, si no el valor promedio de la especie. El peso de los especímenes puede ser problemático a la hora de comparar diferentes taxones, cuya estructura ósea es completamente diferente (este sería el caso de la comparación entre aves, peces, reptiles y mamíferos). Las muestras con diferentes historias tafonómicas, también, dificultan la comparación. Por ejemplo, la termoalteración modifica la masa y el peso de los especímenes, ergo, comparar muestras con grados significativamente dispares en la termoalteración suele ser complejo, al igual que distintos procesos diagenéticos pueden alterar el peso de los restos (pérdida de colágeno por lixiviación, intercambio de componentes inorgánicos entre el hueso y el microambiente de depositación, relleno de los poros del hueso por minerales, etc.). Quisiéramos destacar que, esta manera de cuantificar la abundancia taxonómica no es la más utilizada por los zooarqueólogos, aunque en algunas situaciones particulares puede ser importante y en relación con la comparación de algún taxón particular (véase Reitz y Wing, 1999; Reitz y Masucci, 2004).

NISP

El NISP (Payne, 1975) es el número de especímenes óseos identificados por taxón. Se calcula sumando cada uno de los especímenes óseos (unidad observacional mínima de análisis) asignados a un grupo taxonómico en particular (Clase, Orden, Familia, Género, Especie). El NISP es una unidad directa porque se puede ir añadiendo al cálculo a medida que vamos tomando los datos primarios de cada espécimen (identificación anatómica y taxonómica, edad, lateralidad si fuera el caso, rasgos tafonómicos presentes). Obviamente, en la práctica, el NISP se calcula una vez obtenido todos los datos primarios del conjunto arqueofaunístico. Los resultados, en general, se presentan en una tabla (véase, Tabla 6.1) con su valor absoluto y/o en su forma relativa (porcentaje), incluso con un gráfico de histogramas o diagramas de torta (véase Figura 6.1A y B).

Tabla 6.1

Categoría taxonómica	Categoría taxonómica	Categoría taxonómica	NISP	NISP%
Pisces	Superclase	Osteichthyes	854	67,29
Clase Amphibia	Orden	Anura	9	0,71
Clase Reptilia	Suborden	Ophidia	61	4,81
Clase Reptilia	Género	<i>Salvator</i> sp.	2	0,16
Clase Aves	Clase	Aves indet.	283	22,30
Clase Mammalia	Infraclase	Marsupialia	7	0,55

Clase Mammalia	Género	<i>Dasyus</i> sp.	21	1,65
Clase Mammalia	Especie	<i>Bos primigenius taurus</i>	17	1,34
Clase Mammalia	Familia	Cervidae Indet.	1	0,08
Clase Mammalia	Especie	<i>Blastocerus dichotomus</i>	12	0,95
Clase Mammalia	Familia	Cervidae (pequeño)	2	0,16
		Total	1269	100

Nota. Abundancia taxonómica expresada en NISP (valores absolutos y relativos), ejemplo ficticio.

La importancia de esta unidad cuantitativa es su aplicación para comparar las frecuencias en que están representadas las diferentes categorías taxonómicas a las que se asignaron los especímenes. De esta manera, es fácil observar cuál de todas las categorías representadas (ya sea taxonómica o agrupamientos por criterios ecológicos *-taxon free-*, *vide supra*) es más abundante que otra. Entre las ventajas de esta unidad es que, al ser directa, como se mencionó en el párrafo precedente, puede calcularse a medida que se identifican los especímenes. Es frecuente excavar sitios arqueológicos en distintas campañas, a veces por distintos equipos de investigación, entonces, resulta ventajoso que se puedan sumar los valores de NISP a medida que se van agregando muestras, de manera sencilla.

Entre las “desventajas” o las consideraciones a saber sobre los alcances y limitaciones del NISP son:

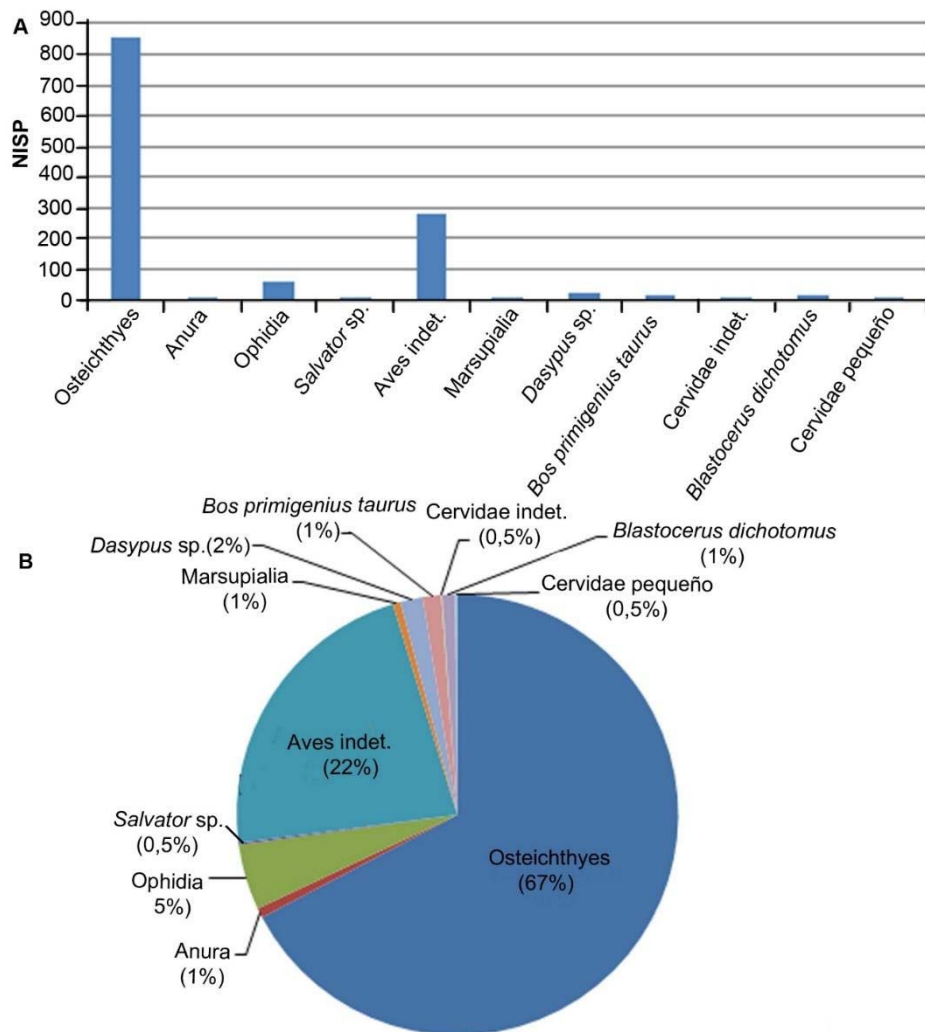
1- Ignora que las especies tienen diferencias en el número de piezas esqueléticas, principalmente cuando se comparan especies de distinta Clase (una especie de mamífero vs una especie de reptil) e incluso dentro de una misma Clase (entre diferentes Órdenes y Familias de mamíferos). Por ejemplo, un mamífero camélido (*Lama guanicoe*) puede tener entre 139 y 145 elementos óseos y un reptil teído (*Salvator rufescens*) entre 197 y 238 elementos, ergo, si ambas especies ingresan enteras al sitio, implicaría una sobredimensión del reptil. Con respecto a la misma Clase, podemos continuar con el ejemplo del camélido y un cánido entre 209 y 212, donde las diferencias se dan por la reducción en el número por fusión y/o desaparición de elementos en los camélidos, como consecuencia de adaptaciones a los hábitos en la locomoción principalmente (ver Capítulo 3). Por otra parte, las especies que presentan armadura ósea externa (armadillos y quelonios) pueden sobredimensionar su presencia en el sitio comparado con aquellas especies que sólo cuentan con endoesqueleto. Para evitar este sesgo, se podría tener en cuenta la cuantificación de los elementos endoesqueléticos o diferenciar las cantidades de los elementos endoesqueléticos y exoesqueléticos.

2- Sobredimensiona las especies que ingresan completas sobre las que ingresan segmentadas. Existe una mayor representación de especímenes de especies que, por su tamaño ingresan enteros (principalmente presas <50 kg) sobre aquellos que ingresan trozados, donde hay una selección de porciones para el transporte de partes esqueléticas (Lyman 1994a; Stahl, 1982). Si bien el NISP no tiene en cuenta las diferencias en la cantidad

de especímenes incorporados a los sitios arqueológicos, las cuantificaciones sobre la representación anatómica y el análisis tafonómico permiten interpretar si los animales ingresaron enteros o trozados (Speth 2022).

3- No tiene en cuenta el desarrollo ontogenético de las especies. La comparación entre individuos adultos, juveniles y/o crías se complejiza por la diferencia en el número de especímenes que tienen los individuos a lo largo de su desarrollo ontogenético. Para ejemplificar, si un húmero entero de camélido adulto (>36-48 meses de edad) ingresa al sitio arqueológico estará representado por un espécimen con todos los centros de osificación fusionados. Mientras si el mismo húmero ingresa al sitio en estadios previos a la adultez (<36 meses de edad) estará constituido por mayor cantidad de especímenes (diáfisis y cinco centros de osificación como máximo -6 especímenes-; véase Kaufmann, 2009). Para observar cómo influye la edad de los individuos de la muestra con el NISP, se pueden hacer perfiles de mortandad a *posteriori*, que permitirá ajustar nuestras interpretaciones.

Figura 6.1



Nota. Abundancia taxonómica expresada en NISP, mediante histogramas con valores absolutos (A) y gráfico de tortas con valores relativos (B).

4- No contempla la preservación diferencial de los huesos. No todos los huesos o porciones tienen la misma posibilidad de preservarse ante distintos agentes y procesos tafonómicos (véase Capítulo 4). En general, las diferencias en la preservación están mediadas por las variables intrínsecas de los huesos, tales como la forma, el tamaño, la cantidad de mineral óseo por volumen, la distribución de nutrientes, entre otros (e.g., Binford y Bertram, 1977; Speth, 2022). En este sentido, para fortalecer las interpretaciones es necesario realizar un análisis tafonómico exhaustivo y considerar las variables óseas intrínsecas de las especies representadas a través de análisis cuali/cuantitativo (e.g., proporción de epífisis vs. diáfisis, correlaciones entre la representación de partes esqueléticas y la densidad mineral ósea de los conjuntos arqueofaunísticos).

5- Las distintas unidades esqueléticas tienen diferente jerarquía a la hora de realizar la determinación sistemática (véase Capítulo 3), lo que acarrea diferencias en los números del NISP asignados a las diferentes categorías taxonómicas.

6- Es dependiente del grado de fragmentación de la muestra. Cuando la fragmentación de la muestra es relativamente baja, es posible el sobredimensionamiento de la cantidad de especímenes. Por ejemplo, si un húmero de camélido adulto está fragmentado en dos, vamos a cuantificar el doble de especímenes para un mismo elemento que si estuviese entero. Por otro lado, cuando la fragmentación de los especímenes aumenta considerablemente, lo más probable es que se pierdan los rasgos diagnósticos de los especímenes por la fragmentación o no estén representadas en los diversos fragmentos en que puede dividirse por distintos procesos tafonómicos, principalmente las diáfisis o huesos de poca diagnosis (véase Capítulo 3). En consecuencia, los especímenes no podrán asignarse a una categoría taxonómica (indeterminados, por lo que no son considerados en el NISP) o se asignarán a categorías taxonómicas mayores (Clase, Orden). En este sentido, cuando una especie en particular presenta elevada fragmentación, la cantidad de NISP queda subdimensionada. Por lo tanto, cuando se realiza una comparación entre categorías taxonómicas, o entre distintos conjuntos, es necesario realizar estimaciones sobre cómo fueron afectadas las muestras, a través de otros índices cuantitativos (e.g., porcentaje de especímenes enteros) o ratios (NISP/MNE).

7- Es dependiente de las técnicas de muestreo y recolección. A lo largo de la historia, los métodos de excavación y de recuperación de los materiales arqueológicos han cambiado considerablemente. Desde excavaciones no sistemáticas en busca de “tesoros coleccionables” o de los artefactos enteros y más elaborados, donde los restos faunísticos no eran recuperados, pasando por etapas donde solo se recolectaban los restos faunísticos enteros y fáciles de determinar taxonómicamente y los que se presentaban modificados como artefactos óseos. A partir de la constitución de la arqueología científica moderna, el uso de zarandas para el cribado de los sedimentos ha aumentado el número de restos a analizar (véase Payne, 1972). En la medida de las posibilidades logísticas en las campañas de

excavación, se fue incorporando el uso de flotación para la recuperación de los materiales. Está ampliamente demostrado que el uso sistemático de zarandas con mallas de luz de tamaño pequeño (<2,5 mm) y de flotación, no solo aumenta la cantidad de especímenes para analizar, sino también la proporción de los taxones de menor tamaño, principalmente microvertebrados (e.g., Payne, 1972; Grayson, 1984; Mengoni Goñalons, 1988).

8- Entre las limitaciones más importantes, se destaca la imposibilidad de inferir dieta humana, o calcular la biomasa, es decir, no se puede estimar cuál es la cantidad de nutrientes que aportó cada taxón al conjunto arqueofaunístico.

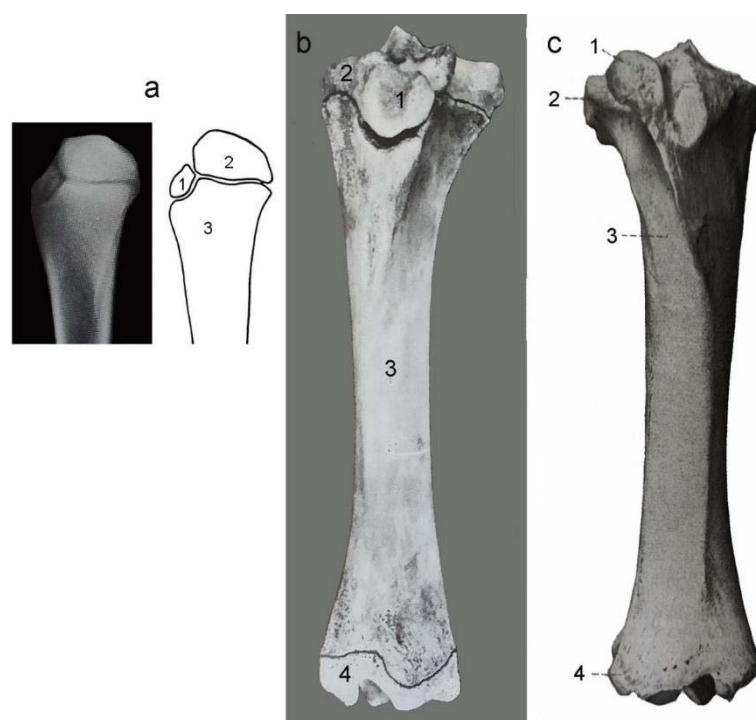
MNI

El MNI (White, 1953) es el número de individuos que da cuenta de los especímenes identificados a un taxón determinado (Mengoni Goñalons, 1988). Calcula el número de individuos de un taxón representados en un contexto zooarqueológico a partir del mayor número de elementos identificados. Esta unidad cuantitativa surge tempranamente en paleontología para resolver los problemas de conteo de abundancia taxonómica derivados del NISP, y concretamente para estimar la abundancia de mamíferos y aves de las faunas pleistocénicas de la Formación Rancho La Brea (Stock, 1929; Howard, 1930; Grayson, 1984; Lyman, 2008; véase Capítulo 4). Sin embargo, los lineamientos generales de este cálculo fueron desarrollados por Theodore White en 1953 para las faunas arqueológicas (Grayson, 1984; Lyman, 1994a, 2008) y aceptada ampliamente por los zooarqueólogos. La intención de White no fue derivar la abundancia taxonómica de los contextos, sino la de estimar la cantidad de nutrientes aportados por cada taxón en los sitios arqueológicos. Estudiando las arqueofaunas de sitios de las Grandes Planicies norteamericanas evaluó la contribución de los ciervos y bisontes a la dieta de los cazadores-recolectores representados en los sitios, así observó que para cubrir las proporciones alimenticias que ofrecía un solo bisonte era necesario cazar cuatro ciervos (White, 1953: p. 397 en Grayson, 1984: p. 27). El MNI se calcula para cada unidad anatómica presente en la muestra (sean huesos pares -e.g fémur, tibia- o impares -e.g., cráneo, axis, sacro, etc.-), donde el elemento anatómico con mayor representación relativa conformará el valor de MNI de ese taxón. Sin embargo, existen varios criterios para calcularlo y es necesario explicitar cuál se eligió, porque los resultados pueden variar considerablemente para una misma muestra. White (1953) introduce el criterio de lateralidad; para ello separa los huesos pares en izquierdos y derechos, donde la lateralidad con valor más alto entre las distintas unidades anatómicas será el MNI de la muestra. Por ejemplo, de 16 porciones distales de tibia, 10 son izquierdas y 6 son derechas, el MNI= 10 porque las 10 tibias izquierdas corresponden a 10 individuos. Es un número conservador, pues se puede establecer estos 10 individuos siguiendo los criterios definidos, aunque, en la realidad algunos de esos huesos derechos podrían corresponder a individuos no correlacionados con las tibias izquierdas (de ahí el término número “mínimo” de individuos). A medida que se incorporen criterios adicionales a la lateralidad se irá afinando en la estimación más precisa de individuos de una muestra, si bien sería imposible cuantificar el

número real de individuos utilizados en la antigüedad. Cabe mencionar que el criterio de lateralidad fue desarrollado por White, porque los elementos más representados en sus muestras correspondían a la porción distal de la tibia. En tanto, el cálculo se puede hacer con huesos impares y/o numerosos. Por ejemplo, en una muestra de camélidos con 8 cráneos (MNI= 8), 4 vértebras atlas (MNI= 4), 9 vértebras axis (MNI= 9), 12 vértebras lumbares (MNI= 2) y 7 vértebras torácicas (MNI= 1). El MNI total de la muestra es 9 (a partir de la cantidad de axis), pues cada individuo tiene una vértebra axis en el esqueleto, al igual que el cráneo y el atlas, 7 vértebras lumbares y 12 vértebras torácicas.

Posteriormente, Bokönyi (1970) agregó el criterio de edad para el cálculo. El desarrollo ontogenético alcanzado por los especímenes dan cuenta de la edad de muerte de los individuos. Estos rasgos pueden observarse a través de la fusión de los centros de osificación de los huesos (si están sin fusionar, semi-fusionados o fusionados completamente, Figura 6.2), de la secuencia de erupción dentaria (primera dentición y reemplazo definitivo en mamíferos) y desgaste dentario. Retomando el ejemplo de las 16 porciones distales de tibia desglosadas por los estadios de fusión ósea, si de las 10 izquierdas 8 están fusionadas (fusión de los centros de osificación de la epífisis distal y la diáfisis) y dos están sin fusionar; además de las 6 derechas 2 están fusionadas y 4 sin fusionar, el MNI resultante será 12 (8 individuos adultos [correspondientes a las 8 porciones distales izquierdas fusionadas; las dos derechas fusionadas podrían corresponder a cualquiera de las 8 izquierdas] + 4 individuos juveniles [4 porciones derechas sin fusionar dan cuenta de las 2 izquierdas sin fusionar]). Al agregar criterios aumentó el número mínimo de individuos (12 vs 10).

Figura 6.2

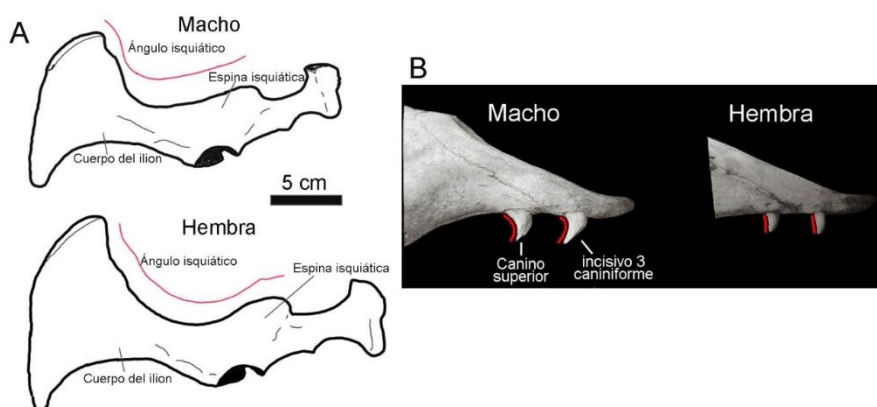


Nota. Tibias de caballo (*Equus ferus caballus*) con distinto grado de desarrollo ontogenético. A, radiografía y diagrama de la porción proximal de tibia de potro de 4 días de edad; B, tibia de potra de 11 meses de edad con las líneas de fusión visibles; C, tibia fusionada en todos los centros de osificación. Referencias: 1= tuberosidad de la tibia; 2= meseta tibial; 3= diáfisis; 4= epífisis distal de la tibia. Modificado de Sisson y Grossman (1982: figuras 15-86, 15-90, 15-91).

Otros criterios que se pueden agregar son los de estimación de sexo y de tamaño (remontaje bilateral). Sin embargo, se destaca que la mayoría de los trabajos siguen el criterio de lateralidad y edad para calcular el MNI, porque es lo suficientemente práctico y preciso en muestras grandes.

El criterio de estimación del sexo, resulta en la capacidad de discernir si los huesos de una especie corresponden a hembras o machos. Entre las dificultades de aplicar este criterio, es que: 1- en general, se puede estimar en individuos adultos donde los caracteres sexuales secundarios se encuentren desarrollados; 2- no todas las especies tiene dimorfismo sexual marcado y cuando ocurre, como en los camélidos, no se puede estimar en todos los huesos (diferencia del tamaño en elementos dentales como los caninos y diferencias en la forma de la pelvis; Figura 6.3; Kaufmann, 2009). No obstante, estos elementos no suelen ser los más representados arqueológicamente como para calcular el MNI; 3- en los casos en que el dimorfismo sexual es marcado, muchas veces esas diferencias se basan en el tamaño corporal. En estos casos, se deben tomar medidas de las distintas variables métricas de los huesos y aplicarles análisis estadísticos y, así, diferenciar entre machos y hembras. Lamentablemente, con frecuencia, existe un solapamiento entre las medidas de machos y hembras debido a diferencias nutricionales, cambios ambientales y enfermedades. En contados casos, se puede establecer el sexo por la presencia/ausencia de determinados rasgos (e.g., astas), pero se debe considerar si esas porciones fueron ingresadas a partir de la caza y selección de los animales o mediante una recolección (la mayoría de los ciervos adquieren y pierden sus astas estacionalmente).

Figura 6.3



Nota. Diferenciación de sexo en camélidos. A- pelvis vista lateral (diferencia en el ángulo isquiático según sexo). B-curvaturas y tamaño de canino e incisivo superiores. Modificados de Kaufmann (2009: figuras 30 y 31).

Con respecto al criterio de tamaño, se busca establecer si los elementos con distinta lateralidad, pero de la misma edad se corresponden entre sí (correspondencia bilateral, mismo individuo; Figura 4). Se necesita tomar mediciones en los huesos con calibre y/o cinta métrica. Retomando el ejemplo de las 16 porciones distales de tibia: 10 izquierdas (8 fusionadas y 2 sin fusionar) y 6 derechas (2 están fusionadas y 4 sin fusionar), si de las 2 porciones derechas fusionadas una se corresponde por tamaño con una izquierda y la derecha restante es más grande que las demás porciones izquierdas, entonces el MNI resultante es 13. Desglosado, son 9 individuos adultos (8 izquierdas fusionadas + una derecha más grande que las anteriores, por lo tanto, corresponde a otro individuo) + 4 individuos juveniles (4 derechas sin fusionar). Entre los problemas para realizar el remontaje o correspondencia bilateral, es que, en general, los especímenes arqueológicos presentan fragmentación (varía según la historia tafonómica) lo que dificulta las mediciones de las distintas variables para establecer la correlación de los elementos pares.

El MNI, al igual que el NISP (Figura 6.1A y B), suele presentarse en el formato tabla de manera absoluta o relativa (porcentual) o en gráficos de torta y/o histogramas para la representación de los individuos de las distintas especies. Sin embargo, como se mencionó anteriormente, la idea original de White (1953) era estimar la cantidad de nutrientes que aportaba cada especie (una proporción del peso del animal vivo), o de una manera más sencilla, multiplicando el MNI por el peso promedio del taxón en vida como un estimador de biomasa (véase del Papa, 2012; del Papa et al., 2012).

Entre las “ventajas” del MNI en contraposición al NISP, se puede mencionar que la cantidad de individuos no está afectada por el total de huesos que tienen los diferentes taxones de mamíferos o entre distintas clases. De esta manera, es lo mismo un individuo del camélido *Lama* (representado por ca. 139/145 elementos) y un individuo del saurio *Salvator* (ca. 197/238 elementos). Por supuesto, se pueden comparar fácilmente estos taxones siguiendo el criterio de White (1953) de multiplicar por la cantidad de nutrientes que aporta cada especie, e.g., *Lama* ca. 100 kg vs *Salvator* ca. 4,5 kg. Si bien están representados por un individuo cada taxón, *Lama* aporta más nutrientes que *Salvator*. Las estimaciones de biomasa corresponden a nutrientes disponibles y no a nutrientes plenamente consumidos porque resulta imposible establecer la cantidad de nutrientes consumidos en el pasado (Mengoni Goñalons, 1988).

Figura 6.4

Nota. Correspondencia bilateral de tibias. Tomadas por Luis del Papa.

Muchas veces, también, se menciona que el MNI no está afectado por el ingreso al sitio de presas enteras o trozadas (obviamente si ingresan enteras el NISP va a estar sobredimensionado con relación al MNI). Se destaca, que muchas veces es necesario diferenciar y estimar si una especie entró entera o no, ya que la cantidad de nutrientes que aporta cada una puede variar. Por ejemplo, si calculamos un MNI de 1 para camélidos y de 1 para un tayasuido (ca. 20 kg) podemos estimar, fácilmente, que el camélido aporta mayor cantidad de nutrientes, sin embargo, si el tayasuido ingreso al sitio entero (o se utilizó integralmente) y del camélido sólo ingresaron los miembros posteriores, la cantidad de nutrientes que aporta cada especie puede ser semejante. En este sentido, es necesario hacer cuantificaciones sobre la representación de partes esqueléticas de las distintas especies para evaluar el aporte de cada una.

Entre las desventajas, siguiendo el criterio anterior, el MNI puede sobredimensionar aquellas especies “raras” o escasamente representadas. Por ejemplo, si de camélidos tengo representados 274 especímenes que dan cuenta de un individuo y sólo un espécimen de *Puma concolor*, no habrá diferencias del MNI entre uno y otro taxón, por más que los camélidos estén mayormente representados a través del NISP y, posiblemente, aportó mayor cantidad de nutrientes que *Puma* (tal vez fue utilizado sin un criterio alimenticio).

Cabe destacar que, al ser un índice derivado del NISP, el MNI no resuelve algunos inconvenientes, como la dificultad de comparar taxones o muestras que sufrieron diferentes historias tafonómicas. En este sentido, se pueden solucionar los problemas de las muestras con poca fragmentación a la razón que, fácilmente, se puede estimar si esos especímenes corresponden a un individuo. Sin embargo, cuando se produce una fragmentación alta (subestimación del NISP de una especie en particular), también, se puede producir la subestimación del MNI (si no se pueden identificar los restos a una especie en particular, es posible que la cantidad de individuos sea menor). Al igual que el NISP, es dependiente del

tamaño de la muestra, porque a medida que aumenta la muestra, es altamente probable la mayor cantidad de individuos estimados estén representados.

El MNI no es aditivo porque hay que recalcularlo cada vez que se ingresan nuevos materiales a la muestra (nuevos trabajos de campaña) o se agregan criterios para su cuantificación. Esto implica una gran desventaja porque se debe empezar de cero para realizar el cálculo de MNI, a veces dificultoso en muestras muy grandes.

Por último, entre las “desventajas” tenemos al criterio de agregación relacionado con las decisiones del equipo de investigación para diferenciar las unidades contextuales y cronológicas portadoras de los materiales de cada conjunto y, principalmente, a las preguntas realizadas en la investigación sobre esas unidades definidas. Entonces, los resultados del MNI dependen de los criterios de agregación que utilice el equipo de investigación. Para ejemplificar, tomaremos el caso presentado por Mengoni Goñalons (1988), modificado levemente en términos descriptivos.

Se analiza un sitio con tres unidades arquitectónicas diferenciadas (una habitación residencial, un recinto ceremonial y un taller –actividades específicas-) del período agroalfarero del Noroeste argentino (Tabla 6.2). Se estudian los restos asignados a llama (*Lama glama*) y al venado andino o taruca (*Hippocamelus antisensis*), ambas de porte similar.

Tabla 6.2

	Habitación residencial	Recinto ceremonial	Taller
Venado andino <i>Hippocamelus antisensis</i>	10 fémures derechos	15 tibias izquierdas	13 húmeros derechos
Llama <i>Lama glama</i>	25 fémures derechos	1 tibia derecha	1 húmero derecho

Nota. Abundancia de artiodáctilos en tres sectores de un sitio arqueológico.

Con este ejemplo, siguiendo el criterio de única agregación (Grayson, 1984), es decir, mediante el cálculo del MNI para el sitio completo sin diferenciar en las unidades arquitectónicas y funcionales, el MNI resultante para el venado andino fue de 15, mientras el de llama fue 25 (total 40 individuos). Entonces, el uso de animales domésticos (llama) fue mayor (62,5% de los individuos de la muestra) a la caza de animales silvestres (venado andino, 37,5%). Ahora bien, si calculamos el MNI de cada especie para cada unidad arquitectónica/funcional (Tabla 6.3), veremos que el cálculo final se modifica.

En total tenemos 38 venados andinos (10 en la habitación residencial + 15 en el recinto ceremonial + 13 en el taller) vs 27 llamas (25 en la habitación residencial + 1 en el recinto ceremonial + 1 en el taller); en total son 65 individuos. De esta manera, se invierten los porcentajes totales de cada especie para el sitio: 58,46% para el venado (actividades extractivas de caza) y 41,53% para las llamas (uso de animales domesticados). Al separar el

sitio en las unidades arquitectónicas/funcionales, aumenta la cantidad de individuos estimados para ambas especies, es decir, cuantas más unidades se separen, según los criterios del equipo de investigación, mayor será el número de individuos totales de la muestra.

Tabla 6.3

	Habitación residencial			Recinto ceremonial			Taller		
	NISP	MNI	%	NISP	MNI	%	NISP	MNI	%
Venado andino	10 (fémur derecho)	10	24,2	15 (tibia izquierda)	15	93,8	13 (húmero derecho)	13	91,7
Llama	25 (fémur derecho)	25	75,8	1 (tibia derecha)	1	6,2	1 (húmero derecho)	1	8,3

Nota. MNI de cada especie para cada unidad arquitectónica/funcional.

La misma situación puede suceder si derivamos el MNI de los diferentes componentes estratigráficos de un sitio multicomponente o si lo derivamos de todos los estratos conjuntamente. Por ejemplo, obtener un MNI (único) para un sitio que presenta ocupaciones humanas desde el Pleistoceno final al Holoceno tardío implicaría pasar la imposibilidad de observar los cambios en el uso de la fauna a lo largo del tiempo e invisibilizar la desaparición y extinción de la megafauna (véase Capítulo 7).

Algunos comentarios sobre los índices de abundancia taxonómica

Se ha discutido y se sigue discutiendo sobre las ventajas y desventajas en el uso de los cuantificadores taxonómicos, en muchos casos contraponiéndolos, sobre todo el NISP vs MNI (véase discusión en Grayson, 1984; Marshall y Pilgram, 1993; Lyman, 2018). En muchos trabajos, se utilizan tanto el NISP como el MNI con tal de fortalecer las interpretaciones y disminuir las “limitaciones” de ambos estimadores (unidades directas vs derivadas). Lyman (2018) realiza el análisis sobre el tipo de unidades, los alcances y del uso de estos índices en la historia de Estados Unidos. Si bien el autor se posiciona en favor del uso del NISP, destaca que la elección del estimador dependerá del objetivo de la investigación. De hecho, Lyman menciona que si se quiere estimar la dieta o la cantidad de nutrientes que fueron utilizados por los antiguos pobladores, el MNI es el indicado (sobre todo, al estilo clásico de White [1953] con el fin de estimar la biomasa obtenida). Si el objetivo es observar cuál especie es más abundante y cuál es “rara” o en baja representación, se debería utilizar el NISP.

Huevos de Rheidae (NISP y MNI)

En los sitios de Argentina es común hallar restos de cáscaras de huevo de réidos (*Rhea americana* –ñandú- y/o *Rhea pennata* –choique, suri-) y si bien en casos excepcionales se

suelen hallar huevos enteros (véase Messineo et al., 2021), la mayoría se encuentran fragmentados. Cabe destacar que son unidades frágiles que se suelen fragmentar fácilmente, pero al contrario de lo que ocurre con los restos óseos de la mayoría de los taxones, son sencillamente identificables, al menos, a nivel de género. El NISP se calcula de la misma manera que para los restos óseos, cada fragmento o huevo entero es un espécimen. Para el MNI, cabe mencionar que es muy difícil diferenciar regiones anatómicas de un huevo en restos fragmentados (e.g., polo mayor, polo menor) por lo que es necesario tomar el peso de la muestra de las cáscaras, y compararlas con los valores promedio tomados por otros investigadores de cáscaras de huevo completas (Bonomo et al., 2008; Quintana, 2008). Como se observa en esta medida de cuantificación y en todas las derivadas, es imprescindible contar con datos actualísticos de las especies con registro arqueológico para establecer el patrón comparativo actual.

Índices de abundancia de partes esqueléticas

Los índices de abundancia de partes esqueléticas tienen como objetivo estimar la representación anatómica de cada taxón; ¿están representados todos los huesos de un esqueleto?, ¿alguna región anatómica está más representada que otra? Cabe destacar que, para interpretar los patrones de partes representadas en cada especie, es necesario realizar un análisis tafonómico exhaustivo. Esto nos permitirá, con una menor o mayor confianza, asignar los patrones observados a la actividad humana (e.g., transporte de partes anatómicas, reparto, consumo, descarte, utilización como materia prima en la confección de artefactos; Binford, 1978; Bunn et al., 1988; O'Connell et al., 1990; Bartram, 1993; Yacobaccio et al., 1997-1998; Monahan, 1998; Lupo, 2001; Stahl y Athens, 2001; Faith y Gordon, 2007; Morín, 2007; Miotti y Marchionni, 2009, 2012, 2014; Rindel, 2013), la acción de depredadores naturales, destrucción diferencial por procesos naturales postdeposicionales (e.g., meteorización, diagénesis), procesos de redepositación (e.g., acción fluvial, eólica, carroñeo) entre otros agentes y procesos tafonómicos (véase Capítulo 4).

MNE

El MNE (Binford, 1984) es una medida de abundancia relativa de partes esqueléticas. Aquí cabe recordar la definición de “elemento” = hueso o diente completo (integridad anatómica). Se calcula sobre la representación de cada uno de los elementos que componen el esqueleto. En este sentido, es un valor recompuesto (derivado del NISP) y, por lo tanto, puede diferir del valor de NISP para una misma unidad esquelética, es decir, los valores de MNE pueden ser iguales o menores al NISP para un hueso determinado, nunca mayor. Si bien la definición de elemento sugiere integridad, por razones prácticas a la hora del cálculo (véase el método de fracciones de Klein y Cruz Uribe, 1984) o en las comparaciones con marcos de referencia (véase MAU%), muchas veces el cálculo de MNE se realiza, también, para las porciones mayores de las unidades anatómicas (e.g., epífisis proximal, epífisis distal y diáfisis).

El valor del MNE corresponde a las veces que cada unidad anatómica está representada en la muestra, independientemente de su lateralidad. Por ejemplo, si tenemos 2 epífisis proximales de fémur derecho y una epífisis distal de fémur izquierdo, el MNE resultante es 3 (cada una de las epífisis -sean proximales o distales- se corresponden con un fémur -dos derechos y uno izquierdo). El procedimiento es semejante al del MNI, sin embargo, los valores finales difieren porque no importa cuántos individuos conforman la muestra, sino cuántas unidades de cada elemento tengo. Ahora bien, existen varias formas de calcular el MNE de una muestra.

Suma de las fracciones epifisiarias (Klein y Cruz Uribe, 1984). Supongamos que estamos analizando los especímenes asignados al radio de un ungulado y sólo tendremos en cuenta las epífisis, por lo que separaremos los especímenes que correspondan a las porciones proximales y distales. A cada espécimen le asignaremos un valor (fracción) según el grado de completitud de esa epífisis; completa= 1, la mitad= 0,5 y un cuarto= 0,25 (Figura 6.5). La suma de las fracciones de los especímenes representados en la muestra dará el valor de MNE. Siguiendo el ejemplo, si tengo representados dos epífisis proximales completas, una mitad y un cuarto, el total es 2,75; es decir, como mínimo tengo 3 elementos representados en la muestra (se redondea hacia arriba, ya que la definición de elemento estipula integridad [al menos en las porciones mayores como en este caso, las epífisis], por lo que no puede figurar en fracción). Entre las razones del desuso de esta manera de calcular el MNE se pueden mencionar algunos trabajos tafonómicos (e.g., Bunn y Kroll, 1986; Marean et al., 2001; Barba y Domínguez-Rodrigo, 2005) ya que, tener en cuenta únicamente a las epífisis conlleva una subdimensión del cálculo, porque las epífisis son menos densas (véase apartado de densidad mineral ósea) y, por lo tanto, tienen menos chances de preservarse en el registro arqueológico por razones tafonómicas (véase Capítulo 4).

Figura 6.5

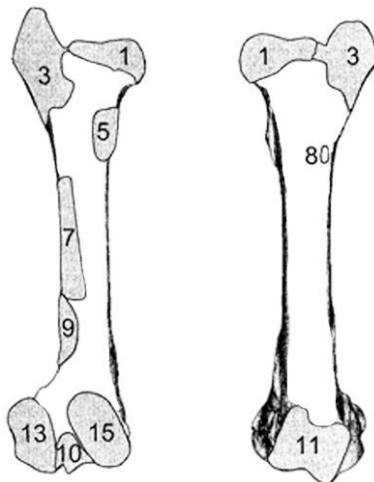


Nota. Estimación de la fracción proximal del radio con un fragmento: de izquierda a derecha 1, 0,5 y 0,25. Modificado de Marean et al. (2001: figura 1).

Cómputo de rasgos y zonas diagnósticas (Todd y Rapson, 1988; Morlan, 1994). Con el fin de introducir las diáfisis a los cálculos de MNE, se reconocieron zonas diagnósticas en la topografía de cada hueso largo (tanto en las diáfisis como en las epífisis), incluidos forámenes nutricios, zonas de inserción muscular y ligamentaria que permiten realizar las identificaciones taxonómicas (Figura 6.6). En este sentido, para calcular el MNE se contabiliza la superposición de cada zona diagnóstica de cada hueso, donde el valor de mayor superposición será el MNE de esa unidad. Ejemplificando, si tengo 7 trocánteres mayores de un fémur (no interesa la lateralidad, sino la cantidad de cada zona diagnóstica que no se

repite), 4 trocánteres menores y 8 forámenes nutricios (ubicado en la diáfisis), el MNE resultante de fémur es 8 (por la cantidad de forámenes nutricios). Esta manera de cuantificar el MNE es la más utilizada para fauna mediana a grande, incluso en la actualidad.

Figura 6.6

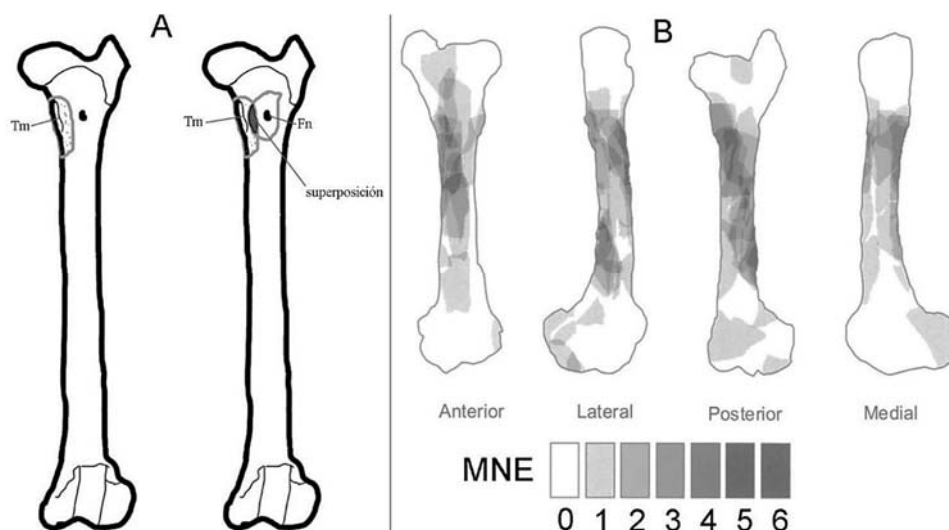


Nota. Zonas diagnósticas de un fémur de un mamífero. Modificado de Marean et al. (2001: figura 3).

Por superposición de sectores, rasgos y zonas de la superficie externa a través de imágenes digitales y Sistemas de Información Geográfica (GIS; Marean et al., 2001). También, se utilizan las zonas diagnósticas necesarias para la identificación de los especímenes a un elemento y taxón en particular. Pero, en muchos casos, los especímenes no incluyen sólo los rasgos diagnósticos de un elemento, sino que poseen una superficie mayor (zona no diagnóstica). En este sentido, Marean et al. (2001) proponen el uso de GIS para realizar el dibujo de cada espécimen identificado, a través de sus zonas diagnósticas, pero con precisión para abarcar lo que representa en su totalidad, incluidas las zonas no diagnósticas. El cálculo de MNE se realizará mediante la superposición de especímenes, sean zonas diagnósticas o no, en las plantillas del *software*. Por ejemplo, en la figura 6.7A se observa la identificación de especímenes a través de zonas diagnósticas, trocánter menor y foramen nutricional, pero la superposición de los especímenes se produce en las zonas no diagnósticas de la diáfisis. Entonces, si sólo computásemos las zonas diagnósticas, como en la propuesta de Morlan (1994), hubiésemos calculado un MNE de 1, en contraposición a la metodología de Marean et al. (2001) que resultaría en un MNE de 2. Cabe destacar que, si bien esta metodología es más precisa que la anterior, conlleva un mayor desgaste para el equipo de investigación, ya que, por un lado, se tiene que perfeccionar en el uso de *software* como SIG y, por otro lado, se debe realizar las plantillas de todos los huesos del esqueleto (de ambos lados si son huesos pares) en sus distintas caras para poder volcar cada espécimen identificado. Para casos de nuestro país se han desarrollado planillas para camélidos (Izeta, 2004). Una vez que tenemos las plantillas, hay que dibujar las distintas caras de cada espécimen identificado (véase Figura 6.7B). En muestras muy grandes, el esfuerzo

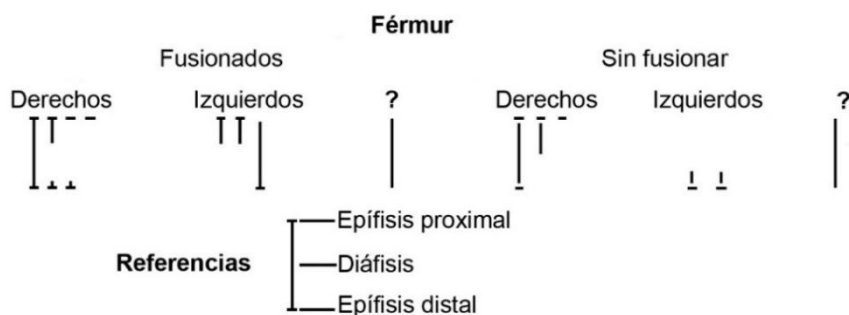
necesario para realizar los dibujos de cada espécimen puede ser demasiado elevado en relación con los objetivos de la investigación. El “costo/beneficio” puede ser demasiado alto respecto al tiempo necesario para realizar el cálculo de MNE, por lo cual, si bien es más precisa, no es muy utilizada. Consideramos que una manera ajustada y sin tanto costo de tiempo para el equipo de investigación podría ser la metodología que se explica a continuación.

Figura 6.7



Nota. Uso de SIG para el cálculo de MNE. A- Superposición de especímenes identificados por zonas diagnósticas (Tm= trocánter menor; Fn= foramen nutricio; Sup. = superposición); B. Representación del cálculo mediante SIG. Modificado de Marean et al. (2001: figura 3).

Reconstrucción de una categoría anatómica a partir de la descripción precisa de los especímenes. Se realiza mediante el cómputo de la frecuencia de una serie de zonas diagnósticas específicas, siguiendo la propuesta de Morlan (1994), pero se incluye una descripción precisa del sector que se encuentra representado (en la planilla de análisis de cálculo), principalmente, en los casos cuya superficie sobrepase la presencia de zonas diagnósticas, del mismo modo que Marean et al. (2001), pero sin *software* avanzado. En este caso, se necesita una descripción clara y precisa de los sectores que abarcan los especímenes en la unidad anatómica analizada (describiendo no solo las zonas diagnósticas, sino su extensión hacia zonas no diagnósticas). En muestras grandes, para hacer el cálculo de esta manera conviene dibujar esquemas a mano para representar a cada uno de los especímenes (véase Figura 6.8). Al separar izquierdos y derechos y al tener en cuenta la edad (fusión ósea), será más fácil calcular el MNI una vez computado el MNE de cada unidad anatómica. Véase el ejemplo (Figura 6.8) para obtener el NISP, MNE y MNI del fémur.

Figura 6.8

Nota. Ejercicio (ejemplo ficticio) para calcular NISP, MNE y MNI.

El NISP resultante es 22, el MNE es 13 (4 derechos fusionados + 3 izquierdos fusionados + 3 derechos sin fusionar + 2 izquierdos sin fusionar + 1 diáfisis sin fusionar, cuya lateralidad se desconoce y se superpone con las otras diáfisis representadas) y el MNI es 7 (4 adultos [fémures derechos fusionados] + 3 subadultos [fémures derechos sin fusionar]).

MAU, MAU%

Lewis Binford (1981, 1984), a partir de sus estudios etnoarqueológicos con los Nunamuit, propone una medida innovadora para calcular la abundancia relativa de partes, sin tener en cuenta a los animales como unidades enteras. Este autor plantea que los humanos procesan, transportan y distribuyen las porciones de una carcasa diferencialmente por múltiples razones, por ejemplo, la distancia geográfica entre los asentamientos humanos y la ubicación de la fauna (Kelly, 1995), el consumo diario o de festividades, consumos inmediatos o diferidos y cuando se comparten las presas, entre otras. Por estas cuestiones era necesaria una unidad enfocada en la representación de diferentes porciones esqueléticas que se pueden asumir como transporte diferencial de partes de las presas (e.g., número de miembros anteriores vs número de miembros posteriores vs caja torácica). El objetivo de Binford (1981, 1984) era crear un cuantificador, que llamó MAU (unidades anatómicas mínimas), para evaluar la relación porcentual entre las diferentes partes anatómicas estandarizadas a partir de la unidad anatómica más abundante.

La fórmula usada es: $MAU = MNE (e) / \text{número de veces que ese elemento aparece en el esqueleto}$. Es decir, se divide al MNE de cada unidad anatómica (e), por la cantidad de veces en que esa unidad esté representada en un esqueleto completo (e.g., en mamíferos, huesos únicos dividido 1 [cráneo, atlas, axis, sacro]; huesos pares, dividido 2 [mayoría del esqueleto apendicular], vértebras torácicas [12, dependiendo la especie puede variar]). Como el interés es medir la abundancia relativa entre las diferentes unidades anatómicas, no sus frecuencias absolutas, se estandariza los valores de las distintas unidades, expresados como porcentajes de la unidad con el MAU más alto (100%), denominado MAU% (Binford, 1984; véase ejemplo en tabla 6.4).

En general, el MAU examina la configuración interna del conjunto mediante la comparación de las frecuencias calculadas para sus diferentes unidades anatómicas y el MAU%¹⁰ o estandarizado permite comparar entre conjuntos. Este cuantificador suele representarse en una tabla (Tabla 6.4), en gráficos de frecuencias (Figura 6.9A) y mediante rangos en un esqueleto (es menos precisa, pero de fácil lectura, Figura 6.9B). El MAU% es el índice más utilizado a la hora de comparar el registro de partes anatómicas de la muestra arqueológica con los marcos de referencia actualísticos, tales como densidad mineral ósea, anatomía económica, patrones de procesamiento etnoarqueológicos y observaciones tafonómicas actualísticas de depredación.

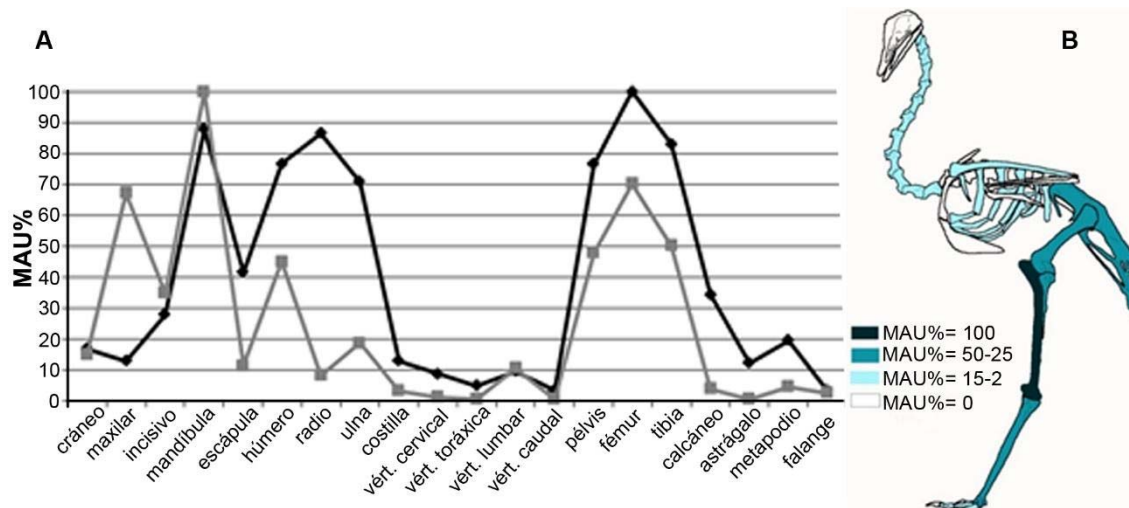
Tabla 6.4

Elemento	NISP	MNE	MAU	MAU%
Cráneo	0	0	0	0
Mandíbula	0	0	0	0
Vértebra cervical	12	6	0,4	10
Costilla esternal	1	1	0,125	3,125
Costilla vertebral	3	3	0,25	6,25
Escápula	0	0	0	0
Coracoides	0	0	0	0
Esternón	0	0	0	0
Húmero	1	1	0,5	12,5
Radio	0	0	0	0
Ulna	0	0	0	0
Carpometacarpo	0	0	0	0
Pelvis	4	2	1	25
Fémur	4	3	1,5	37,5
Tibiotarso	21	8	4	100
Peroné	9	4	2	50
Tarsometatarso	11	4	2	50
Falange medial	3	3	1,5	37,5
Falange proximal	2	2	0,33	8,25

Nota. Representación de partes esqueléticas de *Rhea americana*. Modificado de del Papa y Moro (2017: tabla 3).

¹⁰ Por acuerdo académico internacional se mantiene vigente la sigla en inglés MAU% = *Standardized Minimum Number of Animal Units*.

Figura 6.9

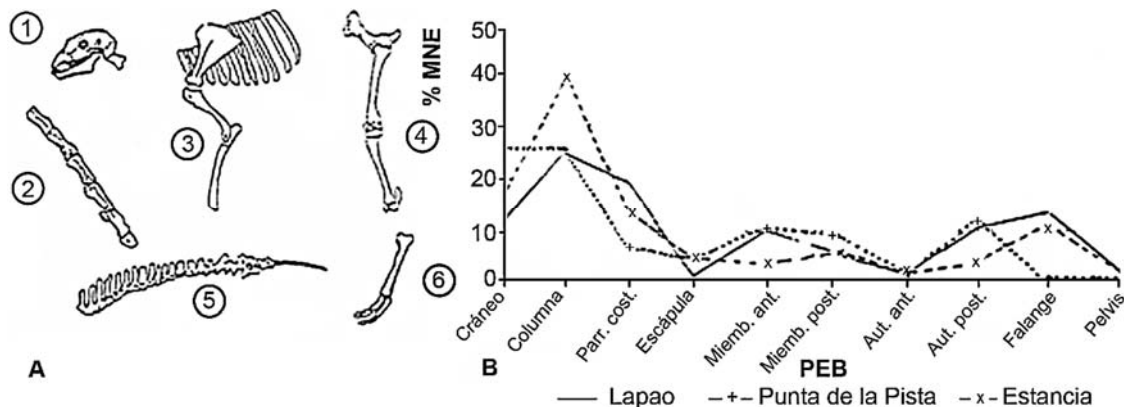


Nota. MAU% graficado para mamífero (A) modificado de Santini (2011: figura 3) y con rango de valores para *Rhea americana* (B) modificado de del Papa y Moro (2017: figura 2).

Partes Esqueletarias Básicas (PEB)

Hugo Jacobaccio (1994), a partir de sus estudios etnoarqueológicos sobre el trozamiento de las presas en pastores surandinos (Susques, Puna de Jujuy), introduce el concepto de Partes Esqueletarias Básicas (PEB). Las PEB agrupan los MNE por zonas del esqueleto que, en líneas generales, se corresponden con las unidades de trozamiento primario observada en Susques (1-cabeza, 2-columna vertebral [región cervical], 3-miembro anterior desde la escápula hasta la radioulna junto a las costillas, 4-miembro posterior desde la pelvis hasta la tibia, 5-columna vertebral [regiones torácica, lumbar, sacra y coxígea], 6- elementos distales de los miembros [metapodios y falanges]; Figura 6.10A). En este sentido, el uso de las PEB permite analizar la variación en los sitios arqueológicos mediante la comparación con el modelo de trozamiento primario realizado por pastores surandinos (Figura 6.10B).

Figura 6.10



Nota. Partes Esqueletarias Básicas (PEB). A. Patrón de trozamiento primario de los postores de Susques; B. Comparación de las PEB entre asentamientos permanente (Lapao) y estacionales (Punta de la Pista y Estancia). Modificado de Jacobaccio (1994: figuras 2 y 3).

Otro caso, pero asociado a cazadores-recolectores, fue realizado en base a la información etnoarqueológica de las prácticas de trozamiento y transporte de guanacos entre los Selknam del norte de Tierra del Fuego y los Aonikenk de la Patagonia meridional (véase Miotti y Marchionni, 2009).

Índices tomados de la Ecología

La arqueología incorporó varios índices, desde el marco teórico de la Ecología Evolutiva, para evaluar la variación conductual de los grupos humanos en relación con la heterogeneidad ambiental. Los índices de riqueza, equitatividad y diversidad son los más utilizados para contrastar los modelos que consideran la toma de decisiones basadas en la relación costo beneficio (objetivos de optimización) y, dependiendo del contexto, podría surgir una complementariedad entre las estrategias de maximización de la eficiencia y la minimización del riesgo. En este sentido, las decisiones en la elección de los recursos estarían dadas por la cantidad de productos procurados con relación a los costos y riesgos surgidos en su obtención. Es así que surge la separación entre recursos caracterizados como de retorno energético alto (*ranking* alto) y de retorno bajo (*ranking* bajo); basados en diversas variables, como el tamaño del animal, los índices de utilidad y/o en la valoración diferencial de las actividades destinadas a la obtención de los recursos (técnicas de caza, transporte, eto-ecología de la presa) y costos de obtención (mayor o menor retorno energético obtenido por unidad de tiempo). Siguiendo a Reitz y Wing (1999), estos índices permiten discutir la subsistencia en términos de estrategias generalistas (gran cantidad de especies en similar proporción) o especialistas (pocas especies con predominio de alguna). Tanto el NISP, el MNI como el peso de los especímenes pueden ser utilizados para calcular la diversidad y la equitatividad (e.g., Reitz y Wing, 1999; Reitz, 2004) y un estimador de biomasa -e.g., MNI multiplicado por el peso promedio del taxón en vida- (véase del Papa, 2012; del Papa et al., 2012; del Papa y Togo, 2015).

Riqueza

Refleja la cantidad de taxones utilizados en un sitio, para la cual se suman todas las categorías taxonómicas que no se traslapen/solapen, es decir, que una misma muestra están representadas categorías que incluyen a otras, por ejemplo, la Clase Mammalia abarca a la familia Camelidae, ergo, para no contar más categorías no se tiene en cuenta la más amplia (véase más ejemplo en tabla 6.5) (Grayson y Delpech, 1998). En la literatura zooarqueológica suele encontrarse como NTAXA y, previamente a calcularlo, es necesario realizar un análisis tafonómico para diferenciar los taxones introducidos por acción antrópica (Grayson, 1991).

En este ejemplo, la clase Reptilia incluye tanto a Ophidia (serpientes) como al género *Salvator* (lagartos); la clase Aves abarca a las especies *Rhea americana* (ñandú), *Eudromia elegans* (martineta) y *Geranoaetus melanoleucus* (águila mora) y al Orden Passeriformes (pajaritos); la Subfamilia Dolichotinae incluye las especies *Dolichotis patagonum* (mara o

liebre patagónica) y *D. salinicola* (conejo de los palos). En este sentido, si bien en la tabla se observan 16 categorías taxonómicas, al no considerar a Reptilia, Aves y Dolichotinae el NTAXA o riqueza de la muestra es 13.

Tabla 6.5

Taxón	NISP	MNI
Reptilia	24	-
Ophidia	2	1
<i>Salvator</i> sp.	15	2
Aves	20	-
<i>Rhea americana</i>	9	1
<i>Eudromia elegans</i>	4	1
<i>Geranoaetus melanoleucus</i>	2	1
Passeriformes	2	1
<i>Chaetophractus vellerosus</i>	19	1
Canidae	1	1
<i>Lama</i> sp.	60	1
Dolichotinae	15	-
<i>Dolichotis patagonum</i>	6	2
<i>Dolichotis salinicola</i>	1	1
<i>Microcavia australis</i>	1	1
<i>Lagostomus maximus</i>	1	1
NTAXA	13	

Nota. Abundancia taxonómica. Ejemplo ficticio para el cálculo de riqueza (NTAXA).

Índice de Diversidad

Mide la importancia relativa de las especies y, como veremos, se utiliza para evaluar las estrategias de subsistencia en términos de la variedad de animales usados por los humanos en un sitio.

Puede calcularse con el índice de Shanon-Weaver (Reitz y Wing, 1999; Reitz y Masucci, 2004), expresado como

$$H' = -\sum (p_i)(\ln p_i)$$

donde p_i es el índice de abundancia taxonómica utilizado (se puede utilizar NISP, el MNI o un estimador de biomasa) de la categoría i dividido el tamaño de la muestra (utiliza la misma unidad de abundancia taxonómica, ver ejemplo en tabla 6). El valor de este índice aumenta a medida que lo hace la cantidad de categorías, pero principalmente por la representación

pareja de cada una de ellas (véase tabla 6.6: el sitio con menor cantidad de categorías es más diverso por tener una distribución más pareja).

Índice de Equitatividad

Mide la igualdad con que las especies fueron utilizadas, el grado de dependencia de los recursos utilizados y la variedad de las especies usadas en el sitio, basado en el uso igual o desigual de cada especie (Reitz y Wing, 1999; Reitz y Masucci, 2004; Lupo y Schmitt, 2005). En general, se utiliza la fórmula

$$V' = H' / \ln S$$

donde H' es el índice de diversidad de Shanon-Weaver y S es la cantidad de taxones (riqueza o NTAXA, Tabla 6). Los valores de equitatividad varían de 0 a 1; conforme aumenta su valor, más equitativa es la distribución de los taxones; empero, los valores bajos, sugieren la dominancia de un taxón, o unos pocos (Reitz y Wing, 1999).

Tabla 6.6

Taxón	Peso Kg	Sitio A					Sitio B				
		MNI	Peso total	pi	ln pi	pi*ln pi	MNI	Peso total	pi	ln pi	pi*ln pi
Osteichthyes*	0,968	-	0				2	1,94	0,001	-	0,010
Chelonoidis sp.	2,5	1	2,5	0,005	-5,263	-0,027	1	2,5	0,002	-	0,012
Salvator sp.	4,15	1	4,15	0,008	-4,757	-0,041	1	4,15	0,003	-	0,018
Aves (voladoras o poco voladoras)*	1,412	13	18,36	0,038	-3,270	-0,124	13	18,36	0,014	-	0,060
Rhea americana	26	4	104	0,215	-1,535	-0,331	5	130	0,099	-	0,229
Dasypodidae	0,88	2	1,76	0,003	-5,614	-0,020	1	0,88	0,001	-	0,005
Lycalopex gymnocercus	5,15	-	0				1	5,15	0,004	-	0,022
Puma concolor	40	-	0				1	40	0,030	-	0,106
Lama sp.	95	3	285	0,590	-0,527	-0,311	11	1045	0,796	-	0,182
Mazama sp.	23,45	-	0				1	23,45	0,018	-	0,072
Lagostomus maximus	6,18	-	0				3	18,54	0,014	-	0,060
Dolichotis patagonum	10	4	40	0,082	-2,491	-0,206	2	20	0,015	-	0,064
Dolichotis salinicola	1,85	13	24,05	0,049	-3,000	-0,149	1	1,85	0,001	-	0,009
Caviinae	0,377	8	3,02	0,006	-5,074	-0,032	3	1,13	0,001	-	0,006
Totales			482,84			-1,24		1312,94			-0,85
NTAXA		9					14				
Diversidad (H')						1,24					0,85
$V' = H' / \ln S$						0,56					0,32

Nota. Cálculo de diversidad y equitatividad. *Promedios de las especies que habitan la región de estudio. Datos de base (MNI y peso) tomados y modificados de del Papa et al. (2012)

Algunos comentarios de estos índices

Los valores resultantes de los índices de riqueza, diversidad y equitatividad no tienen demasiado beneficio *per se*, debido a su alta dependencia, en parte, de los ecosistemas que estemos analizando (el número de especies varía según el clima, productividad y complejidad de un ambiente, entre otros aspectos) y de las decisiones humanas en la conformación del conjunto. La importancia real de estos índices radica en la comparación entre muestras, ya sean de distinto contexto cultural o de distinta temporalidad, para observar si se producen cambios en las decisiones humanas y en las condiciones paleoambientales. Para la comparación hay que considerar que éstos índices son, principalmente, dependientes del tamaño de la muestra, así como de la técnica de obtención de los recursos. En general, conforme aumenta la muestra, mayores van a ser los valores de los índices de riqueza, diversidad y equitatividad (Grayson et al., 2001; Lupo y Schmitt, 2005). Sin embargo, se pueden realizar distintos controles estadísticos (correlaciones, curvas de rarefacción) para que las muestras con diferente tamaño sean comparables (Lyman y Ames, 2007). Además, tanto para la diversidad como para la equitatividad existen otras fórmulas (e.g., Simpson y el recíproco de Simpson) un poco menos utilizadas. Para más detalles sobre los alcances, limitaciones, e interpretaciones de estos índices, puede consultarse en Mengoni Goñalons (2006-2010) y Reitz y Wing (1999, 2008).

Índices de abundancia relativa

Para conocer la distribución de los taxones se emplean índices de abundancia relativa (Bayham, 1979; Lyman, 2003), los cuales nos permiten medir indirectamente la disponibilidad de algunas especies en relación con otras (por ejemplo, especies de alto *ranking* vs bajo *ranking*; de un parche ecológico u otro, recursos terrestres vs. recursos acuáticos). El índice de abundancia relativa más utilizado en la bibliografía es el de artiodáctilos, pero, como mencionamos anteriormente, dependerá del objetivo de la investigación (e.g., roedores, peces, fauna menor). En general (véase excepción en Lyman, 2003), la denominación del índice surge del taxón o categoría definida en el numerador, por ejemplo:

Índice de fauna mayor = $\sum \text{NISP fauna mayor} / \sum \text{NISP fauna mayor} + \sum \text{NISP fauna menor}$, donde valores altos del índice indican dominancia del taxón definido por el numerador (en este caso fauna mayor).

Tabla 6.7

Taxones	NISP
Aves indet.	7
Anatidae	1
Mammalia (grande)	114
Mammalia (pequeño)	14
Artiodactyla	1

<i>Lama</i> sp.	51
<i>Vicugna vicugna</i>	2
<i>Chaetophractus vellerosus</i>	5
Canidae	4
<i>Dolichotis patagonum</i>	1
<i>Lagostomus maximus</i>	3

Nota. Abundancia taxonómica, ejemplo para el cálculo de abundancia relativa.

Fauna > = $\frac{\text{NISP Mammalia grande} + \text{NISP Artiodactyla} + \text{NISP } *Lama* \text{ sp.} + \text{NISP } *V. vicugna*}{\text{NISP fauna mayor} + \text{NISP Aves indet.} + \text{NISP Anatidae} + \text{NISP Mammalia pequeño} + \text{NISP } *C. Vellerosus* + \text{NISP Canidae} + \text{NISP } *D. patagonum* + \text{NISP } *L. maximus*}$

$$\text{Fauna } > = \frac{114 + 1 + 51 + 2}{114 + 1 + 51 + 2 + 7 + 1 + 14 + 5 + 4 + 1 + 3} = \frac{168}{203} = 0,83$$

En este ejemplo, indicado en la Tabla 6.7 y en el desarrollo de la fórmula, se observa una abundancia relativa más elevada de fauna mayor respecto de la fauna menor.

Cuantificación de aspectos y rasgos tafonómicos

Fragmentación y destrucción diferencial

Porcentaje de completitud o porcentaje de enteros

Es un cálculo sencillo que tiene por objetivo cuantificar el porcentaje de especímenes que se encuentran enteros en los diferentes taxones. Es esperable que las presas de tamaño mayor (e.g., mamífero >50 kg) presenten una fragmentación más alta por procesamiento humano que aquellas presas de tamaño pequeño (<15 Kg), ya que no hace falta realizar mucho procesamiento para el consumo de las presas menores. No solo el procesamiento humano es generador de fragmentación (véase Capítulo 4), por lo cual, es importante efectuar el análisis tafonómico para asociar esa fragmentación al agente humano o a otras causas potenciales.

NISP/MNE

Este índice expresa la relación entre los especímenes y el cálculo derivado de elementos. Si un espécimen está entero, da cuenta de un elemento. Pero cuando se produce la fragmentación de los elementos, estos indican uno a varios especímenes. Ya que este índice mide la fragmentación es importante retirar, tanto del numerador como del denominador, aquellos especímenes enteros (Lyman, 1994a). Por ejemplo, si de 345 especímenes se obtiene un MNE de 138, de los cuales 46 se encontraban enteros, entonces el índice

$NISP/MNE = (345 - 46) / (138 - 46) = 299 / 92 = 3,25$. Nótese que si no se sacan los especímenes enteros, el valor indica menor fragmentación ($345 / 138 = 2,5$). El resultado *per se* no tiene mayores implicancias. Cuanto el valor obtenido se aleje más de 1, mayor será la fragmentación, pero más que nada nos sirve si comparamos entre partes esqueléticas, taxones o entre muestras. El consecuente análisis tafonómico intentará develar a qué proceso y/o acción se debe esa diferencia.

Índice de supervivencia

El porcentaje de supervivencia (Brian, 1969) consiste en comparar el número de elementos esperados (MNE esperado) de un taxón sobre la base del MNI de ese taxón en la muestra vs el número de elementos observados (MNE observado). Esta comparación se realiza para cada unidad anatómica (véase tablas 8-10) y se basa en una regla de tres simples para obtener el porcentaje de supervivencia: si el MNE esperado corresponde al 100%, entonces el porcentaje del MNE observado es= $(MNE \text{ observado} \times 100) / MNE \text{ esperado}$. En este sentido, el porcentaje de supervivencia asume que los esqueletos enteros de los taxones fueron depositados en el sitio y la ausencia/disminución de elementos se debe a procesos destructivos o alteradores del registro original. Así pues, se deja de lado las decisiones humanas a la hora de la conformación del conjunto (e.g., toma de decisiones en el transporte de partes esqueléticas, procesamiento de las presas, reparto, cocción, descarte). Esta asunción, en parte, es objeto de controversia entre los zooarqueólogos y motivó su desuso a través del tiempo. Sin embargo, cuando hay evidencias de destrucción diferencial por agentes y procesos naturales (véase Capítulo 4) en el registro, este índice puede ser de utilidad. Incluso, bajo el nombre de *Ri* (véase sección micromamíferos), su uso es frecuente para comparar con los registros arqueofaunísticos de micromamíferos y los de depredadores naturales actuales. Otra de las razones de su desuso ha sido la fuerza que ha tomado el MAU% como descriptor de la abundancia relativa de partes esqueléticas de un taxón en particular, principalmente, por su confiabilidad para comparar entre conjuntos y con marcos de referencia que expliquen no sólo la destrucción diferencial de partes esqueléticas por cuestiones naturales, sino también, por las decisiones humanas en la formación del conjunto zooarqueológico (véase sección Marcos de referencia). Para tener en cuenta, los valores de MAU% y el porcentaje de supervivencia pueden dar los mismos resultados cuando el MNI se calcula a través de elementos únicos (e.g., cráneo) o elementos pares que tengan sus lados apareados (igual cantidad de elementos izquierdos y derechos) (Tabla 6.8). Contrariamente, ambos índices se diferencian a medida que aumenta la disparidad entre la cantidad de elementos derechos e izquierdos de la muestra utilizados para el cálculo de MNI (Tabla 6.9 y 6.10).

Tabla 6.8

Elemento	NISP	MNI	MNE	MAU	MAU%	MNE esp.	MNE obs.	% Sup.
Cráneo	0		0	0	0	4	0	0
Mandíbula	0		0	0	0	8	0	0
Vértebra cervical	12	1	6	0,40	10	60	6	10
Costilla esternal	1	1	1	0,12	3,12	32	1	3,12
Costilla vertebral	3	1	3	0,25	6,25	48	3	6,25
Escápula	0		0	0	0	8	0	0
Coracoides	0		0	0	0	8	0	0
Esternón	0		0	0	0	4	0	0
Húmero	1	1	1	0,50	12,50	8	1	12,50
Radio	0		0	0	0	8	0	0
Ulna	0		0	0	0	8	0	0
Carpometacarpo	0		0	0	0	8	0	0
Pelvis	4	2	2	1	25	8	2	25
Fémur	4	2	3	1,50	37,50	8	3	37,50
Tibiotarso	21	4	8	4	100	8	8	100
Peroné	9	2	4	2	50	8	4	50
Tarsometatarso	11	2	4	2	50	8	4	50
Falange medial	3	1	3	1,50	37,50	24	3	37,50
Falange proximal	2	1	2	0,33	8,33	24	2	8,33
Total	71	4	37					

Nota. Abundancia taxonómica, de partes esqueléticas y comparación entre el MAU% y el porcentaje de supervivencia en *Rhea americana*. MNI calculado a partir de elementos pares apareados.

Tabla 6.9

Elemento	NISP	MNI	MNE	MAU	MAU%	MNE esp.	MNE obs.	% Sup.
Cráneo	0		0	0	0	4	0	0
Vértebra cervical	12	1	6	0,40	11,48	60	6	10
Costilla esternal	1	1	1	0,12	3,57	32	1	3,12
Costilla vertebral	3	1	3	0,25	7,14	48	3	6,25
Húmero	1	1	1	0,50	14,28	8	1	12,50
Pelvis	4	2	2	1	28,57	8	2	25
Fémur	4	2	3	1,50	42,85	8	3	37,50
Tibiotarso	21	4	7	3,50	100	8	7	87,50
Peroné	9	2	4	2	57,14	8	4	50
Tarsometatarso	11	2	4	2	57,14	8	4	50
Falange medial	3	1	3	1,50	42,85	24	3	37,50
Falange proximal	2	1	2	0,33	9,51	24	2	8,33
Total	71	4	37					

Nota. Abundancia taxonómica, de partes esqueléticas y comparación entre el MAU% y el porcentaje de supervivencia en *Rhea americana*. MNI calculado a partir de elementos pares no apareados; MNI 4 = cuatro elementos derechos y tres izquierdos.

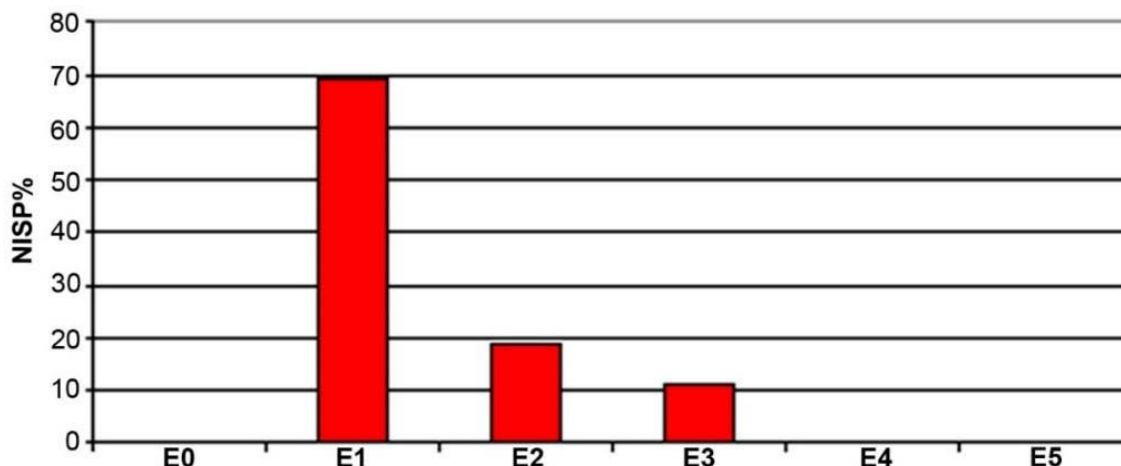
Tabla 6.10

Elemento	NISP	MNI	MNE	MAU	MAU%	MNE esp.	MNE obs.	% Sup.
Cráneo	0		0	0	0	4	0	0
Costilla esternal	1	1	1	5	3,57	32	1	3,12
Costilla vertebral	3	1	3	0,25	10	48	3	6,25
Tibiotarso	21	4	5	2,5	100	8	5	62,5
Peroné	9	2	4	2	80	8	4	50
Tarsometatarso	11	2	4	2	80	8	4	50
Falange proximal	2	1	2	0,33	13,32	24	2	8,33
Total	71	4	37					

Nota. Abundancia taxonómica, de partes esqueléticas y comparación entre el MAU% y el porcentaje de supervivencia en *Rhea americana*. MNI calculado a partir de elementos pares no apareados; MNI 4= cuatro elementos derechos y uno izquierdo.

Rasgos tafonómicos

La mayoría de los rasgos tafonómicos representados en la muestra (véase Capítulo 4) se pueden cuantificar por su presencia o ausencia en los especímenes y de ahí derivar el porcentaje de los especímenes que tienen ese atributo (puede ser en la muestra total [NSP = número de especímenes], en el total de NISP [Tabla 6.11 y 6.12, Figura 6.12] y/o en cada categoría taxonómica dependiendo del objetivo del equipo de investigación). En los casos donde los rasgos tafonómicos estén diferenciados en estadios (e.g., meteorización), grados de acción (e.g., corrosión digestiva, termoalteración) es común realizar perfiles (histogramas) representando la proporción de cada uno en la muestra (Figura 6.11).

Figura 6.11

Nota. Perfil de meteorización acorde a los estadios (E) propuestos por Behrensmeyer (1978), sitio Villa la Punta Guayacán (Santiago del Estero) ocupado hacia el 1550 ± 60 años C^{14} AP y 1580 ± 60 años C^{14} AP. Modificado de del Papa (2012).

Micromamíferos

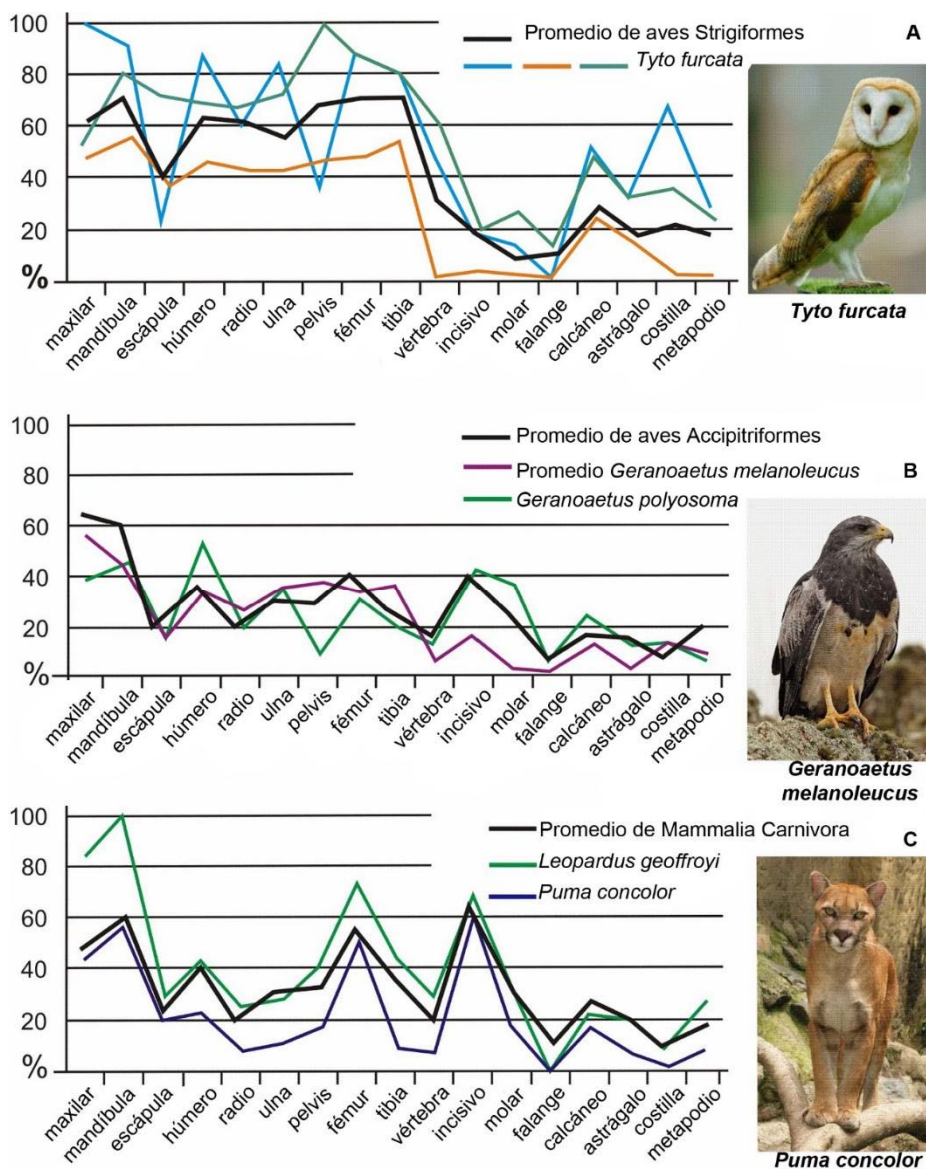
En el caso de los micromamíferos, en particular nos referiremos a los roedores y marsupiales sudamericanos ≤ 1 kg, muchos de los índices vistos anteriormente se utilizan de igual manera (e.g., NISP, MNI, MNE). Sin embargo, se emplean algunas cuantificaciones específicas para esta categoría de tamaño, principalmente aquellas que se desarrollaron con el fin de elaborar hipótesis o comparar con modelos actuotafonómicos sobre el agente que acumuló los restos y/o para analizar la estructura de la población y caracterizar las condiciones paleoambientales.

Abundancia relativa de partes esqueléticas

Anteriormente hemos visto índices de abundancia relativa a nivel de taxones o categorías *taxón free*. En este caso corresponden a la abundancia relativa de cada parte esquelética expresada como $R_i = [MNE_i / (E_i \times MNI)] \times 100$, donde MNE_i es el número mínimo de elementos representados en la muestra de una unidad particular (frecuencia observada), MNI es el número mínimo de individuos estimada de la muestra y E_i es la frecuencia de la unidad esquelética particular en un individuo (2 para huesos pares, 1 para huesos impares, etc; Dodson y Wexlar, 1979). Nótese que el numerador es la frecuencia observada de cada unidad esquelética y el denominador es la frecuencia esperada (en base al MNI de la muestra). En este sentido, este índice es igual al del porcentaje de supervivencia utilizado para vertebrados de mayor tamaño. Como se mencionó anteriormente, tiene gran utilidad para comparar con modelos de acumulación por diversos agentes depredacionales (Figura 6.12), principalmente aves Strigiformes (lechuzas y búhos), Accipitriformes Falconiformes (águilas, halcones,

gavilanes, milanos y afines) y mamíferos carnívoros (yaguaretés, pumas, gatos monteses, zorros, zorrinos, hurones, lobitos de río, entre otros), para contrastar los resultados obtenidos de la evaluación de la corrosión digestiva en los huesos y dientes (véase Capítulo 4).

Figura 6.12



Nota. Modelos actuotafonómicos de distintos depredadores de micromamíferos de América del Sur, donde se comparan las abundancias relativas de partes esqueléticas. A. Ejemplos de aves nocturnas; B. Ejemplos de aves rapaces diurnas; C. Ejemplos de mamíferos carnívoros. Modificado de Montalvo y Fernández (2019: figuras 5,1, 8,4 y 9,1).

Índices tafonómicos

Existen distintos índices tafonómicos desarrollados por Andrews (1990) y Pardiñas (1999) que tienen en cuenta la proporción de algunas unidades esqueléticas con relación a otras. En general, surgen de los estudios actualísticos sobre el accionar de los distintos

depredadores sobre los micromamíferos (véase Capítulo 4), los cuales generan acumulaciones óseas de sus presas con patrones de representación esquelética característicos. Entre los índices se pueden mencionar:

1- Proporción postcráneo (Pc)-cráneo (C), expresado como: $Pc/C = [(fémures + húmeros) / (mandíbulas + maxilares)] \times 100$. También, se puede calcular con más cantidad de elementos: $Pc/C = [(fémures + tibias + húmeros + radios + cúbitos) \times 16 / (mandíbulas + maxilares + molares sueltos) \times 10] \times 100$. En estos casos, a valores mayores de 100 aumenta la proporción de postcráneo con relación al cráneo y sugieren la actividad de aves rapaces nocturnas (Strigiformes) con la excepción de *Tyto furcata* (Andrews, 1990).

2- Proporción de elementos distales/proximales = $[(tibias + radios) / (fémures + húmeros)] \times 100$, donde a valores mayores a 100 se expresa mayor proporción de elementos distales. El predominio de los elementos proximales señala depósitos generados por depredadores (Andrews, 1990).

3- Pérdida dentaria (Pd) = $[(alvéolos de maxilares + alvéolos de mandíbulas) / molares sueltos] \times 100$. También se puede utilizar la fórmula: $Pd = [(alvéolos de incisivos en premaxilares + alvéolos incisivos en mandíbulas) / incisivos sueltos] \times 100$. En estos casos, a valores más altos a 100 se indica mayor proporción de molares/incisivos retenidos en sus alvéolos (Andrews, 1990). Una elevada pérdida dentaria puede señalar que han actuado depredadores que modifican mucho a los esqueletos de las presas que consumen (véase Capítulo 4) y pueden indicar que actuaron procesos postdeposicionales como el pisoteo y transporte.

4- Índice de Tamaño = $(MNI \text{ pequeños [mamíferos con una longitud corporal } < 120 \text{ mm}] + MNI \text{ medianos [120-170 mm]} / MNI \text{ grandes [170-250 mm]} + MNI \text{ muy grandes [} > 250 \text{ mm]}) \times 100$; valores arriba de 100 indicarían la acción de aves rapaces nocturnas, mientras que por debajo podrían asociarse con explotación antrópica (Pardiñas, 1999).

5. Índice de Predictabilidad = $(MNI \text{ gregarios} + MNI \text{ coloniales} + MNI \text{ agrupados}) / (MNI \text{ crípticos} + MNI \text{ solitarios}) \times 100$; valores por encima de 100 podrían sugerir acumulaciones humanas y aves rapaces diurnas y por debajo de este número, podrían indicar acción de rapaces nocturnas. Los marsupiales y los roedores sigmodontinos corresponden a las categorías de pequeños a medianos, crípticos y solitarios y los roedores caviomorfos se incluyen en las categorías de grandes, muy grandes, coloniales, gregarios y agrupados (véase Pardiñas, 1999).

Si bien éstos índices son útiles a la hora de comparar con la acción de depredadores, hay que tener en cuenta que procesos postdeposicionales diversos, principalmente el pisoteo y la dispersión hídrica y eólica pueden generar la destrucción/desaparición/pérdida de elementos o porciones, que dificultan las interpretaciones de éstos cálculos (Fernández, 2012). Como siempre hacemos hincapié, es necesario realizar un análisis tafonómico exhaustivo de la muestra para estimar los procesos que actuaron sobre los restos y cómo pueden afectar/limitar nuestras interpretaciones (Montalvo y Fernández, 2019).

Índice Taxonómico de Hábitat (ITH)

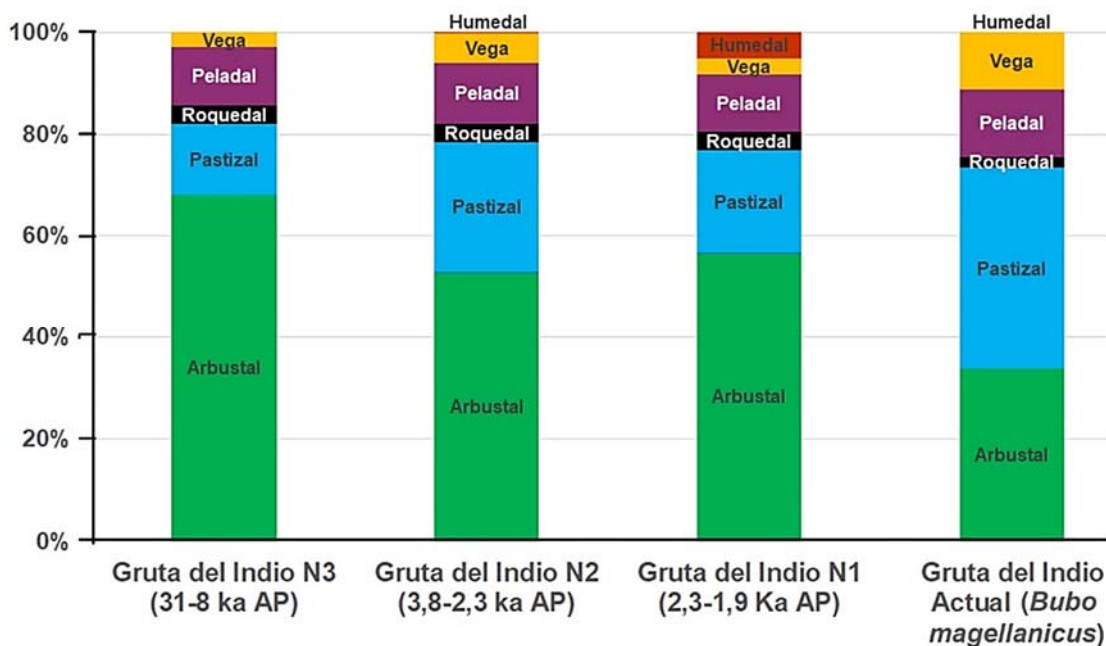
Es un índice acumulativo que combina las preferencias de hábitats de todos los taxones de un conjunto fósil en base a los hábitats conocidos para los taxones del presente (e.g., Nesbit Evans et al., 1981; Andrews, 1990, 2006). El ITH fue propuesto por Nesbit Evans et al. (1981) para estudiar, desde una perspectiva paleoecológica, los conjuntos de taxones de mamíferos extintos registrados en sitios paleontológicos del Mioceno del oeste de Kenia. No obstante, a diferencia de lo que sucede en el Mioceno, donde las comunidades faunísticas tenían numerosas especies extintas, cuando los primeros grupos humanos arribaron a América la mayoría de las especies de vertebrados, a excepción de los megamamíferos y numerosos mamíferos grandes (véase Capítulo 7), continúan viviendo en la actualidad. Esto supone una gran ventaja a la hora de conocer las preferencias de hábitat de las diferentes especies de un área determinada respecto al esfuerzo realizado por Nesbit Evans et al. (1981: p. 104), que tuvieron que extrapolar la información de otras regiones de África, incluso de Asia, donde hoy día permanecen algunos de los géneros registrados en los sitios fósiles del Mioceno, que les permitió promediar los valores de hábitat (Andrews, 2006: p. 575). En consecuencia, las circunstancias particulares de cada región, con sus ambientes, faunas y biocrones, determinaron que existan varias formas de calcular este índice. Por ejemplo, para contextos sudamericanos, principalmente posteriores al Último Máximo Glacial, el ITH suele aplicarse con las modificaciones introducidas por Pardiñas (1999):

$$ITH = \sum ([p_i \cdot MNI_i] / MNI) / S$$
; donde p_i es la proporción de la especie i para un hábitat dado; MNI_i es el número mínimo de individuos de la especie i ; MNI es el número mínimo de individuos total de la muestra; S , representa la riqueza taxonómica o NTAXA. La probabilidad de ocurrencia de cada especie por hábitat (i.e. la proporción de cada especie en un hábitat dado, p_i), expresada en porcentaje puede derivar de registros de campo sistematizados. Asimismo, se puede usar el NISP, en lugar de MNI, como estimador de abundancia taxonómica (véase Pardiñas et al., 2022). En suma, para calcular este índice se requiere una serie de pasos:

- 1) definir los principales hábitats que se encuentran en el área de estudio basados en la cobertura vegetal.
- 2) asignar valores a cada especie en los distintos hábitats hasta sumar 100, según su importancia para cada especie. Se hace en base a información precisa de trampeos o avistajes documentados en localidades determinadas y bibliografía especializada.
- 3) realizar una matriz comparable para todas las muestras fósiles (puede incluir muestras actuales como análogos modernos) y se calcula el índice por muestra.
- 4) multiplicar el MNI de la especie por el valor del hábitat dividido el MNI total de la muestra. Luego, dividir cada valor por la riqueza taxonómica. Sumar cada hábitat y hacer el porcentaje.
- 5) graficar los resultados de todas las muestras para evaluar los cambios ambientales de acuerdo a la composición diferencial de los hábitats.

A modo de ejemplo, el ITH calculado para el sitio arqueológico Gruta del Indio (Figura 6.13), emplazado en la cuenca media del río Atuel (centro-sur de Mendoza), muestra una estabilidad general para los hábitats definidos en la zona -arbustal, humedal, roquedal, pastizal, peladal y vega-, un aumento del humedal hacia el Holoceno tardío final y un retroceso de ese ambiente en la actualidad, posiblemente, mediado por la aparición y posterior extinción del roedor sigmodontino de hábitos semiacuáticos *Holochilus lagigliai* (rata nutria del Atuel).

Figura 6.13



Nota. Índice taxonómico de hábitat (ITH) calculado para el sitio arqueológico Gruta del Indio (San Rafael, Mendoza) a partir del registro de los micromamíferos arqueofaunístico y actual.

Biomasa

Este índice, de uso frecuente en la ecología trófica, tiene por objetivo evaluar los aportes de biomasa (peso) de cada especie a la dieta del depredador (Marti et al., 2007); si bien, como se mencionó previamente, fue propuesto originalmente por White (1953) para evaluar la dieta animal de varios aborígenes prehistóricos de América del Norte. El porcentaje de biomasa (BI) de una muestra determinada se calcula mediante la siguiente fórmula: $BI = \frac{\sum(Spi Ni)}{\sum(Spi Ni)} \times 100$, donde Spi es el peso promedio de la especie i, Ni es el número de individuos (puede usarse el MNI) consumidos de una especie i (Marti et al., 2007).

En el siguiente ejemplo ficticio de una dieta de un ave rapaz diurna (Accipitriformes Falconiformes) en la región Pampeana (Tabla 6.11), se pone de manifiesto cómo se invierten los órdenes de importancia si consideramos el MNI% o BI. El roedor sigmodontino *Calomys musculus* (ratón maicero), de bajo peso promedio, representa el 71,43 % de la abundancia taxonómica, mientras el 28,55% restante corresponde al roedor caviomorfo *Cavia aperea*

(cuis). Contrariamente, *C. aperea*, notablemente más pesado, le aportó mayor biomasa (80%) a la dieta de la rapaz respecto de *C. musculinus* (20%).

Tabla 6.11

	Peso \bar{x} (g)	MNI	MNI%	MNIxPeso \bar{x}	BI
<i>Calomys musculinus</i> (adulto)	20	100	71,43	2000	20
<i>Cavia aperea</i> (adulto)	500	10	7,14	5000	50
<i>Cavia aperea</i> (juvenil)	100	30	21,43	3000	30
Total		140		10000	

Nota. Ejemplo ilustrativo del cálculo de biomasa para roedores presas de un ave rapaz en la región Pampeana.

Marcos de referencia

A partir del advenimiento de la Nueva Arqueología y la teoría de Rango Medio propuesta por Lewis Binford (1962), como puente argumental entre los enunciados de alto contenido teórico y bajo contenido empírico (la teoría general) con los enunciados de alto contenido empírico y bajo contenido teórico (el registro arqueológico) se desarrolla un *corpus* robusto de marcos de referencia (véase Capítulo 1). Estos cuerpos independientes de información organizada, principalmente en base a estudios actualísticos (experimental, etnoarqueológico, etnohistórico y biológico-ecológico), se utilizan como esquema bajo los cuales ciertos fenómenos pueden producirse (e.g., valores densitométricos, índices de utilidad económica, costos de transporte). Los marcos de referencia no explican nada *per se*, pero permiten aislar propiedades relevantes para nuestro problema. Hemos visto como surgen algunos de los índices precedentes o como sirven para comparar con el registro de partes esqueléticas en procesos puntuales (e.g., PEB para comparar con el patrón de procesamiento realizado por pastores y cazadores-recolectores y *Ri* para comparar con los registros de depredaciones de especies actuales sobre microvertebrados).

Densidad mineral ósea (DMO)

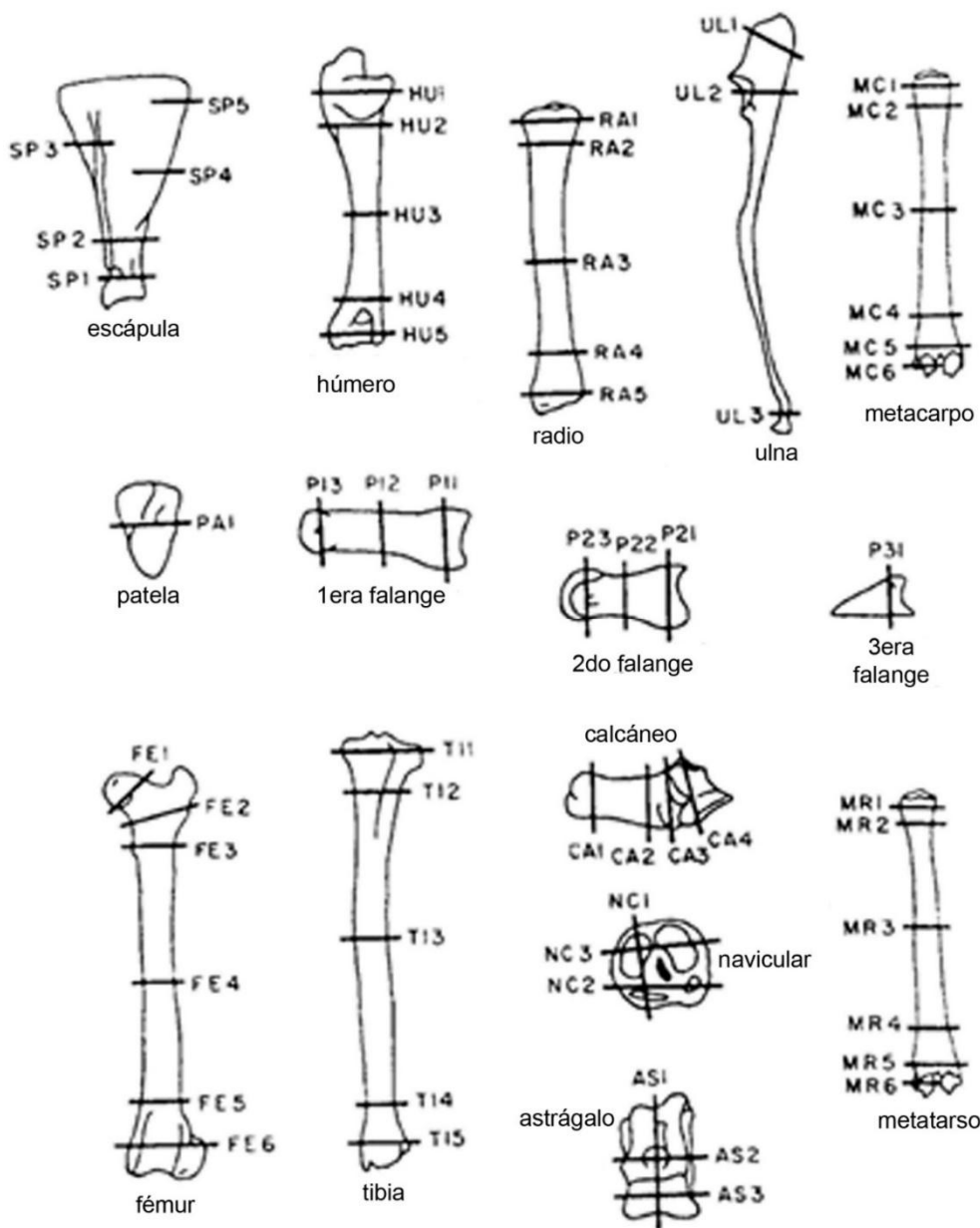
Se define como la relación que existe entre el contenido mineral óseo y el volumen del área estudiada, expresada en g/cm^3 (a mayor cantidad de mineral óseo por volumen, más denso es el hueso). El estudio de la DMO parte del supuesto que la densidad particular de cada hueso afecta a su supervivencia y crea patrones de variabilidad en el registro fósil. En este sentido, aquellos huesos o porciones de los huesos que tengan menor densidad poseen más posibilidades de destruirse ante diversos agentes humanos y naturales (no catastróficos, véase Capítulo 4) que aquellos más densos. Desde Brain (1969) se desarrollaron diferentes maneras, poco sistematizadas, de calcular la DMO de los huesos (Lyman, 1984; Lam y

Pearson, 2005). Razón por la cual, Lyman (1984) propone una manera de ordenar el cálculo de la DMO y la terminología para saber qué se estaba midiendo. Este autor define la densidad global -*bulk density*- como el contenido mineral por unidad de volumen, incluyendo los poros. Lyman (1994) hace explícito que los valores de DMO pueden variar por edad, sexo, genética y estado nutricional de los individuos, ergo deberían ser medidas en muestras grandes. También, definió varios *scan sites* (sitios de escaneo) por elemento, ya que su composición es heterogénea y los definió según su estructura, morfología y su facilidad para ser localizados y medidos (Figura 6.14). Varios autores incluyen discusiones más recientes sobre la variabilidad en la toma de valores de la DMO y las nuevas tecnologías para medirla (e.g., Elkin, 1995; Lam et al., 1998, 2003; Stahl, 1999; Symmons, 2004, 2005; Lam y Pearson, 2005; Gutiérrez et al., 2010).

Para realizar la comparación entre los valores de densidad ósea y el perfil de partes representadas en los sitios arqueológicos, se suele utilizar la correlación a través del estadístico de Pearson o, principalmente, el no-paramétrico de Spearman (Lyman, 1994a). El perfil de partes esqueléticas, en primera instancia, estaba basado en el porcentaje de supervivencia de los elementos (Lyman, 1984) y con la introducción del MAU%, éste fue utilizado de manera sistemática (Lyman, 1994a).

Una cuestión a tener en cuenta a la hora de utilizar los valores de densidad ósea como marco de referencia, es que una correlación positiva y significativa no es suficiente para inferir una relación causal entre las variables analizadas (Lyman, 1994a). Una correlación, tampoco, indica el agente generador de tal representación de partes esqueléticas; es decir, tanto selección o procesamiento humano, como agentes naturales pueden generar perfiles de partes esqueléticas similares por lo cual resulta necesario analizar otras líneas de evidencias (Lyman, 1994a; Lam y Pearson, 2005; Speth, 2022).

Figura 6.14



Nota. Ubicación anatómica de los sitios de escaneo (*scan sites*) para tomar las mediciones de densidad mineral en los distintos elementos. Modificado de Lyman (1984: figura 7,4).

Modelos de transporte

En general, los modelos de transporte se han elaborado a partir del estudio etnoarqueológico de diversas poblaciones. Estas investigaciones ayudan a aislar ciertas variables cuando se toman decisiones acerca de la unidad o parte esquelética transportada desde el sitio de matanza hasta el campamento base/unidad habitacional. Cabe aclarar que las presas de tamaño menor a los 50 kg se transportan mayormente enteras al sitio de consumo (Stahl, 1982; Kelly, 1995). Entre algunos ejemplos de cómo varían las estrategias en el transporte teniendo en cuenta la variable “costo de procesamiento” podemos mencionar:

-Los Hadza de Tanzania presentan un patrón de transporte de elementos de alto costo de procesamiento -esqueleto axial- (Bunn et al., 1988; O’Connell et al., 1990; Monahan, 1998; Lupo, 2001, 2006).

- Los Kua (grupo Bosquimano) del Kalahari transportan unidades de alto y de bajo costo de procesamiento (Lupo, 2006).

-Los Nunamiut de Alaska exhiben una estrategia de transporte de bajo costo de procesamiento y alto retorno energético, donde acarrear los huesos largos preferentemente (Binford, 1978).

Entre los factores o variables que operan y condicionan las decisiones del transporte se pueden mencionar el número y tamaño de las presas, la cantidad de “porteadores” o personas disponibles para trasladar los recursos, la distancia recorrida desde el sitio de matanza (obtención de los recursos) hasta el campamento base, métodos de transporte (si están a pie, canoa, trineo, con el uso de animales de carga), la hora del día (si se hace tarde y se complica volver al campamento base) y las condiciones climáticas, entre otras. Nótese que muchas de estas variables pueden ser complicadas de abordar desde el registro arqueológico. En este sentido, una de las variables más utilizadas para comparar el patrón de partes esqueléticas de un sitio arqueológico para inferir transporte es la anatomía económica de las presas.

Anatomía económica

La anatomía económica de las presas, sin explicar la variabilidad, permite categorizar distintas especies y los productos alimenticios que la contienen. Expresados como índices de utilidad económica, miden la cantidad de nutrientes de las distintas unidades o porciones esqueléticas de una especie. Se establecieron diversos índices y distintas formas de calcularlos (véase Binford, 1984; Metcalfe y Jones, 1988), ya se trate de carne, médula ósea (fuente de grasa) y grasa muscular. Además, se desarrollaron los índices generales que abarcan la totalidad de los nutrientes (GUI¹¹ Binford, 1984 / FUI¹² Metcalfe y Jones, 1988). Incluso, se propusieron cálculos que tuvieran en cuenta otras variables en el transporte, ya que ciertas partes no tienen un valor alto de utilidad económica pero se asocian a otras unidades de mayor valor (MGUI¹³ Binford, 1984). Recientemente, se han calculado índices de secado (consumo diferido a través de la producción de *charki* o *chalonga*; Stahl, 1999) y la cantidad de grasa ósea (grasa localizada entre las trabéculas y el tejido compacto del hueso [no es médula ósea]) consumida sólo mediante el hervido (Lupo y Schmitt 1997). Todos los índices de utilidad se pueden comparar con la abundancia de partes esqueléticas, grados de fragmentación, frecuencias de huellas de procesamiento, entre otros. Lo más común es la comparación a través de correlaciones de Spearman con la abundancia de partes esqueléticas expresadas en MAU%.

¹¹ Por acuerdo académico internacional se mantiene vigente la sigla en inglés GUI = *General Utility Index*.

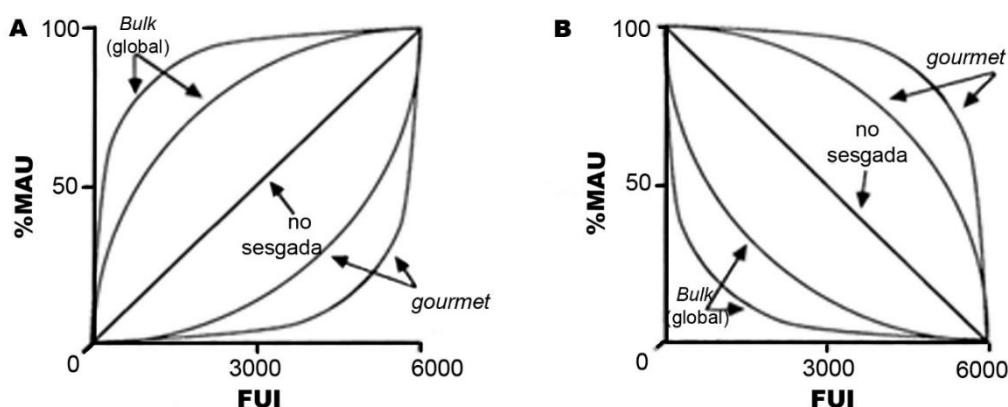
¹² Por acuerdo académico internacional se mantiene vigente la sigla en inglés FUI = *Food Utility Index*.

¹³ Por acuerdo académico internacional se mantiene vigente la sigla en inglés MGUI = *Modified General Utility Index*.

Para la Argentina se cuentan por el momento con índices de utilidad económica para *Rhea pennata* (Giardina, 2006), *Lama guanicoe* (Borrero, 1990; De Nigris y Mengoni Goñalons, 2004), *Lama glama* (Mengoni Goñalons, 1991, 1996), *Hippocamelus bisulcus* (Belardi y Gómez Otero, 1998), *Mazama gouazoubira* (Mucciolo y Acosta, 2014), *Otaria flavescens* (San Román, 2009), *Dolichotis patagonum* (Marani, 2011) y *Lagostomus maximus* (Leon, 2012).

Con respecto a las correlaciones entre el MAU% y los índices de utilidad, Binford (1978) propone cuatro modelos que pueden ser inferidos siguiendo los gráficos generados en la correlación. Tres de ellos hacen referencia a la selección de partes esqueléticas para transportarlas al campamento base (Figura 6.15A) y se corresponde con: 1-Estrategia *gourmet*, en este caso se transportan sólo aquellas partes esqueléticas con gran cantidad y calidad de nutrientes; 2- Estrategia *Bulk* o global, donde se transportan la mayor cantidad de partes esqueléticas, principalmente, las de elevada cantidad de nutrientes, pero, también, en una alta proporción de elementos con valores medios de utilidad e incluso de valores bajos; 3- Estrategia no sesgada, donde se transportan las partes esqueléticas en proporción a la cantidad de nutrientes que tienen (poca cantidad aquellos de valores bajos de utilidad; en cantidad media los de valores medios y en alta cantidad los de mayor proporción de nutrientes). Por último, la estrategia de Utilidad Reversa (Figura 6.15B), corresponde a los elementos que quedan en el registro una vez transportados, lo que nos permitiría interpretar a ese sitio como un lugar de matanza y procesamiento primario de las presas.

Figura 6.15



Nota. Modelos de estrategia de transporte de partes esqueléticas para campamento base (A) y de utilidad reversa para sitios de matanza (B). Modificado de Metcalfe y Jones (1988: figura 6).

Equifinalidad, relación entre variables y la necesidad del análisis de múltiples vías de evidencia

Como hemos mencionado, los marcos de referencia no explican nada *per se* ya que una correlación positiva y significativa si bien es necesaria para inferir una relación causal entre las variables, no es condición suficiente (Lyman, 1994a). Distintos agentes y procesos pueden

generar patrones de partes esqueléticas similares, lo cual es definido como equifinalidad (distintos procesos llegan a un mismo resultado, véase Capítulo 4). Razón por la cual, resulta interesante analizar la tabla de doble entrada (Tabla 12) que presenta Lyman (1994a), donde compara los resultados de las correlaciones entre los valores de DMO y los índices de utilidad económica. La combinación de los resultados de las correlaciones (si son significativas, ya sean positivas o negativas o no significativas) entre ambas variables analizadas, le permite definir “Clases” interpretativas. A partir de estas clases, se puede inferir si la representación de partes esqueléticas caracteriza el transporte, la utilidad reversa (sitio de matanza), es decir, las actividades humanas del pasado o destrucción diferencial mediada por la DMO y la equifinalidad. Como hemos resaltado oportunamente, siempre es necesario, además de tener en cuenta los marcos de referencia, realizar análisis de múltiples vías de evidencia, tales como el análisis tafonómico exhaustivo, el contexto del sitio, la superficie excavada, las técnicas de recuperación, entre muchas otras variables.

Tabla 6.12

MAU%: DMO

		- significativa	no significativa	+ Significativa
MAU%: %MGUI	- significativa	Clase 3 Utilidad reversa (UR)	Clase 2 Utilidad reversa	Clase 1 Equifinalidad (UR / Destrucción diferencial, DD)
	no significativa	Clase 6 transporte	Clase 5 equifinalidad	Clase 4 Destrucción diferencial
	+ significativa	Clase 9 Bulk/gourmet	Clase 8 Bulk/gourmet	Clase 7 Equifinalidad (Bulk/ gur + DD)

Nota. Clases de combinaciones posibles de coeficientes de correlación y MAU% de un conjunto óseo, además de densidad ósea (DMO) y el índice de utilidad general modificado (%MGUI). Modificado de Lyman (1994a: figura 7,13).

Referencias

Andrews, P. (1990). *Owls, Caves and Fossils*. Chicago: University of Chicago Press.

Andrews, P. (2006). Taphonomic effects of faunal impoverishment and faunal mixing. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 241, 572-589.

Barba, R. y Domínguez-Rodrigo, M. (2005). The taphonomic relevance of the analysis of bovid long limb bone shaft features and their application to element identification: study of bone thickness and morphology of the medullary cavity. *Journal of Taphonomy*, 3, 29-42.

- Bartram, L. (1993). Perspectives on skeletal part profiles and utility curves from eastern Kalahari ethnoarchaeology. En Hudson, J. (Ed.). *From bones to behavior: ethnoarchaeological and experimental contributions to the interpretation of faunal remains* (pp. 115-37). Carbondale: Center for Archaeological Investigations, Occasional Paper 21, Southern Illinois University.
- Bate, D.M. (1937). Paleontology: the fossil fauna of the Wady El-Mughara caves. En Garrod, D. y Bate, D.M. (Eds.). *The Stone Age of Mt. Carmel, Volumen 1, Excavations at the Wady El-Mughara* (pp. 135-240). Oxford: Oxford University Press.
- Bayham, F. (1979). Factors influencing the archaic pattern of animal exploitation. *The Kiva*, 44, 219-235.
- Belardi, J. y Gómez Otero, J. (1998). Anatomía económica del huemul (*Hippocamelus bisulcus*): una contribución a la interpretación de las evidencias arqueológicas de su aprovechamiento en Patagonia. *Anales del Instituto de la Patagonia, Serie Ciencias Humanas*, 26, 195-207.
- Binford, L.R. (1962). Archaeology as Anthropology. *American Antiquity*, 28, 217-225.
- Binford, L.R. (1978). *Nunamiut Ethnoarchaeology*. New York: Academic Press.
- Binford, L.R. (1981). *Bones: ancient men and modern myths*. Cambridge: Academic Press.
- Binford, L.R. (1984). *Faunal Remains from Klasies River Mouth*. Orlando: Academic Press.
- Binford, L.R. y Bertram, J. (1977). Bone frequencies-and attritional processes. En Binford, L.R. (Ed.). *For Theory Building in Archaeology* (pp. 77-153). New York: Academic Press.
- Bökönyi, S. (1970). A new method for the determination of the number of individuals on animal bone material. *American Journal of Archaeology*, 74, 291-292.
- Bonomo, M., León, C., Turnes, L. y Apolinaire, E. (2008). Nuevas investigaciones sobre la ocupación prehispánica de la costa pampeana en el Holoceno tardío: el sitio arqueológico Claromecó 1 (partido de Tres Arroyos, provincia de Buenos Aires). *Intersecciones en Antropología*, 9, 25-41.
- Borrero, L.A. (1990). Fuego-patagonian bone assemblages and the problem of communal guanaco hunting. En Davis, L. y Reeves, B. (Eds.), *Hunters of the recent past* (pp. 373-99). Londres: Unwin Hyman.
- Brain, C. (1969). The contribution of Namib Desert Hottentots to an understanding of australopithecine bone accumulations. *Scientific Papers of the Namib Desert Research Station*, 39, 13-22.
- Bunn, H. y Kroll, E. (1986). Systematic butchery by Plio-Pleistocene hominids at Olduvai Gorge, Tanzania. *Current Anthropology*, 27, 431-452.
- Bunn, H., Bartram, L. y Kroll, E. (1988). Variability in bone assemblage formation from Hadza hunting, scavenging, and carcass processing. *Journal of Anthropological Archaeology*, 7, 412-457.
- De Nigris, M. y Mengoni Goñalons, G. (2004). The guanaco as a source of meat and fat in the Southern Andes. En Mulville, J. y Outram, A. (Eds.). *The zooarchaeology of fats, oils and dairying* (pp. 160-166). Oxford: Oxbow Books.

- del Papa, L.M. (2012). *Una aproximación al estudio de los sistemas de subsistencias a través del análisis arqueofaunístico en un sector de la cuenca del Río Dulce y cercanías a la Sierra de Guasayán*. Tesis doctoral inédita, Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata.
- del Papa, L.M. y Moro, L. (2017). Representación diferencial de partes esqueléticas de *Rhea americana* en el sitio Beltrán Onofre Banegas-Lami Hernández del Chaco seco (Santiago del Estero). *Revista del Museo de Antropología*, 10, 7-18.
- del Papa, L.M. y Togo, J. (2015). Estrategias de subsistencia de la etapa agroalfarera en la cuenca media del río Dulce (provincia de Santiago del Estero, Argentina). *Cuadernos del Instituto Nacional de Antropología y Pensamiento Latinoamericano Series Especiales*, 2, 106-120.
- del Papa, L.M., De Santis, L. y Togo, J. (2012). Zooarqueología santiagueña. Despertando de la siesta. En Acosta, A., Loponte, D. y Mucciolo, L. (Eds.). *Temas de Arqueología. Estudios Tafonómicos y Zooarqueológicos II A*. (pp. 1-24). Buenos Aires: Asociación Amigos del Instituto Nacional de Antropología.
- Dodson, P. y Wexlar, D. (1979). Taphonomic investigations of owl pellets. *Paleobiology*, 5, 275-284.
- Elkin, D. (1995). Volume density of South American camelids skeletal parts. *Internacional Journal of Osteoarchaeology*, 5, 29-37.
- Faith, J.T. y Gordon, A. (2007). Skeletal element abundances in archaeofaunal assemblages: economic utility, sample size, and assessment of carcass transport strategies. *Journal of Archaeological Science*, 34, 872-882.
- Faith, J.T. y Lyman, R.L. (2019). *Paleozoology and Paleoenvironments Fundamentals, Assumptions, Techniques*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Fernández, F.J. (2012). *Microvertebrados del Holoceno de sitios arqueológicos en el sur de Mendoza (República Argentina): aspectos tafonómicos y sus implicancias en la subsistencia humana*. Tesis doctoral inédita, Universidad Nacional de La Plata, La Plata, Argentina.
- Gifford-González, D. (2017). *An Introduction to Zooarchaeology*. Cham: Springer.
- Giardina, M. (2006). Anatomía económica de Rheidae. *Intersecciones en Antropología*, 7, 263-276.
- Grayson, D.K. (1984). *Quantitative Zooarchaeology: Topics in the analysis of Archaeological Faunas*. Orlando: Academic Press.
- Grayson, D.K. (1991). Alpine faunas from the White mountains, California: Adaptive Change in the Late Prehistoric Great Basin?. *Journal of Archaeological Science*, 18, 483-506.
- Grayson, D.K. y Delpech, F. (1998). Changing Diet Breadth in the Early Upper Paleolithic of Southwestern France. *Journal of Archaeological Science*, 25, 1119-1129.
- Grayson, D.K., Delpech, F., Rigaud, J. y Simek, J. (2001). Explaining the Development of Dietary Dominance by a Single Ungulate Taxon at Grotte XVI, Dordogne, France. *Journal of Archaeological Science*, 28, 115-125.

- Gutiérrez, M., Kaufmann, C., González, M., Massigoge, A. y Álvarez, M. (2010). Intrataxonomic variability in metapodial and femur bone density related to age in guanaco (*Lama guanicoe*). *Zooarchaeological and taphonomical implications. Journal of Archaeological Science*, 37, 3226-3238.
- Howard, H. (1930). A census of the Pleistocene birds of Rancho La Brea from the collections of the Los Angeles Museum. *Condor*, 32, 81-88.
- Kelly, R. (1995). *The foraging spectrum. Diversity in hunter-gatherer lifeway*. Washington D.C: Smithsonian Institution Press.
- Izeta, A. (2004). *Zooarqueología del sur de los Valles Calchaquíes. Estudio de conjuntos faunísticos del Período Formativo*. Tesis doctoral inédita. Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata, La Plata.
- Kaufmann, C. (2009). *Estructura de edad y sexo en Lama guanicoe (guanaco). Estudios actualísticos y arqueológicos en Pampa y Patagonia*. Buenos Aires: Sociedad Argentina de Antropología, colección tesis doctorales.
- Klein, R. y Cruz Uribe, K. (1984). *The analysis of animal bones from archaeological sites*. Chicago: University of Chicago Press.
- Lam, Y. y Pearson, O. (2005). Bone Density Studies and the Interpretation of the Faunal Record. *Evolutionary Anthropology*, 14, 99-108.
- Lam, Y., Chen, X., Marean, C. y Frey, C. (1998). Bone Density and Long Bone Representation in Archaeological Faunas: Comparing Results from CT and Photon Densitometry. *Journal of Archaeological Science*, 25, 559-570.
- Lam, Y., Pearson, O., Marean, C. y Chen, X. (2003). Bone density studies in zooarchaeology. *Journal of Archaeological Science*, 30, 1701-1708.
- Leon, C. (2012). Índice cárnico para vizcacha (*Lagostomus maximus*): implicancias para la arqueología pampeana. *Comechingonia*, 16, 281-285.
- Lupo, K. (2001). Archaeological Skeletal Part Profiles and Differential Transport: An Ethnoarchaeological Example from Hadza bone Assemblages. *Journal of Anthropological Archaeology*, 20, 361-378.
- Lupo, K. (2006). What Explains the Carcass Field Processing and Transport Decisions of Contemporary Hunter-Gatherers? Measures of Economic Anatomy and Zooarchaeological Skeletal Part Representation
- Lupo, K. y Schmitt, D. (1997). Experiments in bone boiling: nutritional returns and archaeological reflections. *Anthropozoologica*, 25-26, 137-144.
- Lupo, K. y Schmitt, D. (2005). Small prey hunting technology and zooarchaeological measures of taxonomic diversity and abundance: ethnoarchaeological evidence from Central African forest foragers. *Journal of Anthropological Archaeology*, 24, 335-353.
- Lyman, R.L. (1984). Bone Density and Differential Survivorship of Fossil Classes. *Journal of Anthropological Archaeology*, 3, 259-299.
- Lyman, R.L. (1994a). *Vertebrate taphonomy*. Cambridge: Cambridge University Press.

- Lyman, R.L. (1994b). Quantitative Units and Terminology in Zooarchaeology. *American Antiquity*, 59, 36-71.
- Lyman R.L. (2003). The influence of time averaging and space averaging on the application of foraging theory in zooarchaeology. *Journal of Archaeological Science*, 30, 595-610.
- Lyman, R.L. (2008). *Quantitative Paleozoology*. Cambridge: Manuals in Archaeology.
- Lyman, R.L. (2018). Observations on the history of zooarchaeological quantitative units: Why NISP, then MNI, then NISP again? *Journal of Archaeological Science: Reports*, 18, 43-50.
- Lyman, R.L. y Ames, K. (2007). On the use of species-area curves to detect the effects of sample size. *Journal of Archaeological Science*, 34, 1985-1990.
- Marani, H. (2011). Anatomía económica de mara (*Dolichotis patagonum*) y su aplicación en la evaluación de restos zooarqueológicos recuperados en la costa Norpatagónica (Río Negro, Argentina). *Magallania*, 39, 267-278.
- Marean, C., Abe, Y., Nielssen, P. y Stone, E. (2001). Estimating the Minimum Number of esqueletal elements (MNE) in Zooarchaeology: A Review and a New Image-Analysis GIS Approach. *American Antiquity*, 66, 333-348.
- Marshall, F. y Pilgram, T. (1993). NISP vs. MNI in quantification of body-part representation. *American Antiquity*, 58, 261-269.
- Marti, C., Bechard, M. y Jaksic, F. (2007). Food habits. En Bird, D. y Bildstein, K. (Eds.). *Raptor Research and Management Techniques* (pp. 129-152). Blaine: Hancock House.
- Mengoni Goñalons, G. (1988). Análisis de materiales faunísticos de sitios arqueológicos. *Xama*, 1, 71-120.
- Mengoni Goñalons, G. (1991). La llama y sus productos primarios. *Arqueología*, 1, 179-196.
- Mengoni Goñalons, G. (1996). La domesticación de los camélidos sudamericanos y su anatomía económica. En Elkin, D., Madero, C., Mengoni Goñalons, G., Olivera, D., Reigadas, M., y Yacobaccio, H. (Eds.). *Zooarqueología de Camélidos 2* (pp. 33-45). Buenos Aires: Grupo de Zooarqueología de Camélidos.
- Mengoni Goñalons, G. (2006-2010). Zooarqueología en la práctica: algunos temas metodológicos. *XAMA*, 19-23, 89-113.
- Messineo, P., Álvarez, M., Scheifler, N. y Politis, G. (2021). Uso de huevos de Rheidae como contenedores de agua por cazadores-recolectores: el caso del Campo de Dunas del Centro Pampeano durante el Holoceno medio. En actas de resúmenes de la IV Reunión Académica del NZWG-ICAZ.
- Metcalf, D. y Jones, K. (1988). A reconsideration of animal body-part utility indices. *American Antiquity*, 53, 486-504.
- Miotti, L. y Marchionni, L. (2009). Procesando huesos: entre la Etnografía y la Arqueología. En Salemme, M., Piana, E., Alvarez, M., Santiago, F., Vázquez, M. y Mansur, E. (Eds.). *Arqueología de la Patagonia. Una mirada desde el confín del mundo* (pp. 787-799). Buenos Aires: Utopía.

- Miotti, L. y Marchionni, L. (2012). Tools beyond Stones: bone, a non-traditional raw material in continental Patagonia. En Choyke, A. y O'Connors, S. (Eds.). *From These Bare Bones: Raw and Worked Osseous Materials* (pp. 116-126). Oxford: Oxbow Books.
- Miotti, L. y Marchionni, L. (2014). Autopodios de guanacos en sitios arqueológicos: equifinalidad entre lo palatable y lo preservado. *Revista Chilena de Antropología*, 29, 122-129.
- Monahan, C. (1998). The Hadza carcass transport debate revisited and its archaeological implications. *Journal of Archaeological Science*, 25, 405-424.
- Montalvo, C. y 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. *Publicación Electrónica de la Asociación Paleontológica Argentina*, 19, 18-46.
- Morín, E. (2007). Fat composition and Nunamiut decision-making: a new look at the marrow and bone grease indices. *Journal of archaeological Science*, 34, 69-82.
- Morlan, R. (1994). Bison Bone Fragmentation and Survivorship: a Comparative Method. *Journal of Archaeological Science*, 21, 797-807.
- Mucciolo, L. y Acosta, A. (2014). Índices de Utilidad Económica de Corzuela Parda (*Mazama gouazoubira*). *Revista Chilena de Antropología*, 30, 55-61.
- Nesbit Evans, E., Van Couvering, J. y Andrews, P. (1981). Palaeoecology of Miocene sites in Western Kenya. *Journal of Human Evolution*, 10, 35-48.
- O'Connell, J., Hawkes, K. y Blurton Jones, N. (1990). Reanalysis of large mammal body part transport among the Hadza. *Journal of Archaeological Science*, 17, 31-316.
- Pardiñas, U. (1999). Tafonomía de microvertebrados en yacimientos arqueológicos de Patagonia (Argentina). *Arqueología*, 9, 265-340.
- Pardiñas, U., Borrero, L. Martín, F. Massone, M. y Fernández, F.J. (2022). Fossil rodents in Mylodon Cave as indicators of late Pleistocene–Holocene environmental evolution in southern Chile. *Quaternary Research*, 105, 218-234.
- Payne, S. (1972). Partial recovery and sample bias. En Clason, A. (Ed.). *Archaeozoological Studies* (pp. 7-17). Amsterdam: North Holland.
- Quintana, C. (2008). Cálculo del número mínimo de individuos de huevos de ñandú. *Intersecciones en Antropología*, 9, 93-97.
- Reitz, E.J. (2004). The Use of Archaeological Data in Fish Management. En Lauwerier, R. & Plug, I. (Eds.). *The Future of the Past: Archaeozoology in Wildlife Conservation and Heritage Management* (pp. 19-33). Oxford: Oxbow Books.
- Reitz, E.J. y Masucci, M. (2004). *Guangala fishers and farmers. A case study of animal use at El Azúcar, southwestern Ecuador*. Pittsburgh: University of Pittsburg Memoirs in Latin American Archaeology N°14.
- Reitz, E.J. y Wing, E.S. (1999). *Zooarchaeology*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Reitz, E.J. y Wing, E.S. (2008). *Zooarchaeology*. Second Edition. Cambridge: Cambridge University Press.

- Rindel, D. (2013). Marcos de referencia y frecuencia de partes esqueléticas de guanacos en sitios de Patagonia meridional: el caso de los índices de médula e índice de médula insaturada. En Zangrando, A., Barberena, R., Gil, A., Neme, G., Giardina, M., Luna, L., Otaola, C., Paulides, S., Salgán, L. y Tivoli, A. (Eds.). *Tendencias teórico-metodológicas y casos de estudio en la arqueología de la Patagonia* (pp. 515-522). San Rafael, Museo de Historia Natural.
- Salemme, M., Miotti, L. y Tonni, E. (1991). La determinación sistemática de mamíferos en contextos arqueofaunísticos. En Waldren, W., Ensenyat J., & Kennard, R. (Eds). *Lind Deya international Conference of Prehistory* (pp. 209-222). Oxford: Archaeological Techniques and Technology. BAR International Series 573.
- San Román, M. (2009). Anatomía económica de *Otaria flavescens* [Shaw 1800]. En López, P., Cartajena, I., García, C. y Mena, F. (Eds.). *Zooarqueología y tafonomía en el confín del mundo* (pp. 169-179). Santiago: Monografías Arqueológicas 1, UISEK.
- Santini, M. (2011). Aprovechamiento de *Myocastor coypus* (Rodentia, Caviomorpha) en sitios del Chaco Húmedo argentino durante el Holoceno tardío. *Intersecciones en Antropología*, 12, 195-205.
- Shotwell, J. (1955). An approach to the paleoecology of mammals. *Ecology*, 36, 327-337.
- Speth, J. (2022). Rethinking Binford's Utility Indices: interpretive problems in northern environments and their Pleistocene analogs. *PaleoAnthropology*, 2, 207-235.
- Sisson, S. y Grossman, J. (1982). *Anatomía de los animales domésticos*, Tomo I (5ta edición). Madrid: Elsevier Masson.
- Stahl, P. (1982). On small mammal remains in archaeological context. *American Antiquity*, 47, 822-829.
- Stahl, P. (1999). Structural density of domesticated South American camelid skeletal elements and the archaeological investigation of prehistoric andean ch'arki. *Journal of Archaeological Science*, 26, 1347-1368.
- Stahl, P. y Athens, J. (2001). A high elevation zooarchaeological assemblage from the Northern Andes of Ecuador. *Journal of Field Archaeology*, 28, 161-176.
- Stock, C. (1929). A census of the Pleistocene mammals of Rancho La Brea, based on the collections of the Los Angeles Museum. *Journal of Mammalogy*, 10, 281-289.
- Symmons, R. (2004). Digital photodensitometry: a reliable and accesible method for measuring bone density. *Journal of Archaeological Science*, 31, 711-719.
- Symmons, R. (2005). New density data for unfused and fused sheep bones, and a preliminary discussion on the modelling of taphonomic bias in archaeofaunal age profiles. *Journal of Archaeological Science*, 32, 1691-1698.
- Todd, L. y Rapson, D. (1988). Long bone fragmentation and Interpretation of faunal assemblages approaches to comparative analysis. *Journal of Archaeological Science*, 15, 307-325.
- White, T.E. (1953). A method of calculating the dietary percentage of various food animals utilized by aboriginal peoples. *American Antiquity*, 18, 396-398.

- Yacobaccio, H. (1994). Etnoarqueología de pastores surandinos: una herramienta para conocer el registro arqueológico. En actas de las *Jornadas de Arqueología e Interdisciplinas* (pp. 203-236). Buenos Aires: PREP-CONICET.
- Yacobaccio, H., Madero, C., Malmierca, M. y Reigadas, M. (1997-1998). Caza, domesticación y pastoreo de camélidos en la Puna argentina. *Relaciones de la Sociedad Argentina de Antropología*, 22-23, 389-418.