

**Análisis de falanges ungueales en
perezosos fósiles de la familia Mylodontidae
(Xenarthra, Tardigrada)**

Licenciatura en Ciencias Biológicas

Santiago Patiño

Profundización en Paleontología

Tutor: Richard Fariña

2013

Índice

Introducción	3.
Objetivos	5.
Materiales y Métodos	5.
Resultados	13.
Discusión	20.
Conclusiones	23.
Bibliografía	24.

Introducción

El estudio morfológico de las garras en tetrápodos es importante para la deducción de sus estilos de vida y las actividades que realizan, ya sea locomoción y métodos de caza, como también su ecología y otros comportamientos (Feduccia 1993; Pike y Maitland 2004; Birn-Jeffery et al. 2012). Existe una amplia bibliografía de estudios de este tipo en aves mesozoicas y dinosaurios terópodos con gran semejanza a aves actuales, siendo *Archaeopteryx* el más representativo y el más estudiado dentro de este grupo (Yalden 1985; Feduccia 1993; Dececchi y Larsson 2011). Distintos estudios pero con el mismo objetivo también se focalizan en mamíferos, tanto actuales como extintos (Van Valkenburgh 1985; Macleod y Rose 1993; Vizcaíno y Milne 2002).

El estudio de garras y falanges ungueales en animales, es importante, ya que las variaciones entre ellas se asocian a diferencias en el tipo de comportamiento locomotor (Lessertisseur y Saban 1967; Dubost 1968; Gambaryan 1974; Hildebrand 1974; Nevo 1979; Ostrom 1985; Yalden 1985; Macleod y Rose 1993). Esto es debido a que, estas estructuras son las primeras en tomar contacto con el sustrato, por lo cual, van a estar adaptadas según el tipo de sustrato y la forma en que se apliquen al mismo (Macleod y Rose 1993).

En el caso del estudio morfológico de las garras, es importante, al analizar organismos extintos, tener una base de datos con organismos actuales para poder hacer comparación de resultados. La importancia reside en que no podemos observar cómo interactúan los organismos extintos entre ellos, con su hábitat o con individuos de otra especie. Sin embargo, es posible hacerlo con organismos actuales. Por lo tanto, se pueden relacionar los resultados que obtenemos al analizar garras de individuos actuales con el modo de vida que llevan al ver cómo las utilizan. De esta forma, podemos relacionar los resultados obtenidos en individuos fósiles con las hechas en organismos actuales y, por consiguiente, asignar el resultado del estudio morfológico de la garra de un fósil a un modo de vida observado en un individuo actual.

Es importante señalar que los organismos actuales elegidos deben tener cierto grado de parentesco con los fósiles para que los resultados finales sean lo más congruentes posibles. Además, debemos tener en cuenta las diferencias de tamaño, si las hay, u otro tipo de variables que puedan afectar la relación de actividades entre individuos actuales y fósiles. Este enfoque en el análisis de los datos es actualista: el actualismo es un principio muy utilizado en paleontología y geología, según el cual todos los procesos naturales que actuaron en el pasado son iguales a los que actúan en el presente (Hutton 1788; Lyell 1830).

En este trabajo se realizan distintos estudios de falanges ungueales y garras del tercer dedo del miembro anterior, ya que típicamente presentan un tamaño mayor y simetría bilateral, con lo cual aumentan las posibilidades de revelar diferencias funcionales entre taxones (Macleod y Rose 1993). Vale aclarar que una falange ungueal es el hueso más distal dentro de una falange

y que el término se refiere solamente a la estructura ósea, mientras que una garra es la falange ungueal más el estuche córneo que la recubre, al que comúnmente se le llama uña.

Los estudios abordados en las falanges ungueales y garras de este trabajo de Licenciatura son: análisis de curvatura interna por el método de Feduccia (1993) y de curvatura externa por el método de Pike y Maitland (2004), así como la ventaja mecánica (Alexander 1985; Vizcaíno et al. 1999). La ventaja mecánica es una medida de la amplificación de las fuerzas debido al uso de una herramienta u otro objeto, como un artefacto mecánico o una máquina. Esto conlleva la aplicación de fuerzas en dicha estructura, que serán transmitidas y soportadas siempre y cuando se mantengan igual o por debajo de su valor de ventaja mecánica (Uicker et al. 2003).

Los taxones en los que se realizan dichos estudios son integrantes del superorden Xenarthra: perezosos fósiles de la familia Mylodontidae y armadillos y osos hormigueros actuales de los órdenes Cingulata y Pilosa, respectivamente. Este superorden es uno de los grupos más característicos de la fauna del Pleistoceno, con los representantes mayoritarios de la fauna de mamíferos de esa época. Si bien actualmente el grupo no es muy diverso, los xenartros fósiles alcanzaron una amplia diversidad de más de 150 géneros extintos (McKenna y Bell 1997).

Los perezosos fósiles terrestres pertenecen a la fauna extremadamente rica que habitó América del Sur en el Oligoceno medio-tardío hasta el Pleistoceno tardío – Holoceno temprano (Patterson y Pascual 1972; Marshall y Cifelli 1990; Fariña y Blanco 1996; Fariña et al. 2013). En particular, los perezosos en los que se centrará este trabajo pertenecen a la megafauna Lujanense, que abarca un período desde el Pleistoceno tardío hasta el Holoceno temprano (Fariña 1996; Fariña et al. 1998; Fariña et al. 2013). Se utiliza el término de megafauna para definirla, ya que la mayoría de sus representantes superaba la tonelada de masa corporal.

Estos animales han sido muy bien estudiados en paleontología ya desde 1796 cuando Cuvier describe el perezoso *Megatherium americanum*, cuya masa ha sido estimada en seis toneladas (Fariña et al. 1998). Más cerca en el tiempo, se encuentran trabajos sobre distintas especies de perezosos, que se centran en aspectos biomecánicos, taxonómicos, anatómicos y fisiológicos de estos grandes animales (Fariña y Blanco 1996; Fariña 1996; Vizcaíno y Bargo 1998; Bargo et al. 2000; Christiansen y Fariña 2003; Pujos et al. 2007; Blanco y Rinderknecht 2008; Pujos et al. 2012).

Sin embargo, ninguno de éstos focalizó su estudio en las falanges ungueales de forma aislada, aunque sí analizan dichas falanges en conjunto con el resto de los huesos del miembro al que pertenecen o con algunos de ellos (Fariña y Blanco 1996; Bargo et al. 2000).

Objetivos

Como primer objetivo de este trabajo, se intentará diferenciar los distintos géneros de perezosos terrestres de la familia Mylodontidae, a través del estudio morfológico de sus falanges ungueales del tercer dedo del miembro anterior.

También se comparará la curvatura de las falanges ungueales de los perezosos fósiles, con la de las garras y falanges ungueales de xenartros actuales considerados (armadillos y osos hormigueros) y, de esta manera, se relacionará el tipo de actividad o actividades que realizan los xenartros actuales con la curvatura de las falanges ungueales de los perezosos fósiles.

Materiales y Métodos

El presente trabajo de pasantía se centró en el estudio de la morfología en falanges ungueales y garras de distintos individuos fósiles y actuales, todos pertenecientes al superorden Xenarthra. Esta base de datos consta con perezosos terrestres fósiles pertenecientes a la familia Mylodontidae, que se encuentra dentro del orden Pilosa y a su vez del suborden Folivora, en particular, los géneros *Glossotherium*, *Lestodon* y *Scelidotherium* (Figura 1).

Dentro del grupo de organismos actuales que se dispusieron para este estudio tenemos a los armadillos y los osos hormigueros. Los armadillos pertenecen al orden Cingulata y a la superfamilia Dasypodoidea, a diferencia de sus parientes ya extintos, los gliptodontes, que pertenecen a la superfamilia Glyptodontoidea dentro del mismo orden. En particular, los armadillos de nuestra base de datos, al ser actuales, pertenecen solo a la familia Dasypodidae. Las especies que se analizarán dentro de esta familia serán: *Cabassous tatouay*, *Chaetophractus vellerosus*, *Chaetophractus villosus*, *Dasyus hybridus*, *Dasyus novemcinctus*, *Euphractus sexcinctus* y *Priodontes maximus* (Figura 1).

Por otro lado, tenemos a los osos hormigueros, que se ubican en el orden Pilosa y más precisamente dentro del suborden Vermilingua. En particular, los que se utilizarán en este estudio son del género *Tamandua* y la especie *T. tetradactyla* (Figura 1).

Los perezosos actuales pertenecen a las familias Bradypodidae y Megalonychidae, mientras que los fósiles pertenecen a las familias Mylodontidae y Megatheriidae. Los perezosos actuales se separan en dos géneros: *Bradypus* y *Choloepus*. Los integrantes del primero pertenecen a la familia Bradypodidae y son conocidos comúnmente como perezosos de tres dedos. Los que caen dentro del segundo género pertenecen a la familia Megalonychidae y se les llama comúnmente como perezosos de dos dedos (Figura 1).

Desafortunadamente, no se pudieron realizar los estudios morfológicos en garras de perezosos actuales que pertenecen al mismo orden y suborden, pero difieren en las familias con los

perezosos fósiles, como vimos anteriormente. Por lo tanto, con respecto a los demás xenartros son los parientes más cercanos filogenéticamente a los perezosos fósiles terrestres, centrales en nuestro trabajo, por lo que un análisis comparativo entre ellos hubiera sido de un alto valor informativo. Igualmente, para una primera aproximación en el tema, la ausencia de perezosos actuales no es ni una restricción ni una falla.

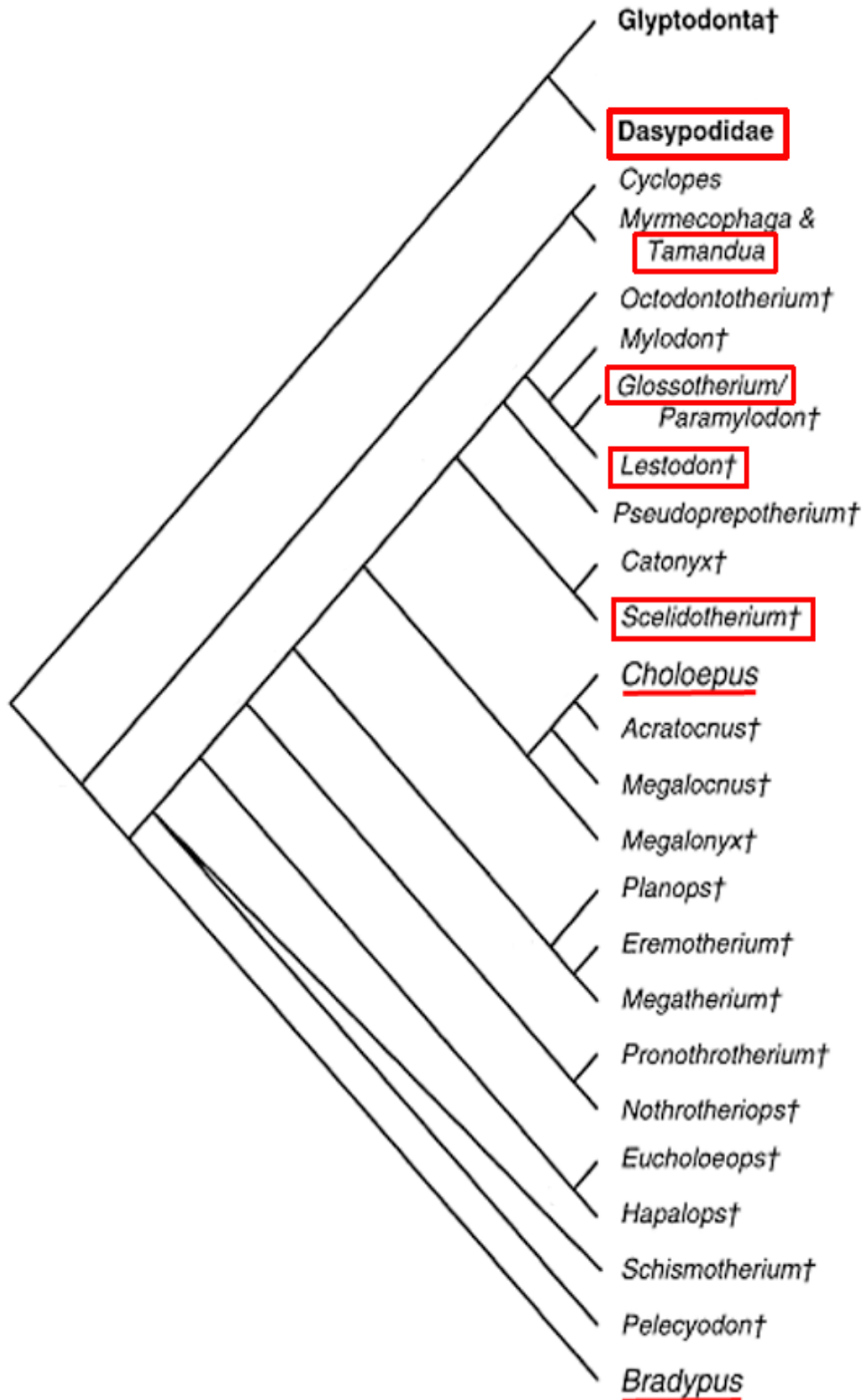


Figura 1: Filogenia mínimamente modificada de Gaudin (1995), basada en consenso estricto entre los tres árboles más parsimoniosos. Recuadros rojos: taxones a los que pertenecen los individuos que conforman la base de datos de este trabajo. Subrayados en rojo: géneros de perezosos actuales.

Como ya habíamos expuesto en la introducción, se trabajará con las garras y las falanges ungueales del tercer dedo del miembro anterior, ya que típicamente presentan un tamaño mayor y simetría bilateral, con lo cual aumentan las posibilidades de revelar diferencias funcionales entre los taxones en estudio (Macleod y Rose 1993). De ahora en adelante, para mayor comodidad, llamaremos simplemente como falange o falange ungueal a las falanges ungueales del tercer dedo del miembro anterior. De la misma forma, a las garras del dedo III del miembro anterior las llamaremos garra.

La base de datos cuenta con un total de 53 falanges ungueales y garras (Tabla 1, 2, 3 y 4) que se separan en: 16 falanges ungueales de perezosos fósiles, 13 para *Lestodon*, 2 para *Glossotherium* y 1 de *Scelidotherium*, mientras que los xenartros actuales presentan un total de 37 datos, 8 garras corresponden a *Dasyopus hybridus*, 7 garras a *Dasyopus novemcinctus*, 6 garras y 1 falange ungueal para *Tamandua tetradactyla*, 6 garras de *Euphractus sexcinctus*, 4 garras de *Cabassous tatouay*, 2 garras correspondientes a *Chaetophractus vellerosus* y *Chaetophractus villosus*, respectivamente, y 1 falange ungueal de *Priodontes maximus*.

Todas las falanges ungueales de los distintos géneros de perezosos fósiles y las garras y falanges de especies de xenartros actuales, se fotografiaron con escala y lateralmente en las mismas colecciones donde se encontraron. Dichas colecciones son: Museo de La Plata (MLP), Museo Nacional de Historia Natural (MNHN) y La Colección de Vertebrados de la Facultad de Ciencias (ZVCM). Se tuvo el cuidado de colocar el material de forma tal que se evite el paralaje al fotografiarlo, y las fotos se tomaron alineando el centro del objeto con el centro focal de la cámara. Se mantuvo la cámara siempre paralela a la superficie en donde se apoyaba la garra o falange. De esta manera, se intentó que la perspectiva entre fotografías no cambiase o que cambiase mínimamente. Estos procedimientos se realizaron con la mayor exactitud y precisión posible de acuerdo a las herramientas disponibles.

Luego de tomadas las fotografías se procedió a realizar digitalmente los estudios geométricos de curvatura interna y externa de las falanges y las garras. En el caso de *Lestodon*, se hizo en primer lugar la silueta de la falange más completa y con esta silueta se realizó la reconstrucción de las puntas del resto de las falanges del mismo género, utilizando Adobe Photoshop (Adobe Systems). Para *Priodontes maximus* también fue necesario la reconstrucción de la punta de la falange. Además de la reconstrucción de la punta en las falanges de *Lestodon*, se ubicó, por el mismo método, el punto A (Fig. 2) en las falanges en que la fina capa ósea de su base está ausente. También se debió realizar esta ubicación en una garra de *Glossotherium*, pero con la silueta de una falange del mismo género. Este procedimiento también fue efectuado con Adobe Photoshop (Adobe Systems). Pero en el resto de los organismos de la base de datos, ya sean fósiles o actuales, no fue necesario tal trabajo, ya que las falanges III están más completas o no presentan dicha estructura ósea.

En todos los individuos de la base de datos se pasó entonces a realizar las medidas geométricas de curvatura interna por Feduccia (1993) (Fig. 2) y las de curvatura externa, a

través de los métodos de Pike y Maitland (2004) (Fig. 3). En este trabajo de grado se realizó una pequeña variación al método de Feduccia, debido a que este autor en su trabajo se centra en garras de aves modernas y de *Archaeopteryx*, mientras que aquí trabajamos con mamíferos xenartros. Feduccia (1993) traza una recta horizontal desde la punta de la garra hasta el extremo más proximal de la garra, y en base a la misma traza el arco. Aquí, en cambio, la recta horizontal no se traza hasta el extremo proximal de las falanges o garras, sino de manera tal que el arco coincida con su curvatura interna. Para esto se utilizó la herramienta Google Scketchup 8 (Google).

Las medidas fueron tomadas en base al estuche córneo en los organismos que lo tenían presente, como la gran mayoría de los actuales. Es importante aclarar que en el método de obtención de la curvatura externa (Pike y Maitland 2004), cuando trabajamos con garras, el punto A (Fig. 3) es donde nace la uña. Por su lado, en todos los individuos fósiles y quizás algunos individuos actuales, las medidas se tomaron en base a la falange ungueal (parte ósea de la garra). El punto A se ubica, en vista lateral, en la parte superior de la falange donde termina la fina capa ósea que se encuentra en su base (Fig. 3). Esta capa ósea deja un espacio entre ella y la falange en sí para el estuche córneo de la garra y se le denomina vaina ósea (Owen 1842).

Algunas medidas se tomaron en forma manual en el momento de fotografiado del material pero, en general, por mayor comodidad, se utilizaron programas digitales con el fin de realizar las mediciones en las fotografías, teniendo presente la respectiva escala en cada fotografía. Con el programa Screen Caliper (Iconico) se tomaron medidas de rectas y con Screen Protractor (Iconico) se midieron ángulos en el estudio de la curvatura interna y externa.

Se utilizó el software Google Scketchup 8 (Google) para obtener el segmento AB (Fig. 2) en el estudio de la curvatura interna (Feduccia 1993). En este programa se realizó un arco que sigue la curvatura interna de la falange o garra, se trazó una línea que conecta el primer y el último punto del mismo y de esta forma obtenemos el segmento AB (Fig. 2) de una manera precisa. Inmediatamente después en el programa Adobe Photoshop (Adobe Systems) y con ayuda del software Screen Caliper (Iconico) y Screen Protractor (Iconico), se siguieron los pasos expuestos en la Figura 2 y 3 para obtener la curvatura interna y la externa.

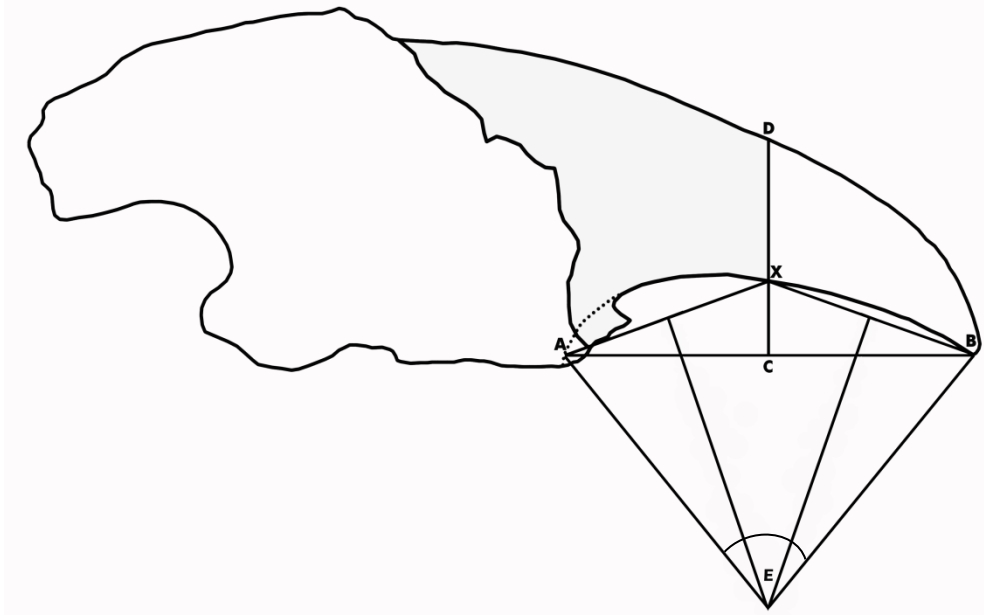


Figura 2: Curvatura interna de la falange III por el método de Feduccia (1993). El segmento AB se realizó con el programa Google Sketchup 8 (Google) haciendo un arco que coincidiese con la curvatura interna de la falange o garra. Luego ese segmento se divide a la mitad en C y se traza CD. Más adelante, se realizan los segmentos AX y BX siendo X el punto de corte de la curvatura interna y el segmento CD. Esos dos últimos segmentos se dividen a la mitad cada uno y en un ángulo de 90° se trazan las líneas respectivas a cada uno. Éstas se cortarán en el punto E, el cual luego se une con los puntos A y B conformando el ángulo de curvatura interna que presenta la falange o la garra.

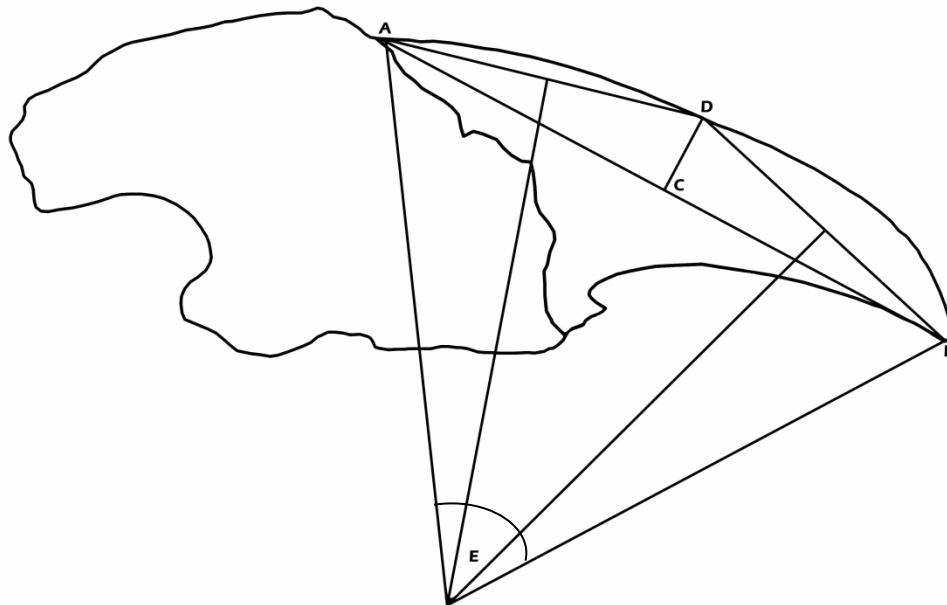


Figura 3: Curvatura externa de falange III por el método de Pike y Maitland (2004). El segmento AB abarca la distancia desde la punta de la falange o garra (B), hasta el primer punto (A) fuera de la fina pared ósea (vaina ósea) que se encuentra en la base de la falange. Ésta deja un espacio para el estuche córneo que rodea a la parte ósea más distal de la falange y que conforma la garra. Se traza más tarde un segmento CD perpendicular a AB, C se encuentra en la mitad de AB y D es el punto de corte de este segmento con la curvatura externa. Luego se unen los puntos D con B y D con A, los segmentos finales se dividen a la mitad y se realizan dos líneas perpendiculares a los mismos que se cruzan en E. Finalmente se une E con A y con B y se obtiene el ángulo de curvatura externa.

Una vez obtenidos y listados todos los ángulos de curvaturas interna y externa de todas las falanges y garras, se pasó a graficar los resultados. Los dos gráficos de curvatura presentan organismos actuales y fósiles, se diferencian en que uno es de curvaturas internas (Figura 5) y otro es de las externas (Figura 6). Luego se comparó la distribución de los datos entre los dos gráficos.

Los gráficos se realizaron utilizando un diagrama de cajas compuesto por un rectángulo, “la caja”, y dos brazos. La caja está compuesta por tres cuartiles, el primer cuartil (base de la caja) es la mediana de la primera mitad de valores, el segundo cuartil (línea horizontal dentro de la caja) es la mediana del total de valores y el tercer cuartil (techo de la caja) es la mediana de la segunda mitad de valores. Los brazos se extienden hacia arriba y abajo de la caja hasta el valor máximo y mínimo respectivamente. En la caja siempre está el 50% de los datos, y el otro 50% se distribuye entre la caja y los brazos. Los valores que están por fuera de los brazos son valores atípicos. (Tukey 1977)

Por último, se procedió al análisis de ventaja mecánica de todas las falanges ungueales de los perezosos fósiles y las que fue posible obtener en los organismos actuales para mejorar la comparación de datos. Algunas falanges ungueales, en xenartros actuales, fueron encontradas en las colecciones, pero para contar con más datos se procedió a tomar la silueta de esas falanges. Luego, en las garras de individuos de la misma especie, se ubicó y manipuló la silueta trazada de tal forma de que la falange ungueal se amoldara a cada garra. Los organismos en los que se realizó el análisis de ventaja mecánica fueron: *Lestodon*, *Glossotherium*, *Scelidotherium*, *Dasybus hybridus* y *Tamandua tetradactyla*.

La ventaja mecánica es una medida de la amplificación de las fuerzas debido al uso de una herramienta u otro objeto, como un artefacto mecánico o una máquina. Esto conlleva la aplicación de fuerzas en dicha estructura, que serán transmitidas y soportadas siempre y cuando se mantengan igual o por debajo de su valor de ventaja mecánica (Uicker et al. 2003).

El cálculo de ésta en el presente trabajo consistió en tomar dos brazos de palanca, l_1 y l_2 , con un fulcro o eje de giro en donde pivotarían y se dividió entre sí a los brazos, l_1/l_2 (Figura 4). La ventaja mecánica es un valor sin unidades, ya que, es el cociente de dos valores con las mismas unidades. Un fulcro es el punto de apoyo de una palanca, donde el brazo de la misma puede girar libremente (Serway y Jewett 2009). Luego de obtenidas las ventajas mecánicas se procedió a graficarlas (Figura 7).

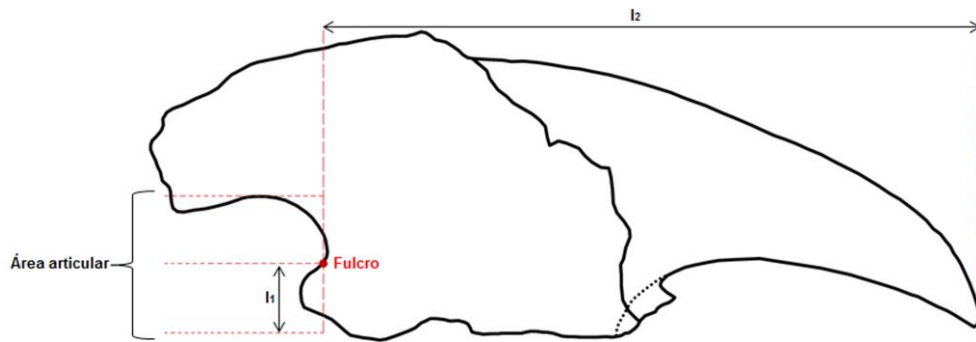


Figura 4: Diagrama de los brazos de palanca, l_1 y l_2 , para cálculo de la ventaja mecánica. Se puede observar cómo el fulcro se ubica en la mitad del área articular de la falange. Ventaja mecánica es el resultado de la división de l_1 sobre l_2 , resultando en un valor sin unidades (l_1 (cm) / l_2 (cm)).

Resultados

Ya realizados los distintos estudios en las falanges ungueales de géneros de perezosos fósiles como también en falanges ungueales y garras de especies de xenartros actuales se procederá entonces a listar los resultados obtenidos. En todas las tablas de esta sección están presentes los números de colección (ej: *Euphractus sexcinctus* 989) y, si no lo presentan, tienen el número de la foto tomada (ej: *Lestodon* n°7) o no tienen número porque no poseía en su respectiva colección y no era necesario agregar uno para su distinción. En primer lugar, se realizaron los análisis necesarios para la obtención de los ángulos de la curvatura interna (Feduccia 1993), descriptos en la sección materiales y métodos, en todas las falanges y garras (Tabla 1 y 2).

ACTUALES		FÓSILES	
MLP	Curvatura Interna	MNHN	Curvatura Interna
<i>Tamandua tetradactyla</i>	106°28'	<i>Lestodon</i> 1548	45°13'
<i>Priodontes maximus</i>	93°82'	<i>Lestodon</i> 1070	43°02'
MNHN		<i>Lestodon</i> 1856	49°92'
<i>Tamandua tetradactyla</i> 2575 der.	121°75'	<i>Lestodon</i> 24	58°70'
<i>Tamandua tetradactyla</i> 2575 izq.	127°39'	<i>Lestodon</i> 1729	66°92'
<i>Tamandua tetradactyla</i> 2959 der.	112°97'	<i>Lestodon</i> 1122	70°85'
<i>Tamandua tetradactyla</i> 2959 izq.	117°79'	<i>Lestodon</i> n°7	70°13'
<i>Tamandua tetradactyla</i> 7208 der.	119°58'	<i>Lestodon</i> 633	43°89'
<i>Tamandua tetradactyla</i> 7208 izq.	114°45'	<i>Lestodon</i> 499	67°78'
<i>Cabassous tatouay</i> 1404 der.	49°48'	<i>Glossotherium</i> n°11	89°25'
<i>Cabassous tatouay</i> 1404 izq.	60°96'	<i>Glossotherium</i> n°12	87°51'
<i>Cabassous tatouay</i> 2961 der.	89°50'	MLP	
<i>Cabassous tatouay</i> 2961 izq.	76°20'	<i>Scelidotherium</i>	0°
<i>Chaetophractus vellerosus</i> 2676 der.	39°15'	<i>Lestodon</i> (n°1)	63°74'
<i>Chaetophractus vellerosus</i> 2676 izq.	76°81'	<i>Lestodon</i> 9369	73°88'
<i>Chaetophractus villosus</i> 896 der.	73°93'	<i>Lestodon</i> 9508	71°21'
<i>Chaetophractus villosus</i> 896 izq.	59°57'	<i>Lestodon</i> 9509	65°66'
<i>Dasyopus hybridus</i> 688 izq.	68°16'		
<i>Dasyopus hybridus</i> 1386 der.	68°99'		
<i>Dasyopus hybridus</i> 1386 izq.	77°52'		
<i>Dasyopus hybridus</i> 1388 der.	73°36'		
<i>Dasyopus hybridus</i> 1388 izq.	73°62'		
<i>Dasyopus novemcinctus</i> 83 der.	67°53'		
<i>Dasyopus novemcinctus</i> 83 izq.	53°90'		
<i>Dasyopus novemcinctus</i> 828 der.	76°07'		
<i>Dasyopus novemcinctus</i> 828 izq.	67°79'		
<i>Dasyopus novemcinctus</i> 959 der.	58°78'		
<i>Dasyopus novemcinctus</i> 959 izq.	56°19'		
<i>Dasyopus novemcinctus</i> 1313 izq.	52°62'		
<i>Euphractus sexcinctus</i> 781 der.	70°51'		
<i>Euphractus sexcinctus</i> 781 izq.	71°78'		
<i>Euphractus sexcinctus</i> 4697 izq.	46°50'		
ZVCM			
<i>Euphractus sexcinctus</i> 989	75°42'		
<i>Euphractus sexcinctus</i> 2009	56°24'		
<i>Euphractus sexcinctus</i>	66°23'		

Tabla 1: Ángulos de curvatura interna en falanges ungueales de géneros de perezosos fósiles, obtenidos por el método de Feduccia (1993). En la primera columna se distingue de qué colecciones fueron extraídos los materiales: MNHN (Museo Nacional de Historia Natural) y MLP (Museo de La Plata).

Tabla 2: Ángulos de curvatura interna en falanges ungueales y garras de distintas especies de xenartros actuales, obtenidos por el método de Feduccia (1993). En la primera columna se distingue de qué colecciones fueron extraídos los materiales: MP (Museo de La Plata), MNHN (Museo Nacional de Historia Natural) y ZVCM (Colección de vertebrados de la Facultad de Ciencias). Se especifica el miembro anterior de cada garra, izquierdo (izq.) y derecho (der.).

Podemos observar en la Tabla 1 los tres géneros de perezosos fósiles: *Lestodon*, *Glossotherium* y *Scelidotherium* divididos en las colecciones de donde fueron obtenidos y con sus respectivos ángulos de curvatura interna. Ya a primera vista se puede distinguir una diferencia marcada entre los ángulos de los tres géneros, que luego se puede observar mejor al graficar todos los valores (Gráfico 1). *Lestodon* con un intervalo de ángulos entre $73^{\circ}88'$ y $43^{\circ}02'$, *Glossotherium* entre $89^{\circ}25'$ y $87^{\circ}51'$ y *Scelidotherium* con 0° .

Por otro lado, en la Tabla 2, se reconocen las especies de xenartros actuales, separados en las colecciones a las que pertenecen, con sus respectivos valores en grados de curvatura interna. En general, presentan valores bastante similares entre sí los armadillos, con un intervalo entre $39^{\circ}15'$ y $89^{\circ}50'$ sin incluir a *Priodontes maximus*, que se encuentra por encima del resto con un valor de $93^{\circ}82'$. La otra gran diferencia se observa entre los armadillos y el único representante de los osos hormigueros (*Tamandua tetradactyla*), que sobrepasa los valores anteriores con un intervalo entre $106^{\circ}28'$ y $127^{\circ}39'$.

Ahora, en la figura 5, se observa de forma más gráfica lo expuesto anteriormente de los diferentes intervalos de curvaturas. Se pueden ver claramente los dos extremos: *Tamandua tetradactyla* ($106^{\circ}28' - 127^{\circ}39'$) está por encima del resto y *Scelidotherium* (0°) por debajo de todos. Se observa la marcada diferencia entre los tres géneros fósiles como también entre *Priodontes maximus* ($93^{\circ}82'$) y el resto de los armadillos.

También podemos observar en el gráfico el posicionamiento de los perezosos fósiles con respecto a las distintas especies de armadillos actuales y a la especie de oso hormiguero presentes en este trabajo. *Scelidotherium* (0°) se ubica consistentemente por debajo del intervalo de los armadillos ($39^{\circ}15' - 89^{\circ}50'$), excluyendo siempre a *Priodontes maximus* ($93^{\circ}82'$), mientras que *Lestodon* ($73^{\circ}88' - 43^{\circ}02'$) se encuentra dentro de este margen y *Glossotherium* ($89^{\circ}25' - 87^{\circ}51'$), por su parte, se solapa muy poco y se acerca más a la posición de *Priodontes maximus* ($93^{\circ}82'$).

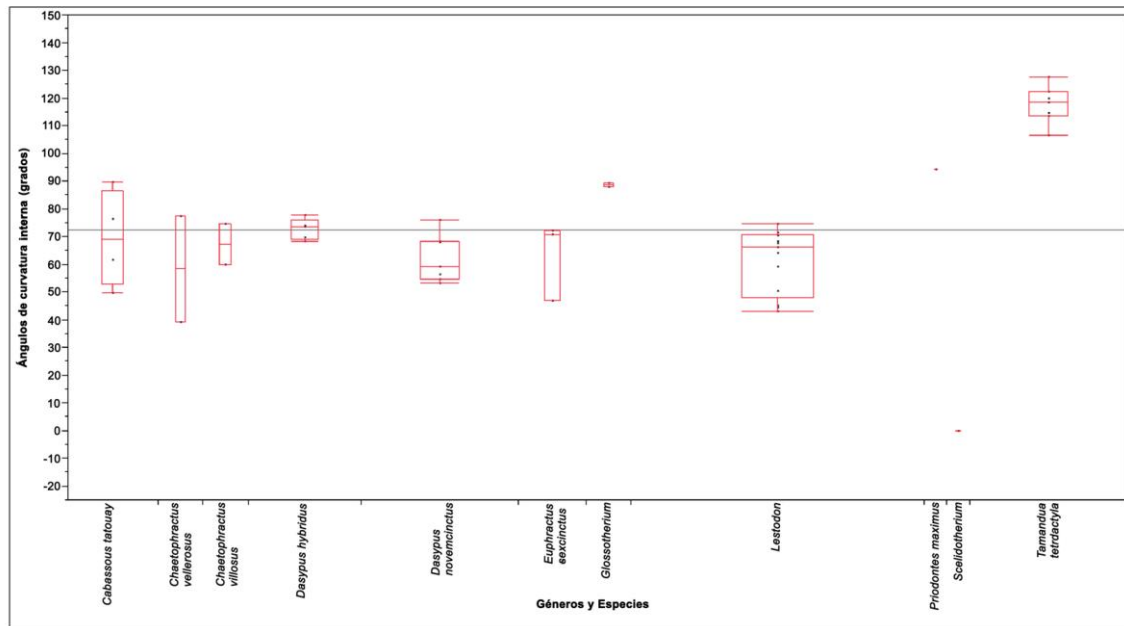


Figura 5: Gráfico de caja de curvatura interna de las falanges y garras utilizadas en este trabajo. Los ángulos en el eje Y están en grados y en el eje X se ven las especies actuales de xenartros y los géneros de perezosos fósiles. El eje Y empieza en -20 para una mejor visualización de *Scelidotherium* ya que tiene un valor de curvatura interna igual a 0°.

Las tabla 3 y 4 muestran los ángulos de curvatura externa en las falanges ungueales y garras de la muestra.

En este caso, Tabla 3, la diferencia más marcada es entre *Scelidotherium* (0°) con *Lestodon* y *Glossotherium*. Entre los valores de los dos últimos (65°23' – 53°38' y 66°38' – 62°70' respectivamente), no hay una separación tan marcada, a diferencia de lo que ocurría para la curvatura interna (*Lestodon*, 73°88' - 43°02', y *Glossotherium*, 89°25' - 87°51'). En los xenartros actuales (Tabla 4), se mantienen las diferencias vistas en la curvatura interna. *Priodontes maximus* (88°25') está nuevamente separado del resto de los armadillos (87°92' - 46°60') como lo estaba anteriormente. *Tamandua tetradactyla* también se mantiene por encima del resto (87°20' - 126°26'), pero con un pequeño solapamiento con *Priodontes maximus* (88°25').

En estas dos tablas se puede ver que se mantiene el esquema al que se llegó por el análisis de la curvatura interna. Sin embargo, los límites entre cada grupo de individuos, definido con los ángulos obtenidos anteriormente, están menos marcados y los grupos se llegan a solapar entre sí.

ACTUALES	
MLP	Curvatura Externa
<i>Tamandua tetradactyla</i>	87°20'
<i>Priodontes maximus</i>	88°25'
MNHN	
<i>Tamandua tetradactyla</i> 2575 der.	106°19'
<i>Tamandua tetradactyla</i> 2575 izq.	106°76'
<i>Tamandua tetradactyla</i> 2959 der.	119°45'
<i>Tamandua tetradactyla</i> 2959 izq.	126°26'
<i>Tamandua tetradactyla</i> 7208 der.	102°25'
<i>Tamandua tetradactyla</i> 7208 izq.	110°02'
<i>Cabassous tatouay</i> 1404 der.	75°47'
<i>Cabassous tatouay</i> 1404 izq.	77°86'
<i>Cabassous tatouay</i> 2961 der.	74°32'
<i>Cabassous tatouay</i> 2961 izq.	76°62'
<i>Chaetophractus vellerosus</i> 2676 der.	67°64'
<i>Chaetophractus vellerosus</i> 2676 izq.	87°92'
<i>Chaetophractus villosus</i> 896 der.	48°77'
<i>Chaetophractus villosus</i> 896 izq.	46°60'
<i>Dasyopus hybridus</i> 688 izq.	65°09'
<i>Dasyopus hybridus</i> 1386 der.	67°10'
<i>Dasyopus hybridus</i> 1386 izq.	71°08'
<i>Dasyopus hybridus</i> 1388 der.	65°66'
<i>Dasyopus hybridus</i> 1388 izq.	75°24'
<i>Dasyopus novemcinctus</i> 83 der.	70°97'
<i>Dasyopus novemcinctus</i> 83 izq.	73°48'
<i>Dasyopus novemcinctus</i> 828 der.	54°28'
<i>Dasyopus novemcinctus</i> 828 izq.	62°70'
<i>Dasyopus novemcinctus</i> 959 der.	48°79'
<i>Dasyopus novemcinctus</i> 959 izq.	62°83'
<i>Dasyopus novemcinctus</i> 1313 izq.	51°26'
<i>Euphractus sexcinctus</i> 781 der.	84°88'
<i>Euphractus sexcinctus</i> 781 izq.	86°71'
<i>Euphractus sexcinctus</i> 4697 izq.	67°21'
ZVCM	
<i>Euphractus sexcinctus</i> 989	73°68'
<i>Euphractus sexcinctus</i> 2009	63°95'
<i>Euphractus sexcinctus</i>	60°77'

FÓSILES	
MNHN	Curvatura Externa
<i>Lestodon</i> 1548	53°38'
<i>Lestodon</i> 1070	55°44'
<i>Lestodon</i> 1856	59°49'
<i>Lestodon</i> 24	60°69'
<i>Lestodon</i> 1729	65°11'
<i>Lestodon</i> 1122	65°05'
<i>Lestodon</i> n°7	61°39'
<i>Lestodon</i> 633	58°80'
<i>Lestodon</i> 499	56°83'
<i>Glossotherium</i> n°11	62°70'
<i>Glossotherium</i> n°12	66°38'
MLP	
<i>Scelidotherium</i>	0°
<i>Lestodon</i> (n°1)	63°35'
<i>Lestodon</i> 9369	56°36'
<i>Lestodon</i> 9508	65°23'
<i>Lestodon</i> 9509	57°71'

Tabla 3: Ángulos de curvatura externa en falanges ungueales de géneros de perezosos fósiles, obtenidos por el método de Pike y Maitland (2004). En la primera columna se distingue de qué colecciones fueron extraídos los materiales: MNHN (Museo Nacional de Historia Natural) y MLP (Museo de La Plata).

Tabla 4: Ángulos de curvatura externa en falanges ungueales y garras de distintas especies de xenartros actuales, obtenidos por el método de Pike y Maitland (2004). En la primera columna se distingue de qué colecciones fueron extraídos los materiales: MLP (Museo de La Plata), MNHN (Museo Nacional de Historia Natural) y ZVCM (Colección de vertebrados de la Facultad de Ciencias).

Posteriormente se pasó a graficar la curvatura externa de todos los especímenes para, de esta manera, tener una mejor percepción de los ángulos obtenidos. En el gráfico designaremos al eje de las X las especies y géneros, y al de las Y los ángulos de curvatura externa (Figura 6).

El gráfico permite apreciar cómo el panorama general es parecido al de las curvaturas internas, pero con límites menos marcados. *Scelidotherium* (0°) y *Tamandua tetradactyla* ($87^{\circ}20' - 126^{\circ}26'$) siguen siendo los dos extremos, la diferencia entre los géneros de perezosos fósiles sigue siendo clara entre *Scelidotherium* (0°) y los otros dos, pero no entre *Lestodon* ($65^{\circ}23' - 53^{\circ}38'$) y *Glossotherium* ($66^{\circ}38' - 62^{\circ}70'$). *Priodontes maximus* ($88^{\circ}25'$), por su parte, no tiene una diferencia tan marcada con el resto de los armadillos ($87^{\circ}92' - 46^{\circ}60'$) como la tenía al analizar la curvatura interna. Tampoco se puede ver un acercamiento tan marcado entre *Glossotherium* ($66^{\circ}38' - 62^{\circ}70'$) y *Priodontes maximus* ($88^{\circ}25'$), sino que *Glossotherium* se acerca más a *Lestodon* ($65^{\circ}23' - 53^{\circ}38'$) y quedan dentro del intervalo del resto de los armadillos actuales ($87^{\circ}92' - 46^{\circ}60'$).

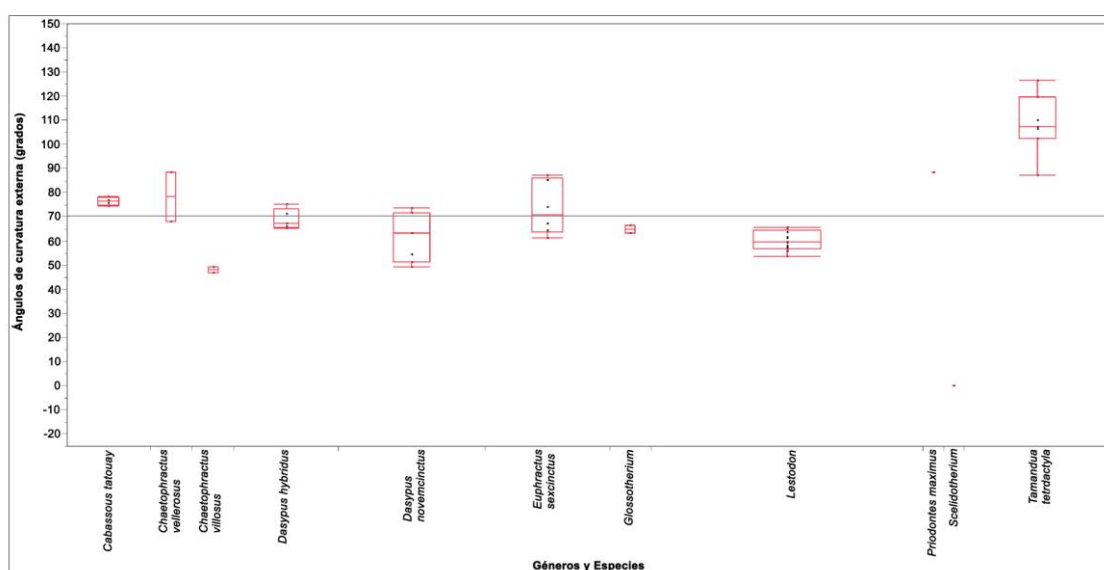


Figura 6: Gráfico de caja de curvatura externa de las falanges y garras utilizadas en este trabajo. Los ángulos en el eje Y están en grados y en el eje X se ven las especies actuales de xenartros y los géneros de perezosos fósiles. El eje Y empieza en -20 para una mejor visualización de *Scelidotherium* ya que tiene un valor de curvatura externa igual a 0° .

Por último, las tablas 5 y 6 presentan los valores de ventaja mecánica de los individuos fósiles y actuales en estudio. Al realizar dicho análisis obtenemos otra base de comparación entre las falanges además de las curvaturas.

De la Tabla 5 obtenemos los intervalos de ventaja mecánica de: *Lestodon* (0,175 - 0,092), *Glossotherium* (0,148 - 0,129) y *Scelidotherium* (0,1). Los tres géneros presentan valores bastante parecidos, pero a simple vista no parece que hubiera mucha diferencia entre sus valores de ventaja mecánica. Entonces, se promediaron los valores de cada intervalo llegando a: *Lestodon* (0,133), *Glossotherium* (0,138) y *Scelidotherium* (0,100).

En los organismos actuales, *Dasyus hybridus* y *Tamandua tetradactyla* (Tabla 6) los intervalos de valores de ventaja mecánica son: 0,136 - 0,098 y 0,132 - 0,100, respectivamente. Al igual que en los organismos fósiles, vemos que no hay mayores diferencias entre estos valores de organismos actuales. Entonces realizamos el promedio de los dos intervalos para mayor información, llegando a los resultados: *Dasyus hybridus* (0,112) y *Tamandua tetradactyla* (0,119).

FÓSILES			
MNHN	l₁ (cm)	l₂ (cm)	Ventaja mecánica
<i>Lestodon</i> 1548	2,595	19,027	0,136
<i>Lestodon</i> 1070	2,789	15,978	0,175
<i>Lestodon</i> 1856	2,300	15,956	0,144
<i>Lestodon</i> 24	2,468	17,087	0,144
<i>Lestodon</i> 1729	2,476	17,405	0,142
<i>Lestodon</i> 1122	2,568	18,811	0,136
<i>Lestodon</i> n°7	2,478	16,864	0,147
<i>Lestodon</i> 633	2,682	16,955	0,158
<i>Lestodon</i> 499	1,879	18,189	0,103
<i>Glossotherium</i> n°11	1,721	13,365	0,129
<i>Glossotherium</i> n°12	1,883	12,766	0,148
<i>Scelidotherium</i>	1,400	14,000	0,100
MLP			
<i>Lestodon</i> (n°1)	1,425	15,410	0,092
<i>Lestodon</i> 9369	1,585	13,230	0,120
<i>Lestodon</i> 9508	1,500	15,853	0,095
<i>Lestodon</i> 9509	2,357	17,800	0,132

Tabla 5: Brazos de palanca l₁ y l₂ en centímetros y la ventaja mecánica de los mismos por su división (l₁/l₂). En la primera columna se observan los géneros de la muestra y de las colecciones de donde se obtuvieron: MNHN (Museo Nacional de Historia Natural) y MLP (Museo de La Plata).

Actuales			
MNHN	l₁ (cm)	l₂ (cm)	Ventaja mecánica
<i>Dasypus hybridus</i> 688 izq.	0,138	1,255	0,110
<i>Dasypus hybridus</i> 1386 der.	0,131	1,290	0,101
<i>Dasypus hybridus</i> 1386 izq.	0,138	1,298	0,106
<i>Dasypus hybridus</i> 1388 der.	0,122	1,122	0,108
<i>Dasypus hybridus</i> 1388 izq.	0,119	1,212	0,098
<i>Tamandua tetradactyla</i> 2575 der.	0,439	3,523	0,124
<i>Tamandua tetradactyla</i> 2575 izq.	0,464	3,522	0,132
<i>Tamandua tetradactyla</i> 2959 der.	0,440	3,879	0,113
<i>Tamandua tetradactyla</i> 2959 izq.	0,478	3,925	0,122
<i>Tamandua tetradactyla</i> 7208 der.	0,374	3,101	0,120
<i>Tamandua tetradactyla</i> 7208 izq.	0,342	2,833	0,121
MLP			
<i>Tamandua tetradactyla</i>	0,367	3,674	0,100
ZVCM			
<i>Dasypus hybridus</i> falange ungueal sup. 5530	0,140	1,246	0,112
<i>Dasypus hybridus</i> falange ungueal int. 5530	0,157	1,153	0,136
<i>Dasypus hybridus</i> falange ungueal inf. 5530	0,155	1,230	0,126

Tabla 6: Brazos de palanca l₁ y l₂ en centímetros y la ventaja mecánica de los mismos por su división (l₁/l₂). En la primera columna se observan los géneros de la muestra y de las colecciones de donde se obtuvieron: MLP (Museo de La Plata), MNHN (Museo Nacional de Historia Natural) y ZVCM (Colección de vertebrados de la Facultad de Ciencias). En *Dasypus hybridus* 5530 se diferencian las falanges ungueales entre superior (sup.), intermedia (int.) e inferior (inf.) por la posición en que se ubicaron en la fotografía. Se especifica también el miembro anterior de cada garra, izquierdo (izq.) y derecho (der.).

El gráfico en la figura 7 muestra la distribución de los valores de la ventaja mecánica en *Lestodon*, *Glossotherium*, *Scelidothorium*, *Dasyopus hybridus* y *Tamandua tetradactyla*.

Como se ha visto, no hay muchas diferencias entre los valores de ventaja mecánica y eso se ve reflejado claramente en el gráfico, donde no podemos apreciar límites bien definidos entre los géneros fósiles y las especies actuales. Todos los diagramas de cajas incluyendo sus brazos se solapan. Como se había puntualizado antes, la mayor diferencia se ve entre *Scelidothorium* y los otros dos géneros de perezosos fósiles, aunque *Scelidothorium* (0.1) ahora se encuentre más cercano a *Lestodon* (0.175 - 0.092) y *Glossotherium* (0.148 - 0.129) que en los gráficos anteriores, aunque en rasgos generales (actuales y fósiles) todos los valores son muy similares.

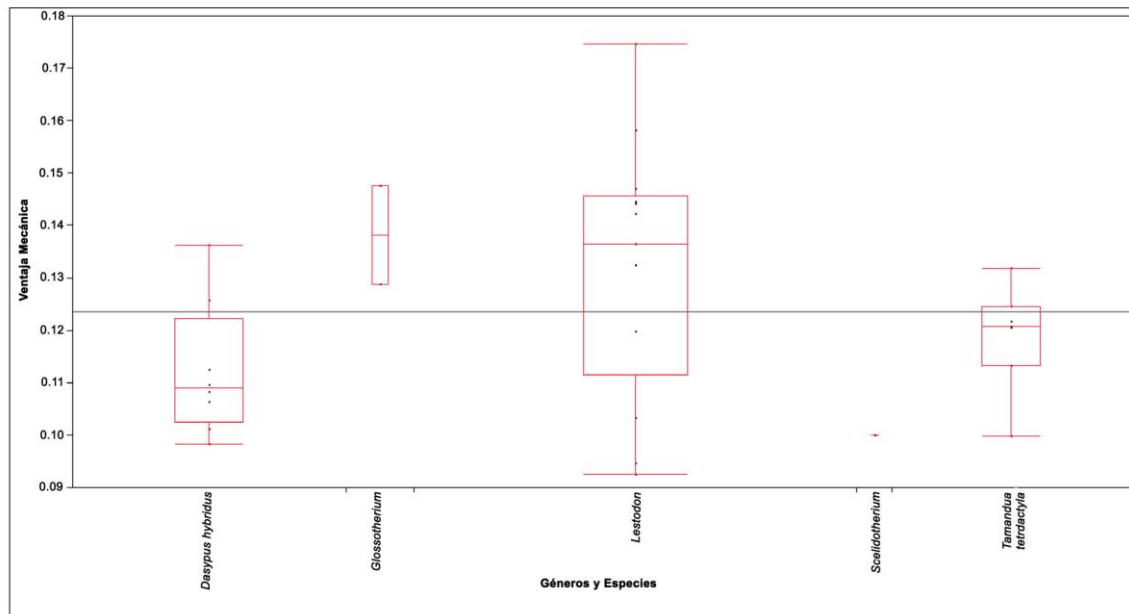


Figura 7: Gráfico de caja de ventaja mecánica de falanges ungueales en los géneros de perezosos fósiles y de algunas especies de xenartros actuales. En el eje X se ubican los géneros y especies, mientras que en el eje Y se sitúan los valores de ventaja mecánica, que oscila entre 0 y 1.

Discusión

En el gráfico de curvatura interna (figura 5) se observa cómo las especies *Cabassous tatouay*, *Chaetophractus vellerosus*, *Chaetophractus villosus*, *Dasyopus hybridus*, *Dasyopus novemcinctus* y *Euphractus sexcinctus* definen un intervalo bien marcado ($89^{\circ}50' - 39^{\circ}15'$), mientras que, por fuera se encuentran *Priodontes maximus* ($93^{\circ}82'$) y *Tamandua tetradactyla* ($127^{\circ}39' - 106^{\circ}28'$). El grupo que se mencionó al comienzo está compuesto por individuos cavadores pero, según análisis realizados por Vizcaíno et al. (1999) y Vizcaíno y Milne (2002), *C. tatouay* ($89^{\circ}50' - 49^{\circ}48'$) se diferencia en que es extremadamente fosorial (categoría 3), al igual que *P. maximus* ($93^{\circ}82'$), y no simplemente fosorial (categoría 2) como los restantes. Además, los organismos de la categoría 3 se diferencian de los de la 2 en que cavar es clave para su estrategia alimenticia y son constructores de madrigueras (Vizcaíno et al. 1999; Vizcaíno y Milne 2002). Por su parte, *T. tetradactyla* está bien separado de los cavadores de las dos categorías ya que posee hábitos arborícolas (Emmons y Feer 1999; Medri et al. 2006; Wetzel 1985).

Por lo tanto, con la curvatura interna podemos llegar a diferenciar entre individuos cavadores en general y arborícolas. El problema reside cuando intentamos separar los organismos cavadores en fosoriales (categoría 2) y extremadamente o muy fosoriales (categoría 3). Este problema lo podemos observar claramente con *C. tatouay*, que no se separa de los otros armadillos fosoriales, pero por otro lado *P. maximus* sí se separa claramente del resto. Esta separación de *P. maximus* de los fosoriales y la no separación de *C. tatouay* puede estar dada por la locomoción diferente de estas dos especies. *C. tatouay* presenta una locomoción cuadrúpeda como el resto de los armadillos (Grzimek 2003; Nixon 2004), mientras que *P. maximus* tiene una locomoción casi bípeda en la que apoya solo la punta de las garras de las patas anteriores y toda la planta de las patas posteriores (Frechkop 1949, 1950; Bargo et al. 2000; Vizcaíno y Milne 2002; Vizcaíno et al. 2003). Por esta razón, entonces, es probable que las garras de *P. maximus* presenten mayor curvatura debido a que este individuo las utiliza esencialmente para cavar y en mucho menor medida para la locomoción. Por lo tanto, el desgaste al que se enfrentan dichas garras es causado casi exclusivamente al excavar, mientras que en *C. tatouay* las garras se ven implicadas en las dos actividades y sufren así doble desgaste.

Otra posible razón por la cual no se puede obtener una diferenciación bien marcada entre los organismos fosoriales (categoría 2) y los muy fosoriales (categoría 3), realizando solo el estudio de la curvatura de las garras, es que existe una alta fosorialidad ancestral en armadillos que se remonta desde principio del Cenozoico (Simpson 1948). Esto causa restricciones filogenéticas que, por ejemplo, pueden enmascarar adaptaciones a la cursorialidad en los armadillos (Vizcaíno y Milne 2002). Entonces, podemos pensar que las restricciones filogenéticas pueden ser capaces de no dejarnos diferenciar entre las categorías 2 y 3 al estudiar solo las garras (carácter ancestral), y deberíamos complementar con estudios del resto de los huesos del miembro anterior.

En la figura 6, gráfico de curvatura externa, se observa una distribución muy parecida a la de la figura 5 pero con una diferenciación entre *P. maximus* ($88^{\circ}25'$) y el resto de los armadillos ($87^{\circ}92' - 46^{\circ}60'$) más leve. Lo mismo ocurre entre *Glossotherium* ($66^{\circ}38' - 62^{\circ}70'$) y *Lestodon* ($65^{\circ}23' - 53^{\circ}38'$). El ordenamiento general es igual en los dos gráficos, pero en el de curvatura externa el límite entre *Glossotherium* y *Lestodon* es menos marcado que en el gráfico de curvatura interna (*Lestodon*, $73^{\circ}88' - 43^{\circ}02'$, y *Glossotherium*, $89^{\circ}25' - 87^{\circ}51'$). Estas diferencias entre los dos gráficos no son tan grandes como para variar nuestras conclusiones, pero pudieron estar dadas por errores en el análisis de la curvatura externa de las garras y falanges. Quizás fue erróneo el posicionamiento del punto A (figura 3) en las falanges ungueales y esto causó la poca diferenciación entre *Glossotherium* ($66^{\circ}38' - 62^{\circ}70'$) y *Lestodon* ($65^{\circ}23' - 53^{\circ}38'$) y entre *Glossotherium* ($66^{\circ}38' - 62^{\circ}70'$) y *P. maximus* ($88^{\circ}25'$). En el

caso de *P. maximus* y el resto de los armadillos (87°92' - 46°60'), quizás el análisis de curvatura externa no es del todo fiable al comparar garras contra falanges.

Se realizó, entonces, el análisis de curvatura interna en dos garras y sus respectivas falanges ungueales del género de perezosos terrestre *Nothrotheriops*. El análisis se efectuó en imágenes digitales de las garras y de los rayos X de las mismas, que permitieron evidenciar las falanges. No fue posible la obtención de garras con sus respectivas falanges en armadillos, ya que se encontraron sueltas en ZVCM y no era seguro que se correspondieran. Los resultados evidenciaron una pequeña diferencia entre la curvatura interna obtenida de las garras y sus falanges, en una la diferencia es de 0,25 y en la otra es de 0,15. Sería posible, entonces, al efectuar más de estos análisis en perezosos fósiles llegar a una diferencia promedio, y de esta manera que la comparación entre garras y falanges sea más precisa.

En el gráfico de ventaja mecánica (figura 7) se puede deducir que los tres géneros de perezosos fósiles pueden realizar actividades que requieran casi la misma resistencia de las falanges ungueales. Esto se ve claramente en el gráfico ya que los tres solapan sus diagramas de cajas, incluyendo también a *Dasyus hybridus*, armadillo fosorial perteneciente a la categoría 2 (Vizcaíno et al. 1999; Vizcaíno y Milne 2002). *Tamandua tetradactyla* también se solapa con los valores de ventaja mecánica del resto, el cual con su hábito arborícola precisa de garras resistentes para soportar su peso al trepar y para desprender la corteza de los árboles y destruir ramas en descomposición para buscar su alimento (Emmons y Feer 1999; Medri et al. 2006; Wetzel 1985).

Entonces podemos aventurar a decir que los tres géneros de perezosos terrestres podrían ser capaces de excavar por los resultados obtenidos en los gráficos de curvatura interna, externa y de ventaja mecánica. En el caso de *Scelidotherium*, a pesar de no presentar una curvatura interna o externa propia de organismos cavadores, sí posee una ventaja mecánica de la falange ungueal dentro del intervalo de individuos cavadores. Descartamos la posibilidad de que estos perezosos sean arborícolas por los resultados de los gráficos de curvatura interna y externa y por ser organismos muy grandes y pesados para realizar dicha actividad, aunque en el último gráfico se encuentren en el mismo intervalo que *T. tetradactyla*.

Además de los resultados obtenidos en este trabajo de grado, que apuntan a la posibilidad de que estos tres géneros de milodóntidos podrían cavar, existen trabajos publicados que refuerzan esta hipótesis. *Lestodon*, *Glossotherium* y *Scelidotherium* presentan un olécranon muy desarrollado, lo que sugiere que el antebrazo está mejor preparado para realizar fuerza que velocidad, propio de mamíferos cavadores como muchos armadillos (Bargo et al. 2000). Se ha propuesto que estos perezosos eran capaces de levantarse en sus patas traseras y apoyarse en su cola, dejando libres sus patas delanteras para realizar otras actividades (Owen 1842, 1851), como por ejemplo para alimentarse de ramas altas (Winge 1941; Coombs 1983; Cuenca Anaya 1995). Congruentemente, una postura bípeda, aunque no totalmente erecta, es requerida al excavar un túnel que se extienda de forma horizontal, ya que los miembros anteriores deben encontrarse libres del peso del animal para poder actuar sobre el sustrato (Vizcaíno 1990; Bargo et al. 2000).

A su vez, se han encontrado paleocuevas en Mar del Plata, pertenecientes a la formación Miramar (Pleistoceno), que por tamaño y marcas de garras en las paredes y techo se las atribuye a *Glossotherium* y *Scelidotherium* (Quintana 1992, Zárata et al. 1998; Dondas et al. 2009). La postura para excavar mencionada en el párrafo anterior, sería la utilizada por estos dos géneros al momento de realizar dichas paleocuevas. Un buen análogo a dicha postura es *P. maximus*, que apoya solo la punta de las garras de las patas anteriores y toda la planta de las patas posteriores (Frechkop 1949, 1950; Bargo et al. 2000; Vizcaíno y Milne 2002; Vizcaíno

et al. 2003). Potencialmente puede adoptar una postura bípeda para defensa, observación y alimentación (Wetzel 1982).

Los trabajos sobre las paleocuevas mencionadas anteriormente, y otros, presentan pruebas de que *Scelidotherium* habría estado adaptado para cavar. Por ejemplo, Aramayo (1988) y Cuenca Anaya (1995) indican que el antebrazo y mano de los perezosos de este género podrían realizar amplios movimientos de flexión, extensión, pronación y supinación, a lo cual Aramayo (1988) adjudica a hábitos cavadores (Vizcaíno et al. 2001). A pesar de que este perezoso no presenta una curvatura interna y externa dentro del intervalo de los armadillos de la categoría 2 (cavadores), sí presenta una ventaja mecánica tal que podría soportar actividades intensas, por lo tanto sería capaz de cavar.

Entonces, la diferencia entre las curvaturas de *Scelidotherium* con *Lestodon* y *Glossotherium* y los armadillos de la categoría 2 podría estar dada por una pequeña diferencia en los estilos de excavación. El posible estilo de excavación de los tres géneros de perezosos sería muy parecido, sino igual, al de *P. maximus*. Por su parte, *Lestodon* y *Glossotherium* se podrían diferenciar de *Scelidotherium* en la forma de remoción de sedimento al momento de excavar, lo cual explicaría la diferencia en las curvaturas internas y externas de las falanges ungueales. La remoción de sedimento de *Scelidotherium* probablemente fuera con más movimientos de pronación y supinación de la mano y antebrazo que en *Lestodon* y *Glossotherium*, debido a un radio más robusto (Bargo et al. 2000). En el caso de los últimos dos géneros de perezosos, el movimiento al excavar de la mano y el antebrazo, debido a la curvatura de las falanges, sería más parecido al de los armadillos.

Por lo tanto, debido a los resultados de este trabajo y los obtenidos en otros, podemos sugerir que *Glossotherium* y *Scelidotherium* fueron capaces de excavar. Esto no es tan claro en *Lestodon*, ya que los resultados de este trabajo y Bargo et al. (2000) son contrapuestos en cierta medida. En Bargo et al. (2000), aunque mencionan que presenta un olécranon muy desarrollado, al igual que los otros dos géneros, y un IFA (índice de habilidad fosorial) muy similar a *Glossotherium* y *Scelidotherium*, los autores concluyen que *Lestodon* no podría haber realizado actividades tan intensas como excavar. Los autores llegan a esta conclusión en base a sus estudios del ICA (índice de capacidad atlética) en los humeros y fémures, en los cuales *Lestodon* tiene valores menores a los otros dos géneros. Pero, igualmente, la razón de esos dos valores es muy parecida en los tres géneros. Entonces podríamos aventurarnos a afirmar que *Lestodon* era capaz de cavar, pero, quizás, nuestros valores de curvatura interna y externa, y de ventaja mecánica de este género pueden ser un rasgo ancestral, que se mantiene, y nos genera ruido en nuestro análisis. Igualmente no se puede descartar por completo que *Lestodon* no fuera capaz de excavar, ya que más estudios son necesarios en esta área y los realizados hasta ahora no son del todo concluyentes.

Conclusiones

Se logró hacer una diferenciación entre los 3 géneros de perezoso, a través de los análisis de curvatura, bastante aceptable.

En base a los resultados obtenidos en este trabajo de grado, y comparando resultados con otros trabajos, se concluye que *Glossotherium* y *Scelidotherium* eran capaces de excavar. Con relación a *Lestodon*, debido a resultados con algún grado de contraposición, entre éste y otros trabajos, solo se puede decir que es probable que fuera capaz de excavar.

Para próximos trabajos se deben conseguir más cantidad de muestras de *P. maximus*, osos hormigueros, *Scelidotherium* y *Glossotherium*. También se deben agregar muestras de perezosos actuales (*Bradypus* y *Choloepus*) y de otros grupos de mamíferos cursoriales y cavadores, para comparar con los valores obtenidos de xenartros y poder realizar una delimitación de actividades con mayor sustento. Como también para obtener una diferenciación entre los 3 géneros de perezoso más precisa.

Es necesario ajustar mejor el análisis de curvatura externa, corrigiendo la ubicación del punto A en las falanges ungueales para comparar entre ellas y con las garras de mejor manera. Una vez realizado se podrá analizar la curvatura interna y externa en más garras de perezosos fósiles y sus falanges ungueales respectivas, para llegar así, a un valor de diferencia promedio entre las mismas.

Este trabajo ha sido una primera aproximación al estudio de las falanges ungueales y garras de xenartros en términos biomecánicos. Aunque se han realizado análisis de falanges ungueales en otros grupos de mamíferos, el mismo deja abierta una línea de trabajo interesante y sin precedentes en xenartros.

Bibliografía

- Alexander, R. McN. (1985). Body size and limb design in Primates and other mammals. In: Size and scaling in Primate biology. Ed. by W.L. Jungers. New York: Plenum Press. Pp. 337-343.
- Aramayo S. (1988). Nuevos restos de Proscelidodon sp. (Edentata, Mylodontidae) del yacimiento de Monte Hermoso (Plioceno Inferior a Medio) Provincia de Buenos Aires, Argentina. Estudio morfológico funcional' - Actas Segundas Jornadas Geológicas Bonaerenses, 99-107.
- Bargo M.S. (2001). El aparato masticatorio de los perezosos terrestres (Xenarthra, Tardigrada) del Pleistoceno de Argentina. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de la Plata. Argentina.
- Bargo M.S. y Vizcaíno S.F. (2008). Paleobiology of Pleistocene ground sloths (Xenarthra, Tardigrada): biomechanics, morphogeometry and ecomorphology applied to the masticatory apparatus. *Ameghiniana* 45(1): 175-196.
- Bargo M.S., Vizcaíno S.F., Archuby F.M. y Blanco R.E. (2000). Limb Bone Proportions, Strength and Digging in some Lujanian (Late Pleistocene-Early Holocene) Mylodontid Ground Sloths (Mammalia, Xenarthra). *Journal of Vertebrate Paleontology* 20(3): 601-610.
- Birn-Jeffery A.V., Miller C.E., Naish D., Rayfield E.J., Hone D.W.E. (2012). Pedal Claw Curvature in Birds, Lizards and Mesozoic Dinosaurs – Complicated Categories and Compensating for Mass-Specific and Phylogenetic Control. *PLoS ONE* 7(12): e50555. doi:10.1371/journal.pone.0050555.
- Blanco R.E., Rinderknecht A. (2008). Estimation of hearing capabilities of Pleistocene ground sloths (Mammalia, Xenarthra) from middle-ear anatomy. *Journal of Vertebrate Paleontology* 28(1):274-276.
- Christiansen P., Fariña R.A. (2003). Mass estimation of two fossil ground sloths (Mammalia, Xenarthra, Mylodontidae). *Senckenbergianabiologica*, 83 (1): 95-101.
- Coombs, M. C. (1983). Large mammalian clawed herbivores: A comparative study. *Transactions of the American Philosophical Society* 73(7):1-96.
- Cuenca Anaya, J. (1995). El aparato locomotor de los escelidoterios (Edentata, Mammalia) y su paleobiología. *Adjuntament de València, Colección "Estudis"* 6, 452 pp.
- Cuvier, G. (1796). Notice sur le squelette d'une très-grande espèce de quadrupède inconnue jusqu'à présent, trouvé au Paraguay, et déposé au cabinet d'histoire naturelle de Madrid. *Magasin Encyclopédique: ou Journal des Sciences, des Lettres et des Arts* 1: 303–10.
- Dececchi T.A., Larsson H.C.E. (2011). Assessing Arboreal Adaptations of Bird Antecedents: Testing the Ecological Setting of the Origin of the Avian Flight Stroke. *PLoS ONE* 6: e22292.

- Dondas A., Isla F.I. y Carballido J.L. (2009). Paleocaves exhumed from the Miramar Formation (Ensenadan Stage-age, Pleistocene), Mar del Plata, Argentina. *Quaternary International* 210: 44–50.
- Dubost G. (1968). Les mammifères souterrains: *Revue d'Écologie et de Biologie du Sol*, v.5, pp.135-197.
- Emmons, L. H. y F. Feer. (1999). Mamíferos de los Bosques Húmedos de América Tropical. Una guía de campo. [Based on revised English second edition]. Ed. *FAN*, Santa Cruz, Bolivia, 175-177.
- Fariña, R. A. (1996). Trophic relationships among Lujanian mammals. *Evolutionary Theory*, 11(2): 125-134.
- Fariña R.A., Blanco R.E. (1996). *Megatherium*, the stabber. *Proc. R. Soc. Lond. B* 263: 1725-1729.
- Fariña R.A., Vizcaíno S.F., Bargo M.S. (1998). Body mass estimations in Lujanian (Late Pleistocene - Early Holocene of South America) Mammal Megafauna. *Mastozoología Neotropical*; 5(2): 87-108.
- Fariña R.A., Vizcaíno S.F., De Iuliis G., Megafauna: Giant beasts of Pleistocene South America. Indiana, Bloomington, 2013, primera edición, pp. 182-183.
- Feduccia A. (1993). Evidence from Claw Geometry Indicating Arboreal Habits of *Archaeopteryx*. *Science* 259: 790–793.
- Frechkop, S. (1949). Notes sur les Mammifères XXXVI. Explication biologique, fournie par les tatous, d'un des caractères distinctifs analogues chez les pangolins. *Bull. Inst. R. Sci. Nat. Belg.* 25: 1±12.
- Frechkop, S. (1950). La locomotion et la structure des tatous et des pangolins. *An. Soc. R. Zool. Belg.* 80: 5±8.
- Gambarayan P.P. (1974). *How Mammals Run*. New York, John Wiley & Sons, p.367.
- Gaudin T.J. (1995). The ear region of edentates and the phylogeny of the Tardigrada (Mammalia, Xenarthra). *Journal of Vertebrate Paleontology* 15: 672-705.
- Grzimek, B. (2003). *Grzimek's Animal Life Encyclopedia Mammals*. Germany: Thomson Gale.
- Hildebrand M. (1974). *Analysis of Vertebrate Structure*. New York, John Wiley & Sons, p.701
- Hutton J. (1788). X. Theory of the Earth; or an Investigation of the Laws observable in the Composition, Dissolution, and Restoration of Land upon the Globe. *Transactions of the Royal Society of Edinburgh*, 1, pp 209-304. Doi: 10.1017/S0080456800029227.
- Lessertisseur J. y Saban R. (1976). Squelette appendiculaire, in Grassé P., editor, *Traité de Zoologie*, v.16: Paris, Masson, pp.708-1078.
- Lyell C. (1830). *Principles of geology, being an attempt to explain the former changes of the Earth's surface, by reference to causes now in operation*. London: John Murray. Volume 1.

- Macleod N., Rose K.D. (1993). Inferring Locomotor Behavior in Paleogene Mammals Via Eigenshape Analysis. *American Journal Of Science* 293-A: 300-355.
- Marshall L.G., Cifelli, R.L. (1990). Analysis of changing diversity patterns in Cenozoic land mammal age fauna, South America. *Paleovertebrata* 19, 169-210.
- McDonald H.G., De Iullis G. (2008) Fossils History of Sloths. Vizcaíno S.F. y Loughry W.J., **The Biology of Xenarthra**. Estados Unidos, Florida, University press of Florida, pp. 39-55.
- McKenna, M.C., Bell, S.K. (1997). *Classification of Mammals above the Species Level*, 631 pp. Columbia University Press.
- Medri I. M., Miranda Mourao G., Guimarães Rodríguez F. H. (2006). 71-99. Orden Xenarthra. En: Mamíferos do Brasil. Eds. Reis N. R., Peracchi A. L., Pedro W. A., Passos de Lima I. *Editorial Londrina*. Pp.437.
- Nevo E. (1979). Adaptive convergence and divergence of subterranean mammals: *Annual Review of Ecology and Systematics*, v.10, pp.269-308.
- Nixon, J. (2004). "Cabassous tatouay" (On-line). *Armadillos Online*. Se accedió el 20 de Noviembre de 2013 a http://animaldiversity.ummz.umich.edu/accounts/Cabassous_tatouay/.
- Nowak, R., *Walker's Mammals of the World*, 1999, sixth edition. Baltimore and London: The Johns Hopkins University Press.
- Ostrom J.H. (1985). The meaning of *Archaeopteryx*, in Hecht M.K., Ostrom J.H., Viohl G. y Wellnhofer P., editors, *Proceedings of the International Archaeopteryx Conference: Eichstatt*, p.161-176.
- Owen, R. (1842). Description of the skeleton of an extinct gigantic sloth, *Myodon robustus*, Owen, with observations on the osteology, natural affinities, and probable habits of the megatherioid quadruped in general. R. & J. E. Taylor, London, pp. 176.
- Owen, R. (1851). On the Megatherium (*Megatherium americanum*, BLUMENBACH). I. Preliminary observations on the exogenous processes of vertebrae. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London* 141(2):719-764.
- Patterson L.G., Pascual R. (1972). The fossil mammal fauna of South America. In *Evolution, mammals and southern continents* (ed. A. Keast, F.C. Erk, B. Glass), pp. 247-309. Albany: State University of New York Press.
- Pike A.V.L., Maitland D.P. (2004). Scaling of bird claws. *Journal of Zoology* 262: 73–81.
- Pujos F., De Iullis G., Argot C., Werdelin L. (2007). A peculiar climbing Megalonychidae from the Pleistocene of Peru and its implication for sloth history. *Zoological Journal of the Linnean Society*, 149: 179–235.
- Pujos F., Gaudin T.J., De Iullis G., Cartelle C. (2012). Recent Advances on Variability, Morpho-Functional Adaptations, Dental Terminology, and Evolution of Sloths. *Journal of Mammalian Evolution*, 19: 159–169.
- Quintana, C. A. (1992). Estructura interna de una paleocueva, posiblemente de un Dasypodidae (Mammalia, Edentata), del Pleistoceno de Mar del Plata (Provincia de Buenos Aires, Argentina). *Ameghiniana* 29:87-91.

- Serway R.A., Jewett Jr., J.W., **Física para ciencias e ingeniería Volumen 1**, Méjico, 2009, séptima edición, pp. 282-284.
- Simpson, G. G. (1948). The beginnings of the age of Mammals in South America. I. Introduction, Marsupialia, Edentata, Condylarthra, Litopterna and Notioprogonia. Bull. Am. Mus. Nat. Hist. 91(11): 1±232.
- Tukey J.W. (1977). Box and Whiskers Plots. Exploratory Data Analysis. Reading, MA: Addison Wesley, pp. 39-43.
- Uicker Jr, J. J., Pennock, G. R., Shigley, J. E. (2003). Theory of machines and mechanisms. Oxford University Press, New York, third edition.
- Van Valkenburgh B. (1985). Locomotor Diversity Within Past and Present Guilds of Large Predatory Mammals. Paleobiology, Vol. 11, No. 4: 406-428.
- Vizcaíno, S. F. (1990). Sistemática y Evolución de los Dasypodinae Bonaparte, 1838 (Mammalia, Dasypodidae). PhD dissertation, Universidad Nacional de La Plata.
- Vizcaíno, S.F. y Bargo, M.S. (1998). The masticatory apparatus of the armadillo *Eutatus* (Mammalia, Cingulata) and some allied genera. Paleobiology and evolution. Paleobiology 24: 371-383.
- Vizcaíno S.F. y Fariña R.A. (1997). Diet and locomotion of the armadillo *Peltephilus*: a new view. Lethaia, Vol. 30, pp. 79-86. Oslo. ISSN 0024-1164.
- Vizcaíno S.F., Fariña R.A. y Mazzetta G.V. (1999). Ulnar dimensions and fossoriality in armadillos. Theriologica 44: 309-320.
- Vizcaíno, S.F. y Milne N. (2002). Structure and function in armadillo limbs (Mammalia: Xenarthra: Dasypodidae). Journal of Zoology 257: 117-127.
- Vizcaíno S.F., Milne N. y Bargo M.S. (2003). Limb reconstruction of *Eutatus seguini* (Mammalia: Xenarthra: Dasypodidae). Paleobiological implications. AMEGHINIANA (Rev. Asoc. Paleontol. Argent.) - 40 (1): 89-101.
- Vizcaíno, S.F., Zárate, M., Bargo, M.S., & Dondas, A. (2001). Pleistocene burrows in the Mar del Plata area (Argentina) and their probable builders. Acta Palaeontologica Polonica 46, 2, 289-301.
- Wetzel, R. M. (1982). Systematics, distribution, ecology and conservation of South American Edentates. Special Publication in Ecology, Py-matuning Laboratory of Ecology 6: 345-375.
- Wetzel, R. M. (1985). Taxonomy and distribution of armadillos, Dasypodidae. Pp. 23-46, *en*: The evolution and ecology of armadillos, sloths and vermilinguas (G. G. ontgomery, ed.). *Smithsonian Institution*, Washington.
- Winge, H. (1941). Edentates (Edentata); pp. 319-341 in S. Jensen, R. Sparck, and H. Volsoe (eds.), The Interrelationships of the Mammalia Genera. Reitzels Forlag, Copenhagen.
- Yalden D.W. (1985). Forelimb function in *Archaeopteryx*. In: Hecht MK, Ostrom JH, Viohl G, Wellnhofer P, editors. The Beginnings of Birds. Eichstätt Freunde des Jura-Museums Eichstätt. 91–97.

- Zarate, M. A., Bargo M. S., Vizcaino S. E., Dondas A., y Scaglia O. (1998). Estructuras biogénicas en el Cenozoico tardío de Mar del Plata (Argentina) atribuibles a grandes mamíferos. *Revista de la Sociedad Argentina de Sedimentología* 5(2):95-103.