

UNIVERSIDAD PERUANA CAYETANO HEREDIA

Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia



“Descripción radiológica de la anatomía ósea de *Ateles belzebuth* en el centro de rescate Isla de los Monos, Iquitos - Perú”

Tesis para optar el título Profesional de:
MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

César Ricardo Ayala Paucar
Bachiller en Medicina Veterinaria y Zootecnia

LIMA - PERÚ
2021

Dedicado a mi familia que me apoyo en todo
momento y a mis mascotas que me hacen
seguir adelante.

AGRADECIMIENTOS

A mi asesor, el Mg. Esp. Ricardo Grandez Rodríguez, por su paciencia, tiempo dedicado y brindar sus conocimientos en el desarrollo de la tesis.

Al centro de rescate Isla de los Monos, quienes brindaron incondicionalmente el registro de tomas radiográficas del primate estudiado para la elaboración del proyecto.

Al Mg. Esp. Ricardo Rojas Muñoz y el Mg. Esp. Roberto Elías Piperis por su apoyo en la obtención de las tomas radiográficas.

Un agradecimiento especial al MV. Esp. Giovanni Portalino Segundo, por su apoyo incondicional en el desarrollo de este proyecto.

ABSTRACT

The objective of this study was to describe radiologically the bone anatomy of the spider monkey (*Ateles belzebuth*) from a record of radiographic images belonging to the Monkey Island Rescue Center, taken in the months of January and February 2019. From the radiographic record, the bones that make up the axial and appendicular skeleton of four specimens of *Ateles belzebuth* were measured through an application for medical image processing, called MicroDicom Dicom viewer and these results were summarized in tables with the means and standard deviation of measurements. The findings show that the arms are not longer than the legs; this result is supported by the intermembral index of this study. It was observed that the number of vertebrae could vary within this species. Regarding the hands, the first finger only shows the presence of the metacarpus with variations in its size. In conclusion, although the characteristics of the bones studied are similar to the literature on the spider monkey and platyrrhini primates; there are differences that require evaluation once skeletal maturation is complete in these juvenile primates.

Keywords: *spider monkey, bone anatomy, bones, length*

RESUMEN

El objetivo de este estudio fue describir radiológicamente la anatomía ósea del mono araña (*Ateles belzebuth*) a partir de un registro de imágenes radiográficas pertenecientes al Centro de Rescate Isla de los Monos, tomadas en los meses de enero y febrero del 2019. Del registro radiográfico, se midieron los huesos que componen el esqueleto axial y apendicular de cuatro ejemplares de *Ateles belzebuth* a través de una aplicación para el procesamiento de imágenes médicas, llamada MicroDicom Dicom viewer y dichos resultados fueron resumidos en cuadros con las medias y desviación estándar de las mediciones. Los hallazgos demuestran que los brazos no tienen una mayor longitud que las piernas; dicho resultado es respaldado por el índice intermembral de este estudio. Se pudo observar que el número de vértebras puede variar dentro de esta especie. Con respecto a las manos, el primer dedo solo muestra la presencia del metacarpo con variaciones en su tamaño. En conclusión, si bien las características de los huesos estudiados guardan similitud con la literatura del mono araña y primates platirrinos; existen diferencias que requieren evaluaciones una vez que la maduración esquelética se complete en estos primates juveniles.

Palabras clave: *mono araña, anatomía ósea, huesos, longitud*

INTRODUCCIÓN

Los primates se dividen en dos subórdenes: estrepsirrinos y haplorrinos. Los estrepsirrinos presentan una superficie desprovista de pelo y húmeda, rodeando las narinas. Este grupo está compuesto por lémures, loris y gálagos. Los haplorrinos presentan pelos entre los orificios nasales y el labio superior no tiene hendidura media. Este grupo está conformado por los tarsios y antropoides. En cuanto a los antropoides o primates superiores, estos se dividen en dos grupos: platirrinos, o monos del nuevo mundo (América del Sur y Central) y catarrinos, o monos del viejo mundo (África y Asia) (Fleagle, 2013a; Casinos, 2014). Los platirrinos habitan ampliamente desde el sur de México hasta el extremo sur de Brasil y el norte de Argentina y Paraguay (Aquino y Encarnación, 1994).

Existen más de 20 géneros de platirrinos pertenecientes a cinco familias: Atelidae, Cebidae, Pitheciidae, Aotidae y Callitrichidae (Rylands & Mittermeier, 2009; Conceição et al., 2014; Roos & Zinner, 2017; Fleagle & Seiffert, 2017). El género *Ateles* pertenece a la familia Atelidae, subfamilia Atelinae y se divide en siete especies (ITIS, 2019). Los monos araña habitan los bosques húmedos tropicales de las tierras bajas de América del Sur y Central y se extienden tan al norte como México (Ankel-Simons, 2007). *Ateles belzebuth* a nivel nacional se localiza en los departamentos de Loreto, Amazonas y San Martín, entre los 89 y 1987 msnm, en las ecorregiones de Selva Baja y Yungas (MINAM, 2011).

El pelaje del género *Ateles* varía en color de beige a negro sólido (Fleagle, 2013a). Sin embargo, el pelaje es variable en color dentro de la especie y entre especies. Los ojos están bien separados y cada ojo está rodeado por un anillo blanco, la nariz y la boca suelen estar desnudas y la cara es negra. La parte inferior del cuerpo es de color claro, el pelaje en general es desaliñado y carece de una capa interna (Ankel-Simons, 2007). Las especies del género *Ateles* tienen una cola larga y prensil con una gran almohadilla en la parte ventro distal de la cola (Ankel-Simons, 2007; Fleagle, 2013a).

Las especies del género *Ateles* pueden llegar a pesar aproximadamente 10.00 kg (Fleagle, 2013a). Presentan una longitud corporal que varía entre 35.00 y 65.00 cm y las colas entre 60.00 y 90.00 cm de longitud (Ankel-Simons, 2007). Son monos grandes con extremidades largas y con una cola larga y prensil; que se combinan con un tronco relativamente corto y de vientre redondeado. El dimorfismo sexual no es marcado en este género, debido a su similitud en tamaño y color en todas las especies. Además, las hembras tienen un clítoris largo y colgante, muy similar al pene de los machos (Ankel-Simons, 2007; Fleagle, 2013a).

El mono araña generalmente paren una sola cría y el periodo de gestación es de 226 a 232 días. La primera gestación de las hembras ocurre entre los 6.50 años y 7.50 años, con un intervalo entre nacimientos de 34.50 ± 5.80 meses (Campbell y Gibson, 2008; MINAM, 2011). Los monos araña no son considerados reproductores estacionales. Sin embargo, existe información sobre picos de nacimiento en distintos puntos geográficos durante ciertos meses del año en donde podrían correlacionarse la disponibilidad de fruta con los nacimientos. (Campbell y Gibson, 2008).

La dieta de esta especie está compuesta por frutos, hojas, flores, brotes, pequeños vertebrados e insectos (Aquino y Encarnación, 1994; Ankel-Simons, 2007; MINAM, 2011). Un estudio en la Amazonía ecuatoriana determinó la composición de una dieta de *Ateles belzebuth belzebuth*, esta dieta estuvo compuesta por: 87.00% de fruta madura, 9.00% de hojas, 0.70% de presas y un 1.00% de flores, néctar y polen (Drew, 2005).

El comportamiento locomotor en los monos araña es muy diverso. Durante el viaje, el comportamiento locomotor utilizado es la suspensión y el cuadrupedismo arbóreo; incluyendo la escalada y el salto. Utilizan el comportamiento suspensorio cuando se alimentan y pueden colgarse en combinación de las cinco extremidades (Fleagle, 2013a).

Los monos araña viven en grupos que pueden estar compuestos por doce o más individuos de ambos sexos y de todas las edades (Fleagle, 2013a). El tamaño del grupo parece estar influenciado por

la disponibilidad de alimento (Ankel-Simons, 2007). Los machos generalmente permanecen en su grupo natal, mientras que las hembras se dispersan. Durante el día, el grupo suele dividirse en grupos de alimentación que pueden estar compuesto de dos a cinco ejemplares (MINAM, 2011).

Entre las principales amenazas que afronta *Ateles belzebuth* en el Perú, se encuentra la pérdida de hábitat por actividades humanas: expansión agrícola; deforestación por la industria maderera y minería artesanal; exploración y explotación petrolera, siendo estos dos últimos los que favorecen el acceso a áreas previamente inaccesibles o remotas. Otra amenaza es la caza indiscriminada, ya sea para consumo (carne de monte) o tenencia como mascota (MINAM, 2011).

Según el listado de especies de fauna silvestre CITES-Perú, la especie *Ateles belzebuth* se encuentra en el apéndice dos (MINAM, 2018). La lista roja de la IUCN lo cataloga como “en peligro” con un descenso en la población, al igual que el estado peruano en su categoría nacional -D. S. N. ° 004-2014-MINAGRI- que lo considera como “en peligro” (Boubli et al., 2008; Wallace et al., 2008; MINAM, 2018).

Se ha diagnosticado una gran variedad de alteraciones óseas en primates platirrinos como en catarrinos; como es el caso de la enfermedad metabólica ósea en platirrinos mantenidos en cautividad o casos de osteoartritis en catarrinos en libertad (Rothschild y Woods, 1993; Hatt y Sainsbury, 1998). La enfermedad metabólica ósea en primates puede tener diversas etiologías dependiendo de la especie y la edad. Las afecciones a ser consideradas son raquitismo, osteomalacia, hiperparatiroidismo primario o secundario, entre otros. Las causas nutricionales incluyen niveles inadecuados de calcio, vitamina D o exceso de fósforo. Los platirrinos tienen un requerimiento de Vit. D3 y pueden desarrollar fácilmente raquitismo u osteomalacia si no se cumplen sus necesidades nutricionales (Magden et al., 2015).

Las enfermedades musculoesqueléticas en primates no humanos están sujetas a condiciones similares a la de los humanos, que rara vez se documentan en animales silvestres. En un estudio en Cayo Santiago, se examinó el material esquelético de 126 ejemplares de *Macacos rhesus* de un mismo

grupo social con diferencia de edad, para detectar la incidencia de fracturas curadas de huesos largos. La incidencia de fracturas aumentó con la edad y la prevalencia fue similar para ambos sexos. Sin embargo, existen pocos estudios sobre la curación de fracturas en primates no humanos vivos (Pritzker y Kessler, 2012).

No se encontró información sobre el estado de salud de primates platirrininos decomisados por tráfico o tenencia ilegal en el Perú. Sin embargo, en el Consultorio de Animales Silvestres y Exóticos (CASE), Facultad de Medicina Veterinaria, Universidad Nacional Mayor de San Marcos; se analizaron 276 historias clínicas de primates atendidos en el CASE durante el periodo 2005 al 2014. La frecuencia de los diagnósticos clínicos fue: desnutrición 6.90%, enfermedad metabólica ósea 6.40%, fractura 4.10%, traumatismo 3.80% y luxación 0.80%, entre otros (Nolasco, 2017).

La radiografía es un método de diagnóstico por imagen no invasivo que está indicado en el diagnóstico, evaluación y seguimiento progresivo de la curación de alteraciones que afectan al sistema musculoesquelético. Se usa comúnmente como primera modalidad de diagnóstico por imagen para el sistema musculoesquelético. El conocimiento de la anatomía radiográfica es importante para la interpretación y diagnóstico de diversas afecciones que involucran al sistema musculoesquelético (Makungu et al., 2014).

La imagen radiográfica es posible debido a una cierta cantidad de rayos X que es absorbida por el paciente y se registra en una película o placa digital (receptor). Las áreas negras, blancas o grises de las imágenes radiográficas están directamente relacionados con el número de rayos X que penetra al paciente y llegan al receptor. Los huesos absorben una mayor cantidad de rayos X que los tejidos blandos, por lo que el área de su receptor que se ubica debajo de los huesos, recibirá una menor cantidad de rayos X que las áreas adyacentes a los huesos (Thrall, 2018).

La radiología es muy útil en el área de animales silvestres, como en la identificación de alteraciones óseas, estudios morfométricos de la anatomía de primates y amplía las posibilidades de

éxito en el diagnóstico clínico (Ji et al., 2013; Martins et al., 2013). Sin embargo, la falta de conocimiento de la anatomía radiográfica de animales silvestres sigue siendo una dificultad en la interpretación de los exámenes de esos animales. Además, existe una escasez de investigaciones publicadas en el campo radiográfico de primates (Schillaci et al., 2008).

Existen publicaciones sobre la utilidad de la radiografía como herramienta diagnóstica en medicina veterinaria, como en aves: *Milvago chimango* (Audisio et al., 2010); en reptiles: *Geochelone carbonaria* (da Silbeira et al., 2009), *Boa constrictor* (Barros et al., 2013) y *Podocnemis expansa* (Lescano et al., 2015); y en primates: *Cebus libidinosus* (Fonteles et al., 2010), *Cebus apella* (Araujo et al., 2014), *Callithrix jacchus* (Hatt y Sainsbury, 1988). Además, la única publicación sobre la anatomía ósea radiográfica de un platirrino encontrada en la bibliografía, pertenece a *Callimico goeldii* (Grandez et al., 2018).

Existe una gran variedad de variaciones morfológicas dentro del orden de los primates; y esto se debe a la gran antigüedad de los orígenes de los primates y numerosas radiaciones adaptativas posteriores (Godfrey, 2005). El orden de los primates se distingue morfológicamente de otros mamíferos por las características generalizadas que conservan sus especies y el esqueleto de los primates se ha relacionado con adaptaciones arbóreas (Turnquist y Minugh-Purvis, 2012; Diogo et al., 2015).

El cráneo de los primates está compuesto por muchos huesos que forman una caja ósea que aloja al cerebro y órganos sensoriales (Fleagle, 2013b). Los antropoides tienen las dos mitades de la mandíbula fusionadas entre sí; mientras que los estrepsirrinos y tarsios los tienen unidos en la parte frontal mediante una sínfisis móvil (Fleagle, 2013; Diogo et al., 2015). El cráneo del género *Ateles* presenta una base de cerebro globular, una cara estrecha con un hocico bastante prominente pero estrecho y grandes órbitas redondeadas (Rosenberger et al., 2008).

Las órbitas de los primates son frontales y están relativamente próximas entre sí; además, su tamaño varía entre las especies, pero coincide con los hábitos de comportamiento de cada especie (Godfrey, 2005; Turnquist y Minugh-Purvis, 2012). En los primates superiores, el hueso frontal, cigomático y esfenoide expanden la barra postorbital para formar una copa ósea que rodea el ojo y lo separa de la fosa temporal; esta condición es conocida como cierre postorbital (Godfrey, 2005; Fleagle, 2013b).

La dentición de los primates es bilateralmente simétrica y se describe desde la parte anterior hasta la posterior, estos son: incisivos, caninos, premolares y molares (Turnquist y Minugh-Purvis, 2012; Fleagle, 2013b). La fórmula dentaria de los platirrinos se describe cómo: 2.1.3.3./2.1.3.3, siendo un total de 36 dientes (Turnquist y Minugh-Purvis, 2012). La arcada dental superior del mono araña es parabólica y la arcada dental inferior tiene más forma de U (Rosenberger et al., 2008).

En primates la cintura escapular está compuesta por la clavícula a nivel anterior y la escápula a nivel posterior. La clavícula es un hueso bien desarrollado que permite una conexión ósea entre el miembro anterior y el tronco (Turnquist y Minugh-Purvis, 2012; Fleagle, 2013b). En el género *Ateles* la clavícula tiene una forma larga y sigmoidea; y se extiende entre el manubrio del esternón (tórax) y la escápula (nivel dorsal) (Rosenberger et al., 2008).

El húmero es el hueso más modificado de la extremidad anterior en primates. La dirección de la cabeza y la torsión del cuerpo refleja el comportamiento locomotor de la especie (Turnquist y Minugh-Purvis, 2012; Casinos, 2014). El cúbito y radio son huesos no fusionados y completamente desarrollados, cuyas articulaciones proximales y distales permiten una rotación del antebrazo (Godfrey, 2005; Turnquist y Minugh-Purvis, 2012). El cuerpo del húmero en el género *Ateles* es largo, recto, delgado y presenta una gran cabeza globular (Rosenberger et al., 2008).

Los carpos están formados por ocho o nueve huesos que están posicionados aproximadamente en dos filas. Los metacarpos están conformados por cinco huesos y se articula distalmente con las

falanges (Turnquist y Minugh-Purvis, 2012; Fleagle, 2013b). Una característica de la mano del género *Ateles* es la falta o gran reducción del pulgar. El primer metacarpo está presente; Sin embargo, la presencia y tamaño de la falange proximal varía cuando se presenta (Godfrey, 2005; Rosenberger et al., 2008).

Los huesos de la extremidad posterior incluyen una cintura pélvica formada por dos huesos coxales que se articulan con el sacro. Cada hueso coxal se forma mediante la unión de tres huesos: ilion, isquion y pubis (Turnquist y Minugh-Purvis, 2012; Fleagle, 2013b). La cintura pélvica se encuentra muy unida a la columna vertebral a través de una articulación casi inmóvil entre el sacro y el ilion, a diferencia de la faja pectoral que es bastante móvil (Fleagle, 2013b).

El fémur se caracteriza por ser un hueso largo y con una cabeza redonda que se articula con el acetábulo de la cintura pélvica. Sin embargo, la forma y robustez del hueso, longitud y ángulo del cuello femoral varía entre las especies según el comportamiento locomotor. La tibia y peroné son huesos no fusionados y largos que se articulan tanto en el segmento proximal como distal (Godfrey, 2005; Turnquist y Minugh-Purvis, 2012; Fleagle, 2013b; Casinos, 2014). En el género *Ateles*, el cuerpo femoral es delgado, largo y en su mayor parte recto. La tuberosidad tibial es ancha y plana; y con un cuerpo tibial que se encuentra comprimido medio lateralmente (Rosenberger et al., 2008).

En primates no humanos, el tarso está compuesto por siete huesos cortos e irregulares. El metatarso está compuesto por cinco huesos largos; el primero dígito es oponible y tiene dos falanges, y los siguientes cuatro dígitos tienen tres falanges (Turnquist y Minugh-Purvis, 2012; Fleagle, 2013b). Los monos araña tienen dígitos largos y delgados para colgar (Fleagle, 2013b).

La columna vertebral de los antropoides tiene entre 26 y 31 vértebras, excluyendo las vértebras caudales. La mayoría de los primates tienen siete vértebras cervicales y doce vértebras torácicas; Sin embargo, los platirrinos pueden tener entre 12 y 15 vértebras torácicas (Schultz y Straus, 1945; Turnquist y Minugh-Purvis, 2012; Fleagle, 2013b). El número de vértebras lumbares es muy variable

en antropoides, teniendo el género *Ateles* cuatro vértebras lumbares. Las vértebras sacras en la mayoría de los platirrinos, está conformado por tres huesos sacros (Turnquist y Minugh-Purvis, 2012).

Las vértebras caudales varían considerablemente en número y forma entre las diversas especies de primates. Estas vértebras disminuyen progresivamente en diámetro y presentan modificaciones morfológicas desde la base de la cola hasta la punta (Turnquist y Minugh-Purvis, 2012). El género *Ateles* tiene aproximadamente 28-35 vértebras caudales (Rosenberger et al., 2008).

Generalmente, las especies saltadoras tienen índices intermembrales bajos (50-80), indicando que las extremidades posteriores son más largas que las anteriores. Los cuadrúpedos tienen un índice medio (80-100), indicando que las extremidades anteriores y posteriores son aproximadamente iguales. Los primates que utilizan la locomoción suspensiva tienen las extremidades anteriores largas y sus índices intermembrales son altos (100-150) (Turnquist y Minugh-Purvis, 2012; Fleagle, 2013b). El índice intermembral del género *Ateles* es de 105 y tienen extremidades anteriores más largas que otros primates platirrinos (Ankel-Simons, 2007; Rosenberger et al., 2008).

Se encontró muy poca información sobre la anatomía ósea, anatomía radiográfica y estudios morfométricos en platirrinos y en el género *Ateles*; por lo que el presente estudio tuvo como finalidad describir radiológicamente la anatomía ósea de *Ateles belzebuth*, permitiendo establecer las características normales de la especie y pudiendo ser de utilidad en el diagnóstico de patologías durante el control sanitario rutinario en centros de cría en cautividad y como base para futuros estudios de conservación de la especie.

MATERIALES Y MÉTODOS

El registro radiográfico con el que se trabajó en este estudio provino de un control sanitario realizado en el Centro de Rescate Isla de los Monos, Iquitos, Perú y con coordenadas: 3°33'00"S73°03'17"W2.85km; siendo parte del control sanitario anual, en donde se realizaron distintas evaluaciones para determinar el estado de salud de los primates. El estudio fue de tipo descriptivo/retrospectivo y permitió determinar radiológicamente las dimensiones de la anatomía ósea y proporciones de las extremidades con respecto al tronco corporal de *Ateles belzebuth* mantenidos en semicautiverio en dicho centro de rescate.

La población de *Ateles belzebuth* estaba conformada por cuatro ejemplares mantenidos en semicautiverio en el centro de rescate Isla de los Monos, de los cuales, todos formaron parte de este estudio; cumpliendo con los siguientes criterios de inclusión: primates aparentemente sanos al examen clínico realizado por el médico veterinario encargado del centro de rescate, sin historial de enfermedades previas en los últimos tres meses, que no estén en gestación; y sin restricciones de sexo o edad. Todos los ejemplares fueron considerados como juveniles, ya que se encuentren entre los 2.00 y 5.00 años, por lo tanto, sólo se considera un grupo para su respectiva clasificación (Shimooka et al., 2008).

Tomas radiográficas

Las imágenes radiográficas se obtuvieron utilizando un equipo de rayos X portátil de marca Toshiba y el sistema de radiología digital directa con el Flat panel DrGem y con software veterinario perteneciente al Centro de Diagnóstico Veterinario “Imágenes Diagnóstico Veterinario” - “Portalino y Rondón”. Dichas imágenes radiográficas abarcan posiciones como anteroposterior y lateral derecho, y medio lateral; para evaluar el esqueleto axial y apendicular, respectivamente.

Los valores de exposición utilizados en las tomas radiográficas fueron de 50.00 kV, 30.00 mA y 0.08 s. El sistema de radiología digital directa utilizado en este estudio, permitió almacenar las tomas radiográficas en versión electrónica.

Análisis radiográfico

Las imágenes radiográficas fueron transferidas a un ordenador para las mediciones de los esqueletos a través del programa MicroDicom Dicom viewer. Se realizaron mediciones de la longitud corporal, ancho y largo del cráneo, así como las mediciones de huesos como: el húmero, radio, cúbito, fémur, tibia, peroné y pelvis. Además, se determinó el número de vértebras de la columna vertebral y sus dimensiones, número de dedos y falanges por extremidad.

Mediciones

Las mediciones para cada hueso examinado se estudiaron tomando en cuenta puntos de referencia para cada hueso, basándose en la metodología de Kagaya et al. (2010), Middleton et al. (2017), Grandez et al. (2018) y Ward et al. (2018). Se obtuvieron las medidas de las extremidades para conseguir las proporciones con respecto a las dimensiones del cuerpo. El milímetro fue la principal unidad de medida para las mediciones.

Cráneo: el largo del cráneo se midió desde el incisivo superior hasta la cresta externa del occipital y para el ancho, se midió desde el punto máximo externo del arco cigomático izquierdo hasta el punto máximo externo del arco cigomático derecho. Las vistas utilizadas para estas mediciones fueron lateral derecha y rostro craneal.

Clavícula: el largo se midió desde el borde de la extremidad esternal hasta el borde de la extremidad acromial y para el ancho, se consideró el punto medio del cuerpo de la clavícula.

Húmero, radio y cubito: para las mediciones de estos huesos se utilizaron las vistas medio lateral de las extremidades anteriores. El largo del húmero se midió desde el borde externo de la cabeza

del húmero hasta el borde distal del cóndilo medial y para las medidas del ancho, se consideró el punto medio de la diáfisis del húmero. Para el largo del radio se tomó como referencia la cabeza del radio y el borde del proceso estiloides; además, para el ancho se consideró el punto medio de la diáfisis del radio. Para el largo del cúbito se midió desde la tuberosidad del olécranon hasta el borde del proceso estiloides, asimismo, para el ancho se tomó como referencia el punto medio de la diáfisis del cuerpo del cúbito.

Carpos y Tarsos: El número de carpos se pudo determinar observando las imágenes radiográficas. Sin embargo, el número de tarsos no se pudo determinar debido a que las tomas radiográficas se realizaron durante una evaluación sanitaria, por lo que no se contó con el tiempo necesario para las tomas específicas.

Vértebras cervicales, torácicas, lumbares, sacras y caudales: teniendo en cuenta la vista lateral derecha de las tomas radiográficas, se tomaron como referencia las vértebras: V cervical, X torácica, IV lumbar, II sacra, y XV caudal. Además, para las mediciones de largo y ancho de las vértebras se consideraron los bordes del cuerpo de cada vértebra.

Costillas: el conteo de las costillas se realizó observando las vistas anteroposteriores y laterales de las tomas radiográficas. La identificación de las costillas verdaderas, falsas y flotantes no se pudo realizar debido a que las tomas radiográficas no eran las adecuadas para dicho motivo.

Pelvis: La literatura menciona distintos puntos de referencia en la pelvis ósea, por lo cual, se realizaron mediciones del largo de la pelvis y tres medidas de ancho pélvico: ancho craneal, medial y caudal. El largo de la pelvis se midió desde el punto más craneal de la cresta ilíaca hasta el punto más ventro lateral en el borde de la tuberosidad isquiática. Para medir el ancho craneal se utilizó una línea transversal entre las espinas ilíacas ventro craneal de las crestas ilíacas. El ancho medial se utilizó como referencia una línea transversal entre los puntos más craneales de los bordes acetabulares y para medir

el ancho caudal se realizó una línea transversal entre los puntos más dorsales de las tuberosidades isquiáticas. Se utilizaron vistas anteroposteriores para dichas mediciones.

Fémur: para medir el largo del fémur se consideró la cabeza del fémur hasta el borde distal del cóndilo medial; además, para las medidas del ancho del fémur se consideró el punto medio de la diáfisis del fémur. Se utilizó la vista medio lateral para las mediciones de este hueso.

Tibia-Peroné: debido a la superposición de la tibia sobre el peroné que fue observado en las tomas radiográficas, no se realizaron las mediciones del peroné. Para el largo de la tibia se tomó en consideración el cóndilo medial de la tibia y el maléolo medial y para el ancho se consideró el punto medio de la diáfisis. Se utilizaron vistas medio lateral para las mediciones de este hueso.

Longitud de manos: para medir la longitud de las manos se consideraron la falange distal del III dedo hasta el borde más externo del arco que forman los bordes de los huesos escafoides y semilunar del carpo.

Longitud de pies: para medir la longitud de los pies se consideró la falange distal del IV dedo hasta el borde más externo del hueso calcáneo del tarso.

Longitud del tronco corporal: para realizar esta medición se tomó como referencia el borde craneal de la primera vértebra cervical y el borde caudal de la tercera vértebra sacra. Se utilizó la vista anteroposterior y lateral derecha para las mediciones.

Longitud de brazos y piernas: para medir el largo del brazo y de la pierna se tomó en consideración los bordes más proximales y distales. Para medir el brazo se consideró la suma del largo del húmero, largo del radio y largo de la mano. De igual modo, para medir el largo de la pierna se consideró la suma del largo del fémur, largo de la tibia y largo del pie.

Largo corporal total: para la medición del largo corporal se tomó como referencia la cara dorsal del cráneo y la última vértebra caudal. Para estas mediciones se utilizaron las vistas anteroposterior y lateral derecha.

Estadística

Los resultados de las mediciones fueron transferidos a una hoja de cálculo de Microsoft Excel para obtener la estadística descriptiva: los promedios como medida de tendencia central, el desvío estándar y valores límites como medida de dispersión de cada una de las variables cuantificadas.

RESULTADOS

Se evaluaron los registros radiográficos de cuatro ejemplares de *Ateles belzebuth* que cumplieron con los criterios de inclusión mencionados anteriormente. Dicho registro radiográfico incluía información sobre la edad, peso y sexo de cada primate. Shimooka et al. (2008) menciona que los monos araña juveniles están entre los 2.00 a 5.00 años, por lo cual, todos los ejemplares correspondieron a la edad juvenil; dos hembras de 2.50 años, un macho de 4.00 años y una hembra de 5.00 años. Además, se elaboraron figuras de la anatomía ósea radiográfica para una mayor apreciación de los huesos que conforman el esqueleto de esta especie.

En el Cuadro 1 se podrá apreciar las dimensiones de largo y ancho del cráneo, húmero, radio, cúbito y clavícula. Todos los primates estudiados presentan la misma cantidad de costillas y dicho número es la misma cantidad que las vértebras torácicas; asimismo, la clavícula se observó como un hueso largo y de forma sigmoidea (ver Figuras 1 y 2).

En el Cuadro 2 se muestran las dimensiones del fémur, tibia-peroné y pelvis; cuyo máximo ancho pélvico, es a nivel de las crestas ilíacas. Asimismo, solo se tomó una única medida para la tibia y el peroné, debido a la superposición de estos huesos, por lo que no se pudo realizar medidas independientes de ellos (ver Figura 3).

Durante la evaluación de las imágenes radiográficas, se evidenció una variación en la cantidad de vértebras dentro de la especie. Tres ejemplares presentaron cuatro vértebras lumbares y un solo ejemplar presentó cinco vértebras lumbares. Con respecto a las vértebras caudales, tres ejemplares presentan 33 vértebras y el cuarto ejemplar presenta 34 vértebras; por otra parte, en los cuatro primates estudiados se observó una estructura radiopaca que podría corresponder a la última vértebra caudal, por esta razón, dicha estructura se consideró como tal (ver Figura 4).

Con respecto a las vértebras cervicales, torácicas y sacras; estas no mostraron variación en su número de vértebras en los cuatro primates. En el Cuadro 3 se podrá observar las mediciones de los huesos mencionados anteriormente y en el Cuadro 4 se encuentran el número de vértebras que conforman la columna vertebral.

Las dimensiones de los brazos, piernas, manos y pies; así como la longitud corporal total y tronco corporal lo encontramos en el Cuadro 5. En el Cuadro 6 podemos observar las proporciones de las extremidades con respecto a la longitud del tronco corporal, en lo cual se evidencia que los brazos y piernas de los primates juveniles, presentan una mayor longitud que el tronco corporal. En promedio, las piernas mostraron una mayor longitud que los brazos; sin embargo, dicha diferencia de longitud no es muy significativa.

El índice intermembral de los primates de este estudio, resultó en que todos presentan diferentes índices. El índice más bajo es de 96.24 y el más alto es de 99.26. El índice intermembral promedio de los primates juveniles fue de 97.56. Esta información se puede contemplar en el Cuadro 6.

Se pudo determinar que ocho huesos forman la región del carpo (ver Figura 5). El metacarpo está compuesto por cinco huesos; no obstante, se observó que el primer metacarpo varía en tamaño entre los ejemplares estudiados. Cada mano presentó cuatro dedos; cada uno compuesta por un falange proximal, medial y distal. Además, el pulgar está ausente en todos los ejemplares (ver Figura 5).

Debido al posicionamiento de las tomas radiográficas en todos los ejemplares, no se pudo determinar con exactitud el número de huesos que conforman el tarso. Sin embargo, se pudo observar que cada pie presentó cinco dedos, el primer dígito solo presentó la falange proximal y distal; los cuatro dedos restantes estuvieron compuesto por la falange proximal, distal y medial (ver Figura 3).

Cuadro 1. Medidas radiológicas de largo y ancho del cráneo, húmero, radio, cúbito y clavícula de cuatro individuos *Ateles belzebuth* del Centro de Rescate Isla de los Monos - Iquitos

Edad (años)	Peso (kg)	Cráneo (mm)		Húmero (mm)		Radio (mm)		Cúbito (mm)		Clavícula (mm)	
Juveniles		Long.	Ancho	Long.	Ancho	Long.	Ancho	Long.	Ancho	Long.	Ancho
2	5.50	124.51	69.67	186.79	11.62	179.62	7.45	197.17	7.99	62.07	5.23
2	6.40	-	72.88	180.59	9.63	172.70	6.38	188.11	7.49	58.33	4.50
4	7.00	125.73	-	206.84	10.89	211.33	5.85	235.39	8.35	62.72	5.90
5	6.50	126.32	73.11	190.76	11.15	185.35	7.92	197.75	8.58	57.37	5.58
Media		125.52	71.89	191.25	10.82	187.25	6.90	204.61	8.10	60.12	5.30
D. Estándar		0.92	1.92	11.21	0.85	16.87	0.95	20.99	0.48	2.67	0.60

Cuadro 2. Medidas radiológicas del largo y ancho del fémur, tibia-peroné y pelvis ósea de cuatro individuos *Ateles belzebuth* del Centro de Rescate Isla de los Monos - Iquitos

Edad (años)	Peso (kg)	Fémur (mm)		Tibia - peroné (mm)		Pelvis (mm)			
Juveniles		Long.	Ancho	Long.	Ancho	Long.	A. Craneal	A. Medial	A. Caudal
2	5.50	187.01	14.79	185.18	12.42	143.09	103.76	-	68.75
2	6.40	189.61	11.4	177.33	11.17	128.29	95.30	68.65	61.76
4	7.00	215.02	11.91	206.26	13.3	148.90	109.52	81.99	66.19
5	6.50	206.38	14.33	184.44	15.13	146.62	104.01	83.87	71.42
Media		199.51	13.11	188.30	13.01	141.73	103.15	78.17	67.03
D. Estándar		13.44	1.70	12.48	1.66	9.27	5.87	8.30	4.11

Cuadro 3. Medidas radiológicas del ancho y largo de las vértebras de cuatro individuos *Ateles belzebuth* del Centro de Rescate Isla de los Monos - Iquitos

Edad (años)	Peso (kg)	V. Cervicales (mm)		V. Torácicas (mm)		V. Lumbares (mm)		V. Sacras (mm)		V. Caudales (mm)	
Juveniles		Long.	Ancho	Long.	Ancho	Long.	Ancho	Long.	Ancho	Long.	Altura
2	5.50	8.14	19.48	10.64	11.71	15.06	18.04	16.57	13.22	41.66	6.78
2	6.40	8.75	18.38	9.87	10.35	17.04	15.51	12.64	12.10	36.10	5.21
4	7.00	9.69	22.47	10.96	12.65	16.99	15.59	-	12.04	39.29	6.44
5	6.50	9.31	19.89	11.35	12.21	19.09	17.04	14.18	9.59	38.27	5.63
Media		8.97	20.06	10.71	11.73	17.05	16.55	14.46	11.74	38.83	6.02
D. Estándar		0.68	1.73	0.63	1.00	1.65	1.22	1.98	1.53	2.31	0.72

Cuadro 4. Número de vértebras de cuatro individuos *Ateles belzebuth* del Centro de Rescate Isla de los Monos - Iquitos

Edad (años)	Peso (kg)	V. Cervicales (n)	V. Torácicas (n)	V. Lumbares (n)	V. Sacras (n)	V. Caudales (n)
Juveniles						
2	5.50	7	14	4	3	34
2	6.40	7	14	4	3	33
4	7.00	7	14	5	3	33
5	6.50	7	14	4	3	33
Media		7	14	4.25	3	33.25

Cuadro 5. Longitud de las manos, pies, extremidades anteriores, posteriores, tronco corporal y total del esqueleto de cuatro individuos *Ateles belzebuth* del Centro de Rescate Isla de los Monos - Iquitos

Edad (años)	Peso (kg)	Manos (mm)	Pies (mm)	Brazos (mm)	Piernas (mm)	Longitud de Tronco (mm)	Longitud del Esqueleto (mm)
Juveniles		Longitud	Longitud	Longitud	Longitud	Longitud	Longitud
2	5.50	138.71	-	505.12	-	356.07	1270.01
2	6.40	140.27	175.32	493.56	542,26	325.55	1133.93
4	7.00	145.85	162.34	564,02	583,62	372.52	1224.53
5	6.50	147.98	175.95	524,09	566,77	342.11	1230.76
Media		143.20	171.20	521,70	564,22	349.06	1214.81
D. Estándar		4.42	7.68	30,89	20,80	20.00	57.55

Cuadro 6. Proporción porcentual de la longitud de las manos, pies, extremidades, con respecto a la longitud del tronco corporal e Índice Intermembral de cuatro individuos *Ateles belzebuth* del Centro de Rescate Isla de los Monos - Iquitos

Edad (años)	Peso (kg)	Manos (%)	Pies (%)	Brazos (%)	Piernas (%)	Índice Intermembral
Juveniles						
2	5.50	38.95	-	141.86	-	98.45
2	6.40	43.08	53.85	151.61	166.57	96.28
4	7.00	39.15	43.57	151.41	156.67	96.24
5	6.50	43.25	51.43	153.19	165.67	99.26
Media		41.11	49.62	149.52	162.97	97.56
D. Estándar		2.38	5.37	5.17	5.47	-

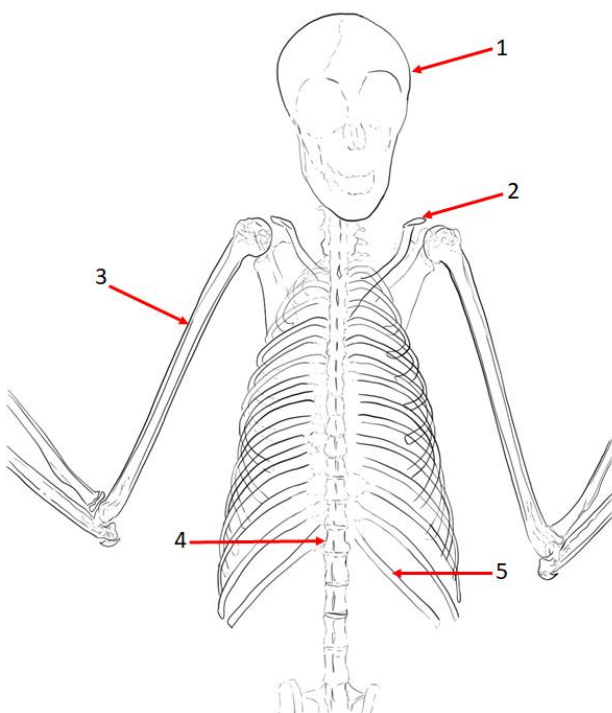


Figura 1. Esquema de la columna vertebral a partir de una imagen radiográfica anteroposterior de *Ateles belzebuth*. (1) Cráneo, (2) clavícula, (3) húmero, (4) vértebra torácica número 14 y (5) costilla torácica número 14.

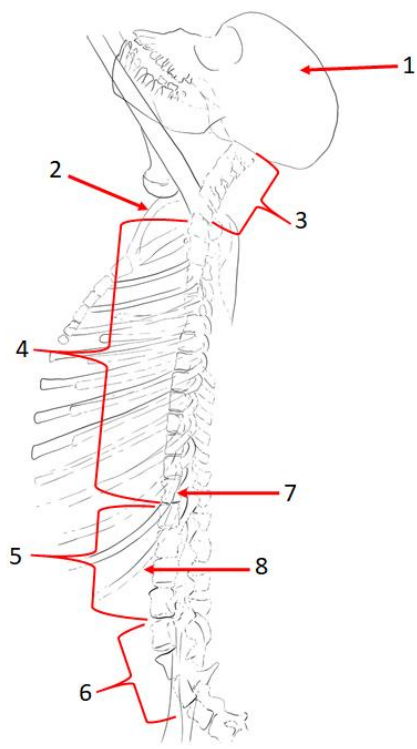


Figura 2. Esquema de la columna vertebral a partir de una imagen radiográfica lateral derecha de *Ateles belzebuth*. (1) cráneo, (2) clavícula, (3) vértebras cervicales, (4) vértebras torácicas, (5) vértebras lumbares, (6) vértebras sacras, (7) vértebra torácica 14 y (8) costilla torácica 14.

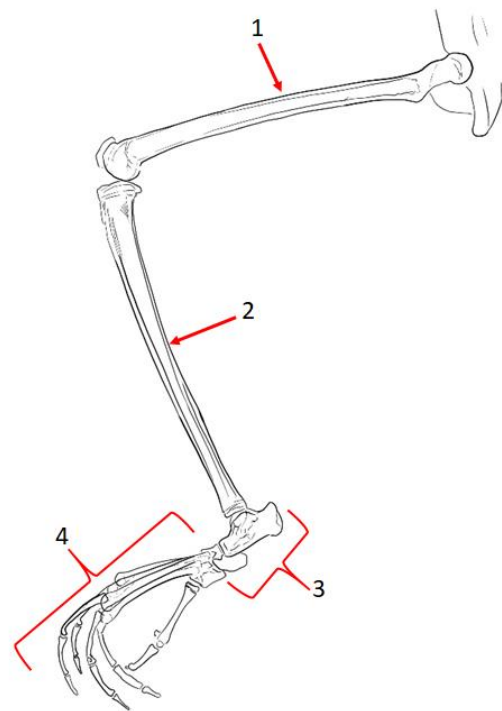


Figura 3. Esquema del miembro posterior a partir de una imagen radiográfica medio lateral de *Ateles belzebuth*. (1) Fémur, (2) tibia-peroné, (3) huesos del tarso y (4) huesos del pie.

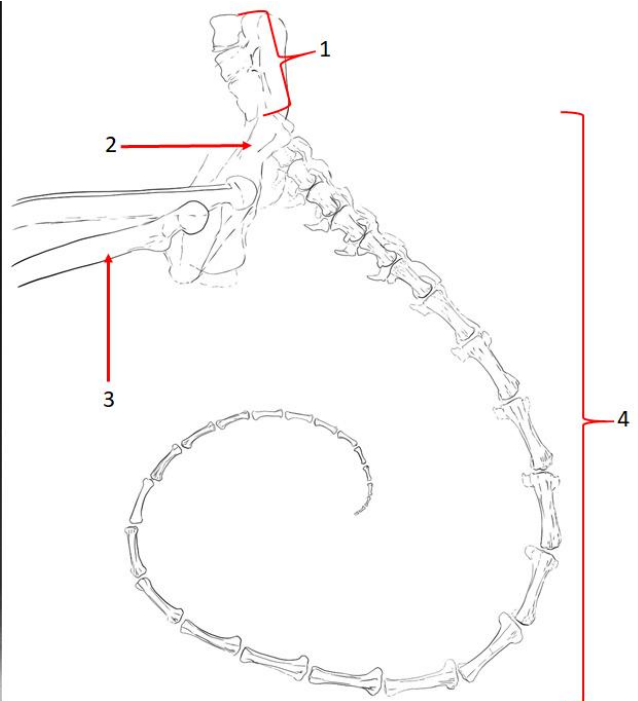


Figura 4. Esquema de las vértebras caudales a partir de una imagen radiográfica medio lateral de *Ateles belzebuth*. (1) Vértebras sacras, (2) pelvis, (3) fémur y (4) vértebras caudales.

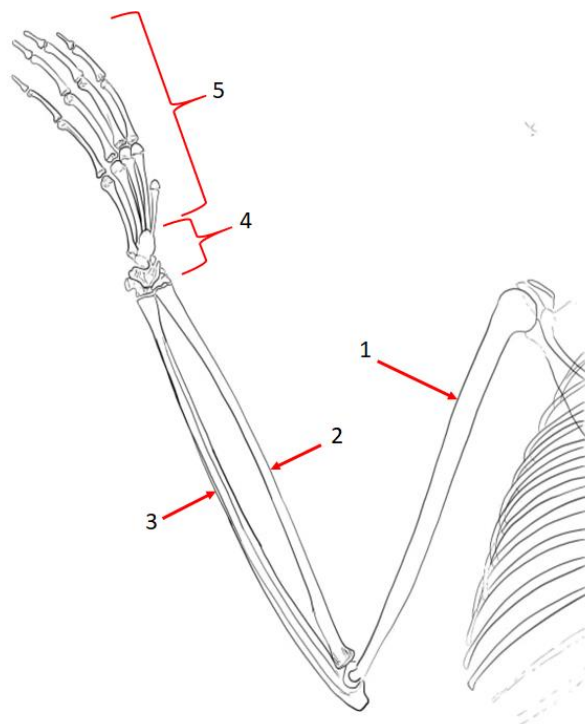


Figura 5. Esquema del miembro anterior a partir de una imagen radiográfica medio lateral de *Ateles belzebuth*. (1) Húmero, (2) radio, (3) cúbito, (4) huesos del carpo y (5) huesos de la mano.

DISCUSIÓN

Las observaciones del cráneo de este estudio guardan relación por lo presentado por Ankel-Simons (2007) y Rosenberger et al. (2008), los cuales mencionan que la cabeza del mono araña es redondeada con una frente alta, grandes órbitas redondeadas y un hocico prominente pero estrecho. Además, las dos mitades de la mandíbula inferior se encuentra fusionada en la línea media; según Fleagle (2013b), esto se presenta en primates superiores, a diferencia de los primates estrepsirinos, quienes tienen las dos mitades de dicha mandíbula ligeramente conectadas.

Según Rosenberger et al. (2008), el húmero de *Ateles* es largo, recto y delgado; muy similar a las observaciones encontradas en este estudio. Además, dicho autor menciona que el húmero de *Ateles* se asemeja a *Brachyteles* y en menor grado a *Alouatta*. En cuanto al radio y cúbito, los resultados guardan relación con Turnquist y Minugh-Purvis (2012) y Fleagle (2013b), quienes mencionan que el radio y cúbito son huesos desarrollados y no fusionados; además, el radio se ubica en el lado lateral y el cúbito en el lado medial.

El largo del húmero, radio y cúbito de los primates estudiados se encuentran por debajo de lo establecido por Su y Jablonski (2009), quienes realizaron mediciones en ciertos huesos de *Ateles geoffroyi*, *Ateles paniscus* y *Ateles* sp. Si bien la diferencia de mediciones no es muy significativa, esta diferencia puede deberse a que los primates de este estudio están catalogados como juveniles y no han alcanzado su maduración esquelética.

El cuerpo del fémur es delgado y recto, similar a lo presentado por Rosenberger et al. (2008). Según Varela (2005), el largo del fémur en *Ateles* presenta una mayor proporción con respecto al largo del tronco que *Callithrix* spp. y *Saimiri* spp., que tienen un 37.00% y 40.00%, respectivamente; en este estudio los juveniles presentaron un promedio de 57.15%. Sin embargo, este estudio difiere a lo expuesto por Varela, quien menciona que el fémur no logra sobrepasar al húmero en ninguna especie.

La longitud promedio del fémur de este estudio supera al húmero, aunque la diferencia de longitud no fue muy marcada.

Se observó que la tibia y el peroné son huesos independientes y se articulan tanto proximal como distal, muy similar a lo presentado por Turnquist y Minugh-Purvis (2012) y Fleagle (2013b). La especie estudiada al no tener ambos huesos fusionados le permite que grandes músculos se adhieran a las superficies de la tibia y peroné, siendo responsable de los movimientos del tobillo y flexionar y extender los dedos durante el agarre (Fleagle, 2013b). Siendo diferente a los primates del género *Tarsius*, saltadores muy expertos, cuya adaptación para dicha locomoción es la fusión de la tibia y el peroné a nivel distal; permitiendo solamente movimientos hacia delante y hacia atrás (Godfrey, 2005; Ankel-Simons, 2007).

El promedio de largo del fémur y tibia de este estudio es cercano a las mediciones presentadas por Vančata (1991) y Su y Jablonski (2009), quienes realizaron mediciones de longitud en dichos huesos en primates del género *Ateles*; como en *Ateles geoffroyi* y *Ateles fusciceps*. Como se mencionó anteriormente, esta diferencia de mediciones puede deberse a que los primates estudiados aún no logran la maduración esquelética.

Ward et al. (2018) menciona que los primates antropoides presentan una gran diversidad de especializaciones locomotoras. En el caso del género *Ateles*, estos primates realizan la locomoción suspensiva; pero también pueden escalar, saltar y realizar la locomoción cuadrúpeda (Bello 2014; Casinos 2014). Fleagle (2013c) menciona que las adaptaciones de locomoción en su mayoría, las podemos encontrar en las extremidades y en el tronco. Además, Ward et al. (2018) supone que la forma pélvica reflejaría la adaptación locomotora en los antropoides; quizás por ello, el máximo ancho pélvico de esta especie estudiada es diferente al de *Callimico goeldii*, especie saltadora cuyo máximo ancho pélvico es a nivel de las eminencias iliopúbicas (Grandez et al., 2018). Por lo tanto, esta diferencia quizá se deba a lo mencionado por Ward et al. (2018), quien menciona que la forma pélvica afectaría los comportamientos de locomoción.

Según Diogo et al. (2015), algunos primates platirrinos como los monos araña, tienen colas prensiles que son capaces de soportar el peso del animal y puede ser tan ágil como una quinta extremidad. Russo (2015) menciona que los mamíferos arbóreos tienen colas más largas con una musculatura bien desarrollada y los emplean como apoyo o como estabilizador durante la locomoción. Además, Russo (2015) menciona que las colas prensiles se distinguen de las colas no prensiles por ciertas características anatómicas, permitiendo una mayor inervación muscular de la cola, mayor flexibilidad de la cola proximal y una mayor resistencia a las altas magnitudes de carga. Por consiguiente, según las características mencionadas anteriormente, dichas adaptaciones que tiene la especie estudiada le permiten tener un mejor uso y movilidad de la cola.

En la observación de las imágenes radiográficas se determinó que existe una variación en el número de las vértebras lumbares y caudales dentro de la misma especie; sin embargo, los resultados de este estudio son similar a lo mostrado por Schultz y Straus (1945), Kawashima et al., (2009) y Williams (2011). Según Rosenberger et al. (2008), el género *Ateles* tiene aproximadamente 28-35 vértebras caudales, similar a los resultados de este estudio y de Schultz y Straus (1945); sin embargo, este número es más alto que el de *Alouatta* (25-28) y *Lagothrix* (24-29). Además, Schultz y Straus (1945) mencionan que el género *Ateles* tiene en promedio 59.10 (56-62) vértebras totales, similar al promedio de vértebras totales de este estudio, el cual es de 61.50.

Ankel-Simons (2007) menciona que los *Ateles* alcanzan una longitud entre 95.00 y 155.00 cm de largo, en base a esto, los ejemplares de este estudio se encuentran en el rango establecido, siendo 121.48 cm en promedio para los juveniles. Con respecto al peso corporal, este estudio no cuenta con ejemplares adultos para ser comparados con la información de la literatura, sin embargo, el estudio cuenta con un único macho juvenil que supera en peso a las demás hembras, por lo que esta información corrobora lo dicho por Rosenberger et al. (2008), el cual menciona que el índice de dimorfismo está a favor del macho, aunque la diferencia de peso no es muy marcada.

Según Turnquist y Minugh-Purvis (2012), los carpos en los primates están formados por ocho o nueve huesos, el tarso por siete huesos, el metacarpo y el metatarso tienen cinco huesos por cada extremidad. Los resultados se asemejan a lo mencionado anteriormente; a pesar de que las tomas radiográficas para identificar los huesos tarsales no fueron los adecuados. Sin embargo, la característica más notable encontrada en la literatura, es la ausencia o reducción del primer dedo (Godfrey, 2005; Rosenberger et al., 2008; Turnquist y Minugh-Purvis, 2012). Esto último se pudo comprobar en este estudio, en donde se observó la presencia del primer metacarpiano con variaciones en su tamaño, pero no se observó la presencia de las falanges. Rosenberger et al. (2008) mencionan que no se tiene conocimiento del motivo de la pérdida del pulgar en esta especie. Por el contrario, Patel y Maiolino (2016) mencionan que la reducción del pulgar podría deberse a una adaptación para una mayor suspensión de las extremidades anteriores. Debido a la falta de información sobre dicha característica, podrían existir diversas razones relacionadas o no con la locomoción para la reducción de los pulgares en los primates mencionados.

La longitud de la mano en los primates juveniles, no es mayor a la de los pies; aunque la diferencia no es muy significativa. Además, Jouffroy et al. (1993) y Patel y Maiolino (2016) mencionan que la longitud de la mano del género *Ateles* equivale al 27.20% y 27.00% de la longitud del brazo, respectivamente. Los resultados de este estudio son muy cercanos a lo mencionado anteriormente, teniendo un 27.45% como promedio.

Según Ankel-Simons (2007) y Rosenberger et al. (2008), el género *Ateles* presenta un índice intermembral de 105.00. Además, en los estudios de Rosenberger et al. (2008) y Fleagle (2013a), el género *Ateles* tiene un índice intermembral superior a una gran variedad de primates platirrinos; siendo *Brachyteles*, otro género perteneciente a la subfamilia Atelinae, con un índice muy cercano al género *Ateles* (104-105). Los resultados de este estudio difieren por lo encontrado por dichos autores, en donde el promedio de los juveniles fue de 97.56. Ankel-Simons (2007) también menciona que los miembros anteriores son más largos que los miembros posteriores en el género *Ateles*, de la misma manera, los resultados de este estudio muestran que las piernas de los juveniles en promedio son 4.25 cm más largos

que los brazos. Esta diferencia del índice intermembral quizá se deba a que las mediciones de este estudio pertenecen a primates juveniles; y, según Turnquist y Minugh-Purvis (2012), la maduración esquelética se alcanza cuando son adultos; por lo que las mediciones de los ejemplares de este estudio podrían variar al llegar a la etapa adulta. Además, en las imágenes radiográficas se puede observar que las placas de crecimiento aún están presentes.

Turnquist y Minugh-Purvis (2012) y Fleagle (2013b) mencionan que todas las vértebras torácicas presentan costillas. Dichos resultados guardan relación con los resultados de este estudio, en donde cada vértebra torácica presentó un par de costillas. Lo mencionado anteriormente es respaldado por Schultz (1930) y Grandez et al. (2018), quien muestra que los gorilas, chimpancés, orangutanes y la especie *Callimico goeldii* tienen el mismo número de vértebras y costillas. Además, los resultados de este estudio se asemejan al estudio de Tredgold (1897), quien menciona que los platirrinos tienen entre 13 y 14 costillas. Kagaya et al. (2008) menciona que la morfología de la caja torácica afecta los movimientos de las extremidades anteriores durante la locomoción; además, Bastir et al. (2017) afirma que el tamaño y forma de las costillas tienen implicancia en la forma de la caja torácica; por lo tanto, las distintas características morfológicas que puedan presentar la caja torácica de los primates, proporcionaría información sobre el comportamiento locomotor que realizan.

La forma sigmoidea y alargada de la clavícula es similar a los resultados de Rosenberger et al. (2008) y Squyres y Burke (2015) y Grandez et al. (2018). Además, existen especies de primates con clavículas en forma sigmoidal y otras con una morfología distinta a los de este estudio (Schultz, 1930; Jenkins et al., 1978; Voisin, 2006). Los resultados en promedio de longitud clavicular fueron de 60.12 mm en este estudio y es un poco mayor a lo presentado por Schultz (1930), quien menciona que *Ateles geoffroyi* tiene una longitud clavicular de 57.00 mm; esta diferencia quizá se deba a que dicho autor sólo utilizó un ejemplar de *Ateles geoffroyi* para su estudio. Sin embargo, este resultado es menor a los 85.60 mm de longitud clavicular que tiene la familia Hylobatidae, los cuales tienen un balanceo de brazos más rápido que el género *Ateles* (Schultz, 1930; Voisin, 2006). Rosenberger et al. (2008) y Squyres y Burke (2015) mencionan que la clavícula tiene participación en el movimiento completo de

la articulación del hombro y puede estar relacionado con el comportamiento suspensivo de los primates antropoides. Por consiguiente, dependiendo de la morfología clavicular que presente el primate, tendrían variaciones en el comportamiento locomotor.

La información generada sobre la anatomía radiográfica del esqueleto de *Ateles belzebuth*, es importante al establecer valores de referencia para la interpretación y diagnóstico de alteraciones óseas en la especie estudiada y como base para futuros estudios de conservación de la especie. Sería importante realizar estudios posteriores en la misma población de primates en su etapa adulta para comparar los cambios morfológicos que puedan presentarse, así como estudios para determinar el orden y momento del cierre epifisiario.

CONCLUSIONES

La morfología y características de la anatomía ósea de ejemplares juveniles de *Ateles belzebuth* guardan similitud con lo descrito anteriormente para esta especie y otros primates.

Los miembros anteriores de los ejemplares juveniles presentaron 521.70 mm y los posteriores 564.22 mm en promedio, siendo los miembros anteriores de menor longitud que los posteriores; diferente a lo que se describe en la literatura para el género *Ateles*. Sin embargo, las placas de crecimiento están presentes en los extremos de los huesos largos como el húmero, radio, fémur y entre otros; por lo cual, aún no se logra una maduración completa del esqueleto.

El número de vértebras totales y por regiones anatómicas puede variar para la especie *Ateles belzebuth*. No obstante, estas diferencias del número de vértebras también se describen en otros primates.

La reducción del pulgar es evidente en este estudio; encontrándose solo el hueso metacarpiano con diferencias en su tamaño.

BIBLIOGRAFÍA

1. Aquino, R., & Encarnación, F. 1994. Los primates del Perú. República Federal de Alemania: Editorial Goltze GmbH and Co. KG: 52, 53, 85.
2. Ankel-Simons, F. 2007. An Introduction: Primate Anatomy. 3rd edition. Durham, North Carolina: 108, 109, 110, 331, 352.
3. Audisio, S., Vaquero, P., Torres, P., & Verna, E. 2010. Osteotomía correctiva de una deformación angular del hueso tibiotarso de un Chimango (*Milvago chimango*). Ciencia Veterinaria, 12(1): 33-38.
4. Araújo, G., de Souza, A., Cleiton, I., da Silva, C., da Silva, D., & Souza, J. 2014. Remodelação Pélvica E Falangeana Em Macaco-Prego (*Cebus apella*) Atingido Por Projétil Balístico-Relato De Caso. IV Simposio International de Diagnóstico por Imagen Veterinario - Belo Horizonte: 206-208.
5. Boubli, J., Di Fiore, A., Stevenson, P., Link, A., Marsh, L., & Morales, A. 2008. *Ateles belzebuth*. La Lista Roja de la UICN de Especies Amenazadas 2008: <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2008.RLTS.T2276A9384912.en>
6. Barros, I., Montes, D., Mendes, E., & Silva, J. 2013. Impactación fecal en una boa (*Boa constrictor*) - reporte de caso. Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú, 24(4): 555-560.
7. Bello, G. 2014. Adaptaciones anatómicas de la escápula y del manguito rotador a las diferentes formas de locomoción en el orden de los primates. Memoria para optar al grado de Doctor. Barcelona: Universitat de Barcelona: 16, 19, 20.
8. Bastir, M., García-Martínez, D., Williams, S., Recheis, W., Torres-Sánchez, I., García, *et al.* 2017. 3D geometric morphometrics of thorax variation and allometry in Hominoidea. Journal of Human Evolution, 113: 11.
9. Campbell, C., & Gibson, K. 2008. Spider monkey reproduction and sexual behavior. In C. Campbell (Ed.), Spider Monkeys: Behavior, Ecology and Evolution of the Genus *Ateles*

- (Cambridge Studies in Biological and Evolutionary Anthropology). Cambridge: Cambridge University Press: 280, 281.
10. Casinos, A. 2014. Primates: tamaño, forma y adaptación. Estudis d'evolució, etologia i cognició en primats. Associació ADÉS, Barcelona: 115, 120, 122, 123.
 11. Conceição, R., Rahal, S., Melchert, A., Bortoloni, Z., Teixeira, C., Imbeloni, A., & Monteiro, F. 2014. Goniometric evaluation of both forelimbs and hind limbs in two species of Neotropical monkeys. *Journal of medical primatology*, 43(6): 493.
 12. Drew, L. 2005. Foraging, Food Choice, and Food Processing by Sympatric Ripe-Fruit Specialists: *Lagothrix lagotricha poeppigii* and *Ateles belzebuth belzebuth*. *International Journal of Primatology*, 26(5): 1115-1117.
 13. Diogo, R., Muchlinski, M., & Hartstone-Rose, A. 2015. Comparative Anatomy of Primates. In: Muehlenbein, M. (Ed.). *Basics in Human Evolution*. Academic Press: 44, 45.
 14. Fonteles, Z., Quessada, A., Alcantara, D., & de Sousa, J. 2010. Aspectos radiográficos da displasia coxofemoral em um *Cebus libidinosus*: Relato de caso. *PUBVET*, 4, N. 24, Ed. 129, Art. 872-878.
 15. Fleagle, J. 2013a. New World Anthropoids. *Primate Adaptation and Evolution* (Third Edition). Academic Press: 89, 98, 100, 101.
 16. Fleagle, J. 2013b. The Primate Body. *Primate Adaptation and Evolution*. Academic Press: 10, 12, 22, 25, 26.
 17. Fleagle, J. 2013c. Primate Adaptations. *The Primate Body. Primate Adaptation and Evolution*. 3rd edition. Academic Press: 190.
 18. Fleagle, J. & Seiffert, E. 2017. The Phylogeny of Primates. In: Kaas, J. (Ed.). *Evolution of Nervous Systems* (Second Edition). Academic Press, 3: 9.
 19. Godfrey, L. 2005. General Anatomy. In: Wolfe-Coote, S. (Ed.). *The Laboratory Primate*. Academic Press: 29, 32.
 20. Grandez, R., Rodríguez, P., & Hermoza, C. 2018. Descripción radiológica de la osteología del mono tití de Goeldi (*Callimico goeldii*) mantenido en cautiverio. *Rev Inv Vet Perú* 2018; 29(2): 449-461.

21. Hatt, J., & Sainbury, A. 1998. Unusual case of metabolic bone disease in a common marmoset (*Callithrix jacchus*). *Veterinary Record*, 143(3):78-80.
22. Integrated Taxonomic Information System (ITIS). *Ateles* É. Geoffroy Saint-Hilaire, 1806. [Internet]. [Acceso Junio 2019] Disponible en: https://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search_topic=TSN&search_value=572812#null
23. Jenkins, F., Dombrowski, P., & Gordon, E. 1978. Analysis of the Shoulder in Brachiating Spider Monkeys. *American Journal of Physical Anthropology*, 48(1): 73.
24. Jouffroy, F., Godinot, M., & Nakano, Y. 1993. Biometrical characteristics of primate hands. In: Preuschoft, H., Chivers, D. (eds) *Hands of Primates*. Springer, Viena: 139.
25. Ji, Y., Xie, L., Liu, S., Cheng, K., Xu, F., Li, X, *et al.* 2013. Correlation of Thoracic Radiograph Measurements with Age in Adolescent Chinese Rhesus Macaques (*Macaca mulatta*). *Journal of the American Association for Laboratory Animal Science*, 52(1): 78.
26. Kagaya, M., Ogihara, N., Nakatsukasa., & M. 2008. Morphological study of the anthropoid thoracic cage: scaling of thoracic width and an analysis of rib curvature. *Primates*, 49: 89.
27. Kawashima, T., Thorington, R., & Whatton, J. 2009. Comparative Anatomy and Evolution of the Cardiac Innervation in New World Monkeys (Platyrrhini, E. Geoffroy, 1812). *The Anatomical Record*, 292(5): 671.
28. Kagaya, M., Ogihara, N., Nakatsukasa., & M. 2010. Is the Clavicle of Apes Long? An Investigation of Clavicular Length in Relation to Body Mass and Upper Thoracic Width. *Int J Primatol* (2010) 31:209–217.
29. Lescano, J., Chipayo, Y., & Quevedo, M. 2015. Obstrucción Gastrointestinal por Cuerpos Extraños en una Tortuga Charapa (*Podocnemis expansa*) Mantenido en Cautiverio. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 26(2), 357-364.
30. Ministerio del Ambiente. 2011. Informe final del estudio de especies CITES de Primates Peruanos. Perú: MINAM. Informe científico: 182, 183, 184, 188, 189, 190.

31. Martins, G., Lopes, E., Taques, I., Correia, C., Meireles, Y., Turbino, N, *et al.* 2013. Aspectos da morfologia radiográfica do esqueleto, tórax e abdome do quati (*Nasua nasua* Linnaeus, 1766). *Pesq. Vet. Bras.* 33(9): 1137, 1138.
32. Makungu, M., Groenewald, H., Plessis, W., Barrows, M., & Koepfel, K. 2014. Thoracic Limb Morphology of the Ring-tailed Lemur (*Lemur catta*) Evidenced by Gross Osteology and Radiography. *Anatomía, histología y embryología.* 44 (4): 288.
33. Magden, E., Mansfield, K., Simmons, J., & Abee, C. 2015. Nonhuman Primates. In: Fox J, Anderson L, Otto G, Pritchett-Corning K & Whary M. (eds.). *Laboratory Animal Medicine* (Third Edition). Academic Press: 828, 845, 846, 889, 890, 899.
34. Middleton, E., Winkler, Z., Hammond, A., Plavcan, M., & Ward, C. 2017. Determinants of Iliac Blade Orientation in Anthropoid Primates. *The Anatomical Record* 300:810–827.
35. Ministerio del Ambiente. 2018. Listado de especies de Fauna Silvestre CITES-Perú. Dirección General de Diversidad Biológica. Lima. Perú: 77.
36. Nolasco, C. 2017. Estudio retrospectivo de las historias clínicas de primates atendidos en el consultorio de animales silvestres y exóticos de la Facultad de Medicina Veterinaria, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, durante el período 2005-2014. Tesis de Médico Veterinario. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos: 38, 90.
37. Pritzker, K., & Kessler, M. 2012. Arthritis, Muscle, Adipose Tissue, and Bone Disease of Nonhuman Primates. In: Abee C, Mansfield K, Tardif S, Morris T. (eds.). *Nonhuman Primates in Biomedical Research: Diseases* (Second Edition). Academic Press: 630, 631, 660, 666.
38. Patel, B., & Maiolino, S. (2016). Morphological diversity in the digital rays of primate hands. In: Kivell, T., Lemelin, P., Richmond, B., & Schmitt, D. (Eds.). *The evolution of the primate hand.* Springer, New York, NY.: 56, 73.
39. Rothschild, B., Woods, R. 1993. Arthritis in new world monkeys: osteoarthritis, calcium pyrophosphate deposition disease, and spondyloarthropathy. *International Journal of Primatology*, Vol. 14, No. 1: 69.

40. Rosenberger, A., Halenar, L., Cooke, S., & Hartwig, W. 2008. Morphology and evolution of the spider monkey, genus *Ateles*. In: Campbell, C. (Ed.). Spider Monkeys: Behavior, Ecology and Evolution of the Genus *Ateles*. Cambridge: Cambridge University Press: 21, 23, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 33, 34, 37.
41. Rylands, A. & Mittermeier R. 2009. The Diversity of the New World Primates (Platyrrhini): An Annotated Taxonomy. In: Garber, P., Estrada, A., Bicca-Marques, J. & Heymann, E. (Eds.). South American Primates. Springer, New York, NY: 24.
42. Russo, G. 2015. Postsacral Vertebral Morphology in Relation to Tail Length Among Primates and Other Mammals. *The Anatomical Record*, 298(2): 355, 357.
43. Roos, C. & Zinner, D. 2017. Primate Phylogeny. *The International Encyclopedia of Primatology*: 3, 4.
44. Schultz, A. 1930. The skeleton of the trunk and limbs of higher primates. *Human Biology*, 1930, vol. 2, no 3: 313, 337, 338.
45. Schultz, A., & Straus, W. 1945. The numbers of vertebrae in primates. *Proceedings of the American Philosophical Society*, 89 (4): 608, 609, 610, 611, 620.
46. Schillaci, M., Jones-Engel, L., Heidrich, J., Benamore, R., Pereira, A., Paul, N. 2008. Thoracic radiography of pet macaques in Sulawesi, Indonesia. *J Med Primatol* 37(3): 141.
47. da Silbeira, F., Rubião, E., Muniz, I., & Bobány, D. 2009. Retención de huevos en hembra de Jabotí-Piranga (*Geochelone carbonaria* - Spix, 1824) en cautiverio. *Revista MVZ Córdoba*, 14(3): 1840-1843.
48. Shimooka, Y., Campbell, C., Di Fiore, A., Felton, A., Izawa, K., Link, A, *et al.* (2008). Demography and group composition of *Ateles*. In C. Campbell (Ed.), Spider Monkeys: Behavior, Ecology and Evolution of the Genus *Ateles* (Cambridge Studies in Biological and Evolutionary Anthropology, pp. 329-348). Cambridge: Cambridge University Press: 332.
49. Su, D., & Jablonski, N. 2009. Locomotor Behavior and Skeletal Morphology of the Odd-Nosed Monkeys. *Folia Primatol* 2009; 80: 208- 210.

50. Squyres, N., & Burke, V. 2015. Clavicular Curvature and Locomotion in Anthropoid Primates: A 3D Geometric Morphometric Analysis. *American Journal of Physical Anthropology*, 158: 257, 258.
51. Tredgold A. F. 1897. Variations of Ribs in the Primates, with especial reference to the Number of Sternal Ribs in Man. *Journal of anatomy and physiology*, 31(Pt 2), 290.
52. Turnquist, J., & Minugh-Purvis, N. 2012. Functional Morphology. In: Abee, C., Mansfield, K., Tardif, S., & Morris, T. (Eds.). *Nonhuman Primates in Biomedical Research (Second Edition)*. Academic Press, 1: 89, 92, 96, 97, 98, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111.
53. Thrall, D. 2018. Introduction to Radiographic Interpretation. In: Thrall, D. (ed.). *Textbook of Veterinary Diagnostic Radiology (Seventh Edition)*. W. B. Saunders: 110.
54. Vančata, V. 1991. Evolution of femur and tibia in higher primates: Adaptive morphological patterns and phylogenetic diversity. *Hum. Evol.* 6, 16.
55. Varela N. 2005. Consideraciones anatómicas de importancia clínica en los primates neotropicales. *Rev Asoc Vet Vida Silvestre* 1: 19.
56. Voisin, J. 2006. Clavicle, a Neglected Bone: Morphology and Relation to Arm Movements and Shoulder Architecture in Primates. *The Anatomical Record Part A*, 288A: 946, 949.
57. Wallace, R., Mittermeier, R., Cornejo, F., & Boubli, J. 2008. *Ateles chamek*. The IUCN Red List of Threatened Species 2008: e.T41547A10497375. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2008.RLTS.T41547A10497375.en>.
58. Williams, S. 2011. Variation in anthropoid vertebral formulae: implications for homology and homoplasy in hominoid evolution. *J. Exp. Zool. (Mol. Dev. Evol.)* 314B: 4.
59. Ward, C., Maddux, S., & Middleton E. 2018. Three-dimensional anatomy of the anthropoid bony pelvis. *American journal of physical anthropology*, 166(1): 1, 2,3, 6.