

DESCRIPCIÓN Y VARIACIÓN DEL ESQUELETO POSTCRANEAL DE *GLOSSOPHAGA MORENOI* MARTINEZ Y VILLA-R., 1938 (CHIROPTERA: PHYLLOSTOMIDAE)

Celia LÓPEZ-GONZÁLEZ¹ y Oscar J. POLACO²

¹CIIDIR-COFAA Unidad Durango. Instituto Politécnico Nacional, Sigma s/n,
Fracc. 20 de Noviembre II, Durango, Durango, 34220, MÉXICO

²Subdirección de Laboratorios y Apoyo Académico, Instituto Nacional de
Antropología e Historia, Moneda 16, Centro, México D.F. 06060, MÉXICO

RESUMEN

Se describen las características morfológicas cualitativas, el número de elementos óseos y la variación en forma y número de huesos en el esqueleto postcraneal de una población de *Glossophaga morenoi*, con base en el examen de una muestra de 60 ejemplares. El esqueleto consta de 267 elementos óseos en 70% de la muestra analizada, el resto presentó variación únicamente en el número de vértebras y en las costillas asociadas a ellas. Debido a su alto grado de similitud en caracteres craneales, las especies del género *Glossophaga* son consideradas como especies hermanas. El mismo patrón parece existir a nivel postcraneal, la morfología del esqueleto postcraneal de *G. morenoi* es, en términos generales, la misma descrita para *G. soricina*, la única otra especie del género para la cual se dispone de información detallada.

Palabras Clave: esqueleto postcraneal, *Glossophaga morenoi*, anatomía, Chiroptera.

ABSTRACT

Qualitative postcranial characteristics, number of osseous elements, and their intrapopulational variation are described for a sample of 60 *Glossophaga morenoi*. There are 267 postcranial elements in 70% of the specimens examined. Deviations from this quantity are due to variation in number of vertebrae and associated ribs. Because of their high degree of morphological similarity in skull characters, species of *Glossophaga* have been considered as sibling species. Postcranial features reflect this trend. In general, postcranial morphology of *G. morenoi* closely resembles that of *G. soricina*, the only other species for which detailed postcranial information is available.

Key Words: postcranial skeleton, *Glossophaga morenoi*, anatomy, Chiroptera.

INTRODUCCION

El esqueleto de los mamíferos ha sido ampliamente estudiado tanto para establecer relaciones filogenéticas como con fines taxonómicos. Sin embargo, debido a la importancia del cráneo en Taxonomía, se ha dado menor énfasis a las características postcraneales y más a las craneales y dentarias. En muchos casos se recurre al esqueleto postcraneal sólo cuando no existe material craneal, situación

López-González & Polaco: Esqueleto postcraneal de *Glossophaga morenoi*

más frecuente en paleontología, por lo que los datos disponibles sobre características postcraneales suelen ser fragmentarios y enfocados a pocos grupos. El resultado es un vacío en el acervo de información básica sobre un buen número de taxa, información primordial para abordar problemas relacionados con la forma-función de los organismos, la evolución de patrones morfológicos, estudios de integración o diagnóstico del estado de conservación de las poblaciones a través de la evaluación de la frecuencia de aberraciones fenotípicas (“phenodeviants” *sensu* Zakharov, 1992, Schandorff, 1997).

Glossophaga es un género muy común de murciélago palinófago, distribuido en las zonas tropicales del Continente Americano, desde el sur de Tamaulipas y Sonora en México, hasta el sur de Brasil, Paraguay y el norte de Argentina, en altitudes que van desde el nivel del mar hasta los 2600 m (Webster, 1993). Actualmente se reconocen cinco especies (*G. commissarisi*, *G. leachii*, *G. longirostris*, *G. morenoi* y *G. soricina*) para este género, cuatro de las cuales están presentes en México (Jones *et al.*, 1988). A pesar de su amplia distribución y gran abundancia, existen pocos trabajos que aborden la osteología de *Glossophaga*, y ninguno de los que existen se restringe exclusivamente a este género o alguna de sus especies (Arroyo-Cabrales & Alvarez, 1990, Smith, 1972, Strickler, 1978, Walton & Walton, 1968, 1970, 1973). En general, la información con que se cuenta se refiere a la especie más común, *G. soricina*, y aún para ésta, el esqueleto no ha sido descrito en su totalidad, ni se ha analizado su variación morfológica.

Glossophaga morenoi es una especie endémica de México, distribuida en los estados de Michoacán, Morelos, Puebla, Guerrero, Oaxaca y Chiapas. Se reconocen dos subespecies para este taxón, *G. m. mexicana* para el oriente de Oaxaca y occidente de Chiapas, y *G. m. morenoi* para el resto de la distribución (Webster, 1993). El objetivo de este trabajo es describir el esqueleto postcraneal de un ejemplar adulto de *Glossophaga m. morenoi* y determinar de manera cualitativa la variación no geográfica (interindividual y entre sexos) para una muestra proveniente de una sola población. Aspectos cuantitativos referentes a esta misma muestra han sido reportados previamente (López-González & Polaco, 1998).

MATERIAL Y MÉTODOS

Se examinaron 60 ejemplares de *Glossophaga m. morenoi* provenientes del estado de Michoacán, México (22.2 km N, 7.0 km W Infiernillo, 350 m, 56; 19.5 km N, 8.3 km W Infiernillo, 340 m, 4). De ellos, 52 fueron adultos (sutura basiesfenoidea y epífisis de los metacarpales y falanges por completo fusionadas) y ocho juveniles. La muestra fue colectada en dos localidades separadas por no más de 400 m de

distancia y 10 m de altitud, por lo que se considera que todos los individuos pertenecen a una misma población biológica. Cincuenta y dos (45 adultos, 7 juveniles) fueron preparados para colección osteológica como se describe en DeBlase & Martin (1981); los ocho restantes (7 adultos, 1 juvenil) fueron transparentados y teñidos utilizando el procedimiento descrito por Hollister (1934), con el fin de observar estructuras que se pierden o deterioran con la técnica de DeBlase & Martin (1981), como los sesamoideos y las zonas cartilaginosas; esta técnica permitió además apreciar la disposición de cada elemento en el organismo, ya que conserva el ejemplar articulado. Los ejemplares se hallan depositados en la colección osteológica de comparación del Laboratorio de Paleozoología de la Subdirección de Laboratorios y Apoyo Académico del Instituto Nacional de Antropología e Historia, México.

El presente trabajo no se ocupa del hioides; debido al tamaño reducido de la muestra, tampoco fue posible examinar la variación debida a la edad. Se describe cada uno de los elementos postcraneales del ejemplar CLG 252 (iniciales y número del preparador, utilizados en tanto se cataloga el esqueleto), hembra adulta, y se ilustran algunos de ellos. Se analizó también la variación en la forma de los huesos, para lo cual se compararon los restantes 51 individuos adultos con el ejemplar descrito en busca de diferencias en la forma de los huesos y posibles anomalías. Asimismo, se determinó la variación en número mediante la cuenta de todos los elementos óseos. Dado que posterior al nacimiento el número de huesos se considera independiente de la edad del individuo, para esta parte del análisis se incluyeron tanto adultos como juveniles. El sacro, cada uno de los componentes del esternón y el radio-ulna fueron considerados como unidades. Se registró adicionalmente el sexo del ejemplar para explorar el posible dimorfismo.

En la nomenclatura y criterios de posición de los huesos se sigue a Sisson y Grossman (1959), Vaughan (1959) y Walton & Walton (1973). Los términos referentes a posición se aplican como se haría en el caso de un animal cursorio (Fig. 1A) excepto en el autopodio anterior, que se trata como si la extremidad estuviera extendida en posición de vuelo, quedando el pulgar en la parte anterior (Fig. 1B). La clave para las abreviaturas utilizadas en las figuras constituye el Apéndice A.

Para la descripción de la morfología se analizó una muestra constituida por ejemplares adultos; esta selección elimina como fuente de variación aquella atribuible a la edad. Quedan entonces por analizar tres aspectos de la variabilidad de la especie: 1) Aquellas variantes que son expresión del acervo genético normal de la población, tanto en número de elementos como en características morfológicas, 2) las posibles diferencias sexuales secundarias y 3) los caracteres producto de traumatismo o patología, considerados aquí como anormales. Estos

López-González & Polaco: Esqueleto postcraneal de *Glossophaga morenoi*

tres aspectos se analizan a continuación para los diferentes componentes del esqueleto.

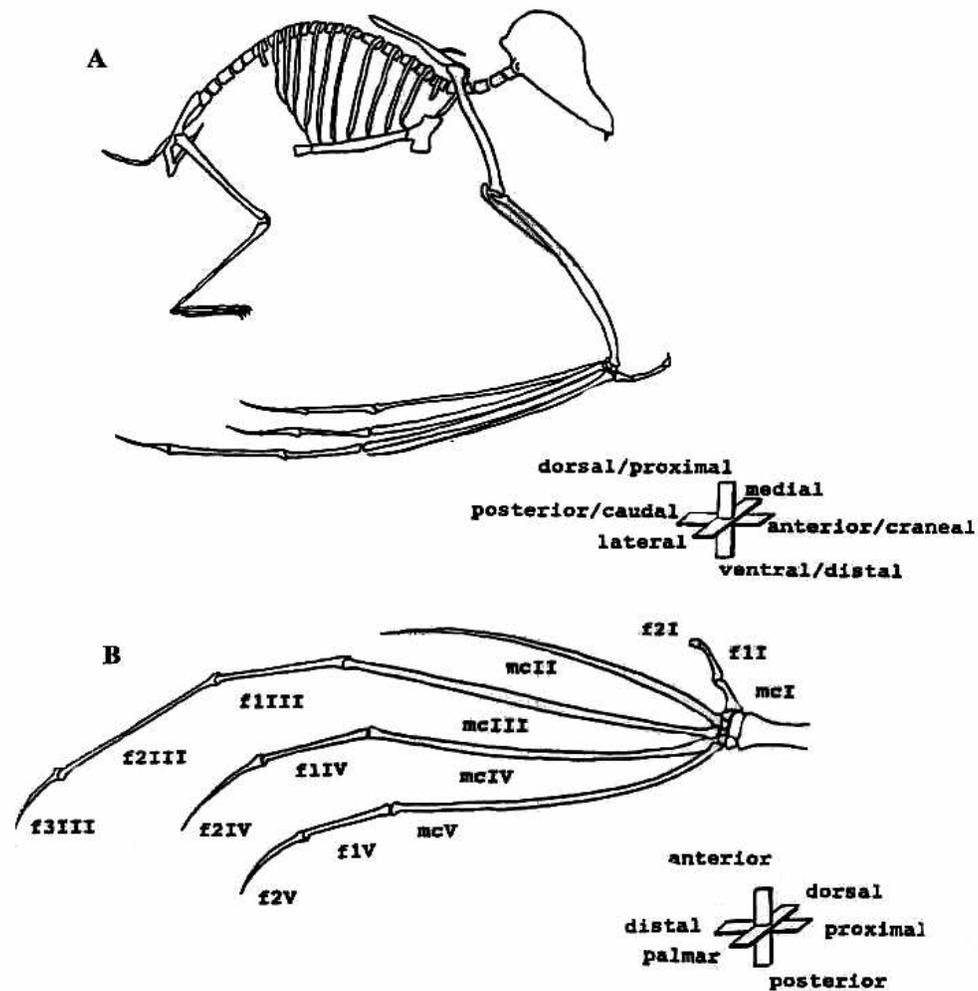


Figura 1

Crterios de posición utilizados en la descripción de los elementos del esqueleto de *Glossophaga morenoi*. Cuerpo (A), autopodio (B).

Cuadro 1

Número más común de elementos óseos en una población de *Glossophaga morenoi morenoi*. Esta combinación se presenta en 42 (70%) de los 60 ejemplares examinados, incluyendo el ejemplar descrito.

Elemento	No. de Piezas
Vértebras	
Cervicales	7
Torácicas	12
Lumbares	5
Sacro	1
Caudales	5
Costillas	24
Inominado	2
Sesamoideos inominado	2
Esternón	2
Clavícula	3
Escápula	2
Húmero	2
Sesamoideos húmero	4
Radio-ulna	2
Sesamoideos radio	2
Carpos	14
Sesamoideos carpos	10
Metacarpos	10
Falanges 1	10
Sesamoideos falanges 1	16
Falanges 2	8
Sesamoideos falanges 2	2
Falanges 3	2
Sesamoideos Falanges 3	2
Fémur	2
Patela	2
Sesamoideos fémur	4
Tibia	2
Fíbula	2
Calcáneo	2
Astrágalo	2
Tarsos	10
Sesamoideos Tarsos	6
Metatarsos	10
Sesamoideos Metatarsos-falanges	20
Falanges 1	10
Sesamoideos falanges 1	10
Falanges 2	10
Sesamoideos falanges 2	10
Falanges 3	8
Sesamoideos falanges 3	8
TOTAL	267

RESULTADOS

El esqueleto postcraneal del ejemplar CLG252 consta de 267 elementos óseos (Cuadro 1). En la muestra el número varía de 267 a 271 como consecuencia de varias combinaciones posibles; el conjunto más común es 267 (Cuadro 1), que se presenta en 42 de los 60 ejemplares revisados. No hay evidencia de dimorfismo sexual en cuanto al número de huesos.

ESQUELETO AXIAL

La columna vertebral consta de 36 vértebras, 7 cervicales (aquellas con canales vertebral arteriales y carentes de centro), 12 torácicas (las que sostienen costillas), 5 lumbares (colocadas entre las torácicas y el sacro), un sacro (representado por 6 vértebras fusionadas) y 5 caudales (las posteriores al sacro). Las diferencias observadas en el número de huesos en los ejemplares examinados son resultado de variaciones en la columna vertebral y costillas (Cuadro 2).

Cuadro 2

Variación en el número de elementos óseos de *Glossophaga morenoi morenoi*. T=torácicas, L=lumbares, S=sacras, Ca=caudales, Ct=costillas torácicas, Cl=costillas lumbares.

No. de ejemplares	Vértebras						%	No. total de huesos
	T	L	S	Ca	Ct	Cl		
42	12	5	6	5	24	-	70.0	267
2	12	5	6	6	24	-	3.0	268
12	12	5	6	5	24	1-2	20.0	268-269
1	13	4	6	6	26	-	1.6	270
1	13	5	5	6	26	-	1.6	271
1	13	4	7	5	26	-	1.6	269
1	12	6	5	5	24	2	1.6	269

Vértebras cervicales

Atlas.- Es la vértebra de mayor tamaño (Fig. 2, A y B), carece de centro y su contorno es elipsoide. El arco dorsal presenta una depresión muy somera en la parte media anterior; la parte ventral anterior se angosta, siendo la vértebra mucho más ancha dorsal que ventralmente. Todos sus forámenes presentan diámetros muy amplios.

El arco ventral termina en un tubérculo pequeño; posee dos espinas ventrales cortas y divergentes que equidistan del plano medio. De la base de éstas parte el proceso transversal, cuyo borde se dirige laterad y se prolonga anterad hacia la base de las facetas articulares con el cráneo. Estas son cóncavas, de forma subcuadrangular y se prolongan ligeramente anterad con respecto al cuerpo de la vértebra. Las que articulan con el axis son muy pequeñas y se hallan colocadas en

dirección anteromedial. Entre éstas y el proceso transverso se abren los forámenes transversos, dispuestos anteroposteriormente; dorsales a ellos se encuentran los forámenes atlantales, dirigidos cranead y de tamaño mayor al de los primeros.

En el resto de la muestra, la forma general del hueso se mantiene constante; el tubérculo ventral puede estar prácticamente ausente o ser desde una muesca poco marcada hasta una pequeña espina bífida. Las espinas ventrales pueden ser de rectas a ligeramente curvadas en uno de sus extremos. El arco dorsal varía en anchura, pudiendo ser una línea muy delgada que se angosta aún más en su parte media hasta dos depresiones muy someras en la misma; en términos generales, los forámenes atlantales son muy grandes, sólo en un ejemplar (2%) se observaron pequeños. Los procesos transversos pueden ser desde casi rectos hasta dos lóbulos bien marcados, estos procesos son las estructuras más variables del atlas.

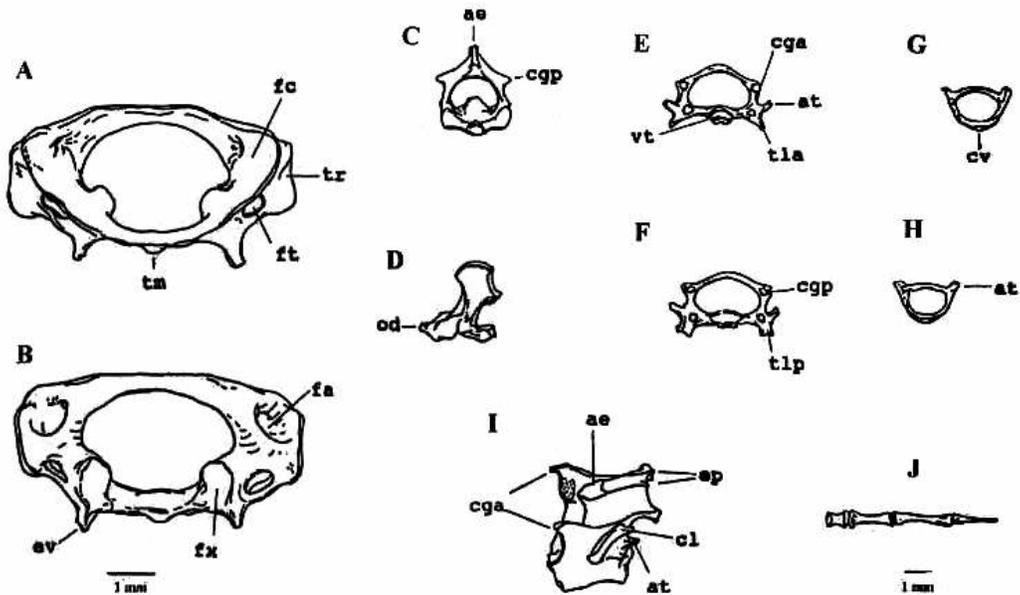


Figura 2

Algunos elementos de la columna vertebral de *Glossophaga morenoi*. Atlas, vista anterior (A) y posterior (B); axis: anterior (C), lateral (D); cuarta vértebra cervical: posterior (E), anterior (F); cuarta torácica: posterior (G) anterior (H); primera lumbar vista laterodorsal (I); de izquierda a derecha, segunda a quinta caudales (J). Con excepción de la vértebra torácica, todos los dibujos corresponden al ejemplar descrito.

López-González & Polaco: Esqueleto postcraneal de *Glossophaga morenoi*

Axis.- Es la vértebra más alta (Fig. 2, C y D), su parte dorsal es un arco angosto rematado en una espina neural fuerte, de base ancha y con el borde dorsal convexo (vista lateral). El arco ventral se extiende anterad y termina en la apófisis odontoide, la cual es poco desarrollada, roma y dirigida ligeramente dorsad. El piso de la vértebra es cóncavo en su parte dorsal; en la ventral es plano, ancho y se extiende hacia la parte posterior terminando en una lengüeta que articula en una concavidad anterior de la siguiente vértebra. Los canales vertebroarteriales se disponen en dirección posterolateral y se encuentran reducidos a surcos poco marcados. Posterior a éstos, se forma una pequeña apófisis transversa dirigida posterad.

En la parte media lateral se desarrollan cigoapófisis posteriores muy cortas; sus facetas articulares se disponen ventrad y articulan con la faceta dorsal de la cigoapófisis anterior de la siguiente vértebra. Este patrón de articulación se repite hasta la última torácica. La variación más notable en este elemento se da en los canales vertebroarteriales, que pueden evidenciarse como dos espinas que se dirigen posterad y que pueden ser casi imperceptibles, hasta un canal completo, muy delgado y de luz amplia. El proceso odontoides es de casi horizontal a ligeramente levantado. En cuatro ejemplares (7%) la espina neural presenta una pequeña muesca o escotadura posterior; en uno más (2%) esta espina es muy angosta en vista lateral.

Las vértebras cervicales restantes (Fig. 2, E y F) son más anchas y deprimidas que el axis; de modo similar a éste, la parte posterior del arco ventral termina en una lengüeta que se suaviza en las más caudales, de manera que el borde posterior en la séptima es prácticamente liso. La parte dorsal se reduce a arcos mucho más angostos que los ventrales que se dirigen ligeramente cranead (en la tercera, cuarta y quinta vértebras) o posterad (en la sexta y séptima). La anchura de las últimas cinco cervicales decrece en orden 4a-5a-6a-3a-7a. Todas presentan apófisis transversas y tubérculos laterales anteriores y posteriores excepto la tercera, que carece de estos últimos. Lateralmente, el arco ventral de las vértebras se prolonga posterad y anterad en dos pequeñas apófisis. Los canales vertebroarteriales se forman entre la base de la apófisis transversa y la pared lateroventral de la vértebra. Dorsalmente, en la parte media posterior se presentan dos espinas muy pequeñas que son el extremo caudal de un par de crestas paralelas al eje anteroposterior. En la séptima cervical los procesos transversos están ausentes; la apófisis transversa es reducida y no hay canales vertebroarteriales. Sólo se observó variación en la sexta y séptima vértebras, que pueden presentar un par de espinas dorsales posteriores paralelas.

Vértebras torácicas

Se presentan 12, en las más anteriores los cuerpos vertebrales se hallan reducidos a un abultamiento muy pequeño en el centro del piso de la vértebra (Fig. 2, G y H); posteriormente, ganan altura y se angostan doblándose sobre sí mismos, de modo que los últimos son reniformes en sección transversal. El canal vertebral es de forma circular a subtriangular y siempre es mayor que el cuerpo. Los arcos neurales son anchos y existe espacio entre ellos, si bien muy reducido.

La primera torácica es tan ancha y deprimida como la séptima cervical, las siguientes dos se vuelven progresivamente más angostas y altas; la forma se mantiene a partir de la tercera. Presentan dos crestas dorsales que se conservan aproximadamente paralelas hasta la décima; en las últimas dos se unen para formar una sola cresta más ancha y alta (apófisis espinosa) que termina en dos espinas posteriores muy cortas.

Las primeras diez torácicas poseen apófisis transversas muy cortas, reducidas a la faceta articular con el tubérculo de la costilla. En la undécima vértebra, la faceta tiende a desaparecer, en su parte posterior se presenta una espina muy pequeña dirigida posterad; en la duodécima la faceta desaparece, esta vértebra presenta una espina muy pequeña en su parte media lateral. Tres ejemplares (5%) presentan 13 vértebras torácicas y un par de costillas adicional.

Vértebras lumbares

Son comprimidas, de cuerpos muy pequeños y subtriangulares. Poseen una apófisis espinosa baja y larga que en la primera y segunda vértebras se bifurca en la parte terminal, presentan apófisis transversas cortas e inclinadas ventrad. En la primera, en la parte media del costado izquierdo articula una pequeña costilla que sólo entra en contacto con la vértebra en esta parte (Fig. 2,I). En la última, la apófisis espinosa se reduce a una cresta muy pequeña, y la transversa es más desarrollada que en las restantes.

Las vértebras lumbares varían en número (de 4 a 6) y muy poco en forma. La excepción es la primera, que en 13 ejemplares (22%) (Cuadro 2, Fig. 2,I) presentan una o dos costillas cortas y delgadas, articuladas en un sólo punto, y que pueden estar libres (4 ejemplares) o fusionadas al cuerpo vertebral (9). Es muy probable que originalmente hubiera dos costillas en todos los casos; la presencia de una sola puede atribuirse a la pérdida de la otra durante el proceso de preparación del esqueleto, ya que en algunos ejemplares es visible la zona de articulación entre la costilla y la vértebra. En la parte media lateral de la misma pueden presentarse tres espinas muy cortas (1 ejemplar, 2%).

Vértebras sacras

Se consideran sacras aquellas vértebras fusionadas entre sí que pueden o no estar articuladas con el inominado y que tienen apófisis espinosas. El ejemplar descrito presenta seis vértebras sacras; con excepción de la primera, cuyo cuerpo vertebral está separado del siguiente, todas están fusionadas, y las suturas entre ellas son casi indistinguibles. La primera conserva las cigoapófisis anteriores y posteriores, la segunda sólo las posteriores. Estas dos vértebras son las más anchas y junto con parte de la tercera, articulan con el inominado. A partir de esta última el sacro se angosta y deprime. Las primeras cuatro poseen canal neural y centro, así como un par de forámenes dorsales; las apófisis dorsales de las primeras cinco se unen formando una cresta continua, las de la sexta están separadas.

El sacro presenta diversos grados de fusión en la primera vértebra; lo más común es que la primera y segunda estén fusionadas por completo, aunque aquella puede estar libre, o fusionada con la segunda sólo en su parte dorsal. Las apófisis dorsales pueden estar formando una cresta continua o mostrarse separadas en las dos últimas vértebras; los forámenes, lo mismo que las suturas entre vértebras, son claramente distinguibles en algunos ejemplares, mientras en otros son casi imperceptibles. El sacro está normalmente formado por seis segmentos, (Cuadro 2) pero puede tener cinco (2 ejemplares, 3%) o siete (1 ejemplar, 2%). En este último ejemplar sólo se presentan cuatro vértebras lumbares; aunque no fue posible evaluarlo, es probable que en este caso la quinta lumbar se haya fusionado al sacro en una etapa temprana. No existe evidencia alguna de que el fenómeno se deba a enfermedad o malformación.

Vértebras caudales

Son aquellas que están después del sacro y no presentan apófisis espinosas. El ejemplar que se describe presenta cinco (la figura 2J representa las cuatro más distales), el número más común, aunque en cuatro ejemplares (7%) se cuantificaron seis (Cuadro 2).

Las dos primeras vértebras son relativamente anchas, deprimidas y cortas; la primera es casi cuadrada y la más corta; la segunda es rectangular y ligeramente mayor. Las restantes son más comprimidas; la cuarta es la más larga, de aproximadamente el doble de tamaño que la segunda; la tercera y quinta son una vez y media más grandes que la segunda; la última es muy corta y carece de faceta articular posterior, termina en una punta roma que se prolonga en un botón cartilaginoso. En la muestra, la primera y segunda caudales se mantienen relativamente constantes en forma, la tercera, cuarta y quinta varían en longitud, y la última puede reducirse a un botón muy corto terminado en una punta roma.

Costillas

Existe un par por cada vértebra torácica. El primer par de costillas es pequeño y muy robusto en comparación con el resto, su capítulo y tubérculo están muy desarrollados. Presentan una cresta semicircular posterior gruesa que se inicia en la parte dorsal y termina casi en el borde ventral. Una proyección cartilaginosa en su extremo ventral las une con su correspondiente brazo lateral del manubrio, formando un anillo óseo-cartilaginoso. El capítulo de la primera costilla articula en la unión de la séptima cervical y la primera torácica. El tubérculo se une con la base de la cigoapófisis anterior de ésta última.

Las siguientes costillas poseen un capítulo bien desarrollado, un tubérculo pequeño y cuello largo y esbelto; el capítulo articula sobre el espacio entre la fosa costalis y la parapófisis, el tubérculo con la parte lateral anterior de la apófisis transversa. Después del tubérculo, se ensanchan y aplanan dorsoventralmente, presentan un reborde posterior muy delgado en toda su longitud. Hasta el quinto par, son de forma muy similar a la descrita; a partir del sexto, se reducen en tamaño y curvatura, siendo el último casi recto; éste puede llegar a ser muy pequeño y es flotante, ya que articula sólo con la parapófisis de la duodécima vértebra torácica.

Además de su número, que depende del de vértebras torácicas y lumbares (ver arriba), la variación en las costillas es evidente sólo en el primer par, cuya superficie ancha puede deformarse y presentar protuberancias más o menos marcadas en sus superficies anterior y posterior.

Esternón

Este elemento consta de tres componentes no fusionados y perfectamente distinguibles (Fig. 3A), articula directamente con las clavículas, y mediante proyecciones cartilaginosas, con nueve pares de costillas. La parte más anterior es el manubrio o presternón, el cual tiene forma de "T". Su eje mayor se dirige anteroposteriormente mientras que los brazos se levantan un poco en dirección dorsal. Estos poseen una pequeña muesca o escotadura en la parte posterior. La base de la T es un cuello corto que se ensancha en su parte posterior para formar la articulación con el mesoesternón. Perpendicular al eje mayor se presenta un proceso ventral comprimido, de contornos redondeados y tamaño apenas menor al de los brazos, que se dirige posteroventrad. El borde posterior de este proceso se prolonga en una cresta baja pero bien definida.

El mesoesternón está formado por cuatro segmentos fusionados y comprimidos, es ligeramente cóncavo en vista lateral y presenta en la parte media una quilla alta, con suaves ondulaciones, cuya altura mayor se encuentra al nivel del tercer segmento. Sus bordes laterales son aserrados y presentan cuatro pares de tubérculos.

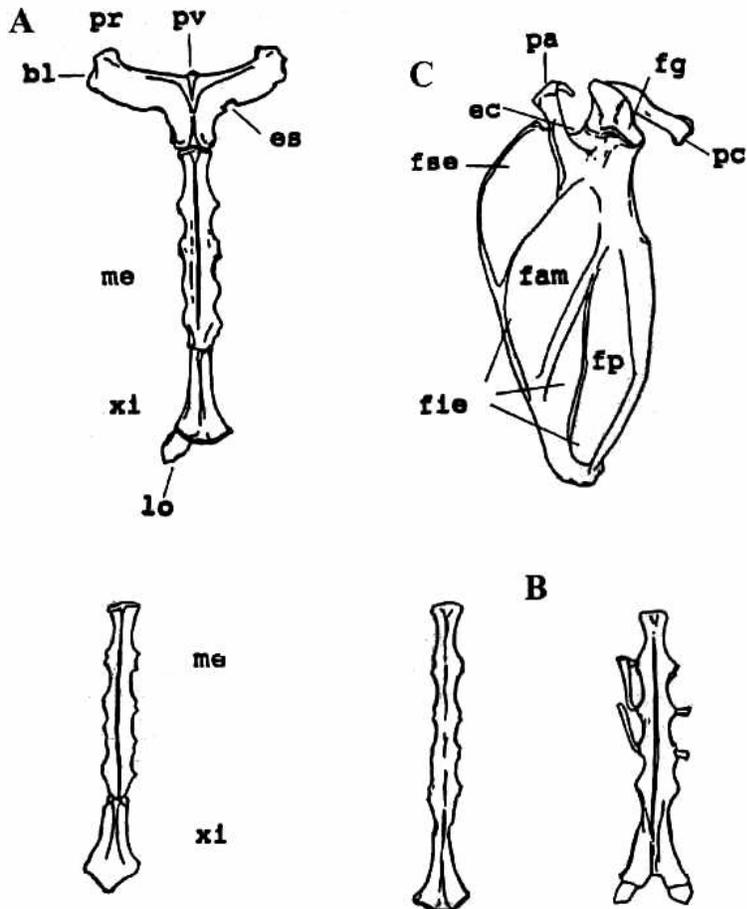


Figura 3

A: Vista ventral del esternón. B: Distintos grados de fusión del mesoesternón y xifiesternón y variación en la forma de éste último. C: vista dorsal de la escápula derecha. Los dibujos A y C corresponden al ejemplar descrito.

El xifiesternón es de forma trapezoidal, con una cresta ventral más baja que es prolongación de la quilla que recorre el mesoesternón, y que tiende a desaparecer posterad. El xifiesternón es comprimido en su parte anterior y deprimido y más ancho en la posterior, termina en una proyección cartilaginosa bilobulada (el ejemplar descrito conserva sólo uno de los lóbulos), este elemento no articula con las costillas.

El esternón se une al resto de la caja torácica casi exclusivamente por medio de cartílago; sólo las clavículas articulan con la parte anterodorsal de los brazos laterales del manubrio. Estos últimos se prolongan en una proyección cartilaginosa que, se une con el primer par de costillas.

Del extremo posterior del manubrio, muy cerca de la articulación con el mesoesternón, parten dos proyecciones cartilaginosas laterales que articulan con el segundo par de costillas. En la unión de cada par de segmentos del mesoesternón se forma un par de pequeños tubérculos, uno más sale de la parte media del cuarto segmento. El tubérculo más anterior articula con el tercer par de costillas, el siguiente con el cuarto par, el tercero con el quinto y el último con el sexto. De la unión meso-xifiesternón parten proyecciones que se unen al séptimo y octavo pares de costillas. Los extremos ventrales del noveno al undécimo están unidos al octavo par de costillas por cartílago, y por lo tanto, al menos indirectamente con el esternón.

En el resto de la muestra, el extremo posterior de los brazos laterales del manubrio presenta dos (10 ejemplares, 17%), una (7, 12%) o ninguna muesca (18, 30%); sus extremos laterales pueden prolongarse ligeramente posterad; el proceso ventral va de redondeado a angosto y comprimido. Los segmentos del mesoesternón varían en longitud, aunque no en número. La unión meso-xifiesternón presenta diversos grados de fusión y en seis ejemplares (10%) están completamente fusionados. La morfología del xifiesternón es muy variable, presenta tres formas generales distintas (Fig. 3B), aunque la figura muestra sólo los extremos de la variación, ya que la mayoría de los ejemplares tiene características intermedias entre ellas. La cresta del xifiesternón puede ser desde muy baja hasta una estructura bien levantada.

ESQUELETO APENDICULAR

Cintura pectoral

Escápula.- (Fig. 3C) Es un hueso grande y robusto cuyo eje mayor es paralelo al plano anteroposterior. La espina escapular, las aristas de la fosa infraespinosa y el borde medial están bien marcados; el borde axilar es mucho más engrosado y la parte anterior del borde medial se levanta y forma la quilla anteromedial. La escápula es de contorno casi ovoide, termina posteriormente en un extremo romo que se prolonga en una proyección cartilaginosa de tamaño variable terminada en punta (ángulo caudal).

La superficie del hueso se halla dividida mediante la espina escapular en dos fosas, la más anterior (supraespinosa) es de forma foliácea, en vista dorsal su extremo caudal se levanta apenas del plano anteroposterior. La fosa posterior (infraespinosa) se divide en tres facetas; la anteromedial es un triángulo escaleno

López-González & Polaco: Esqueleto postcraneal de *Glossophaga morenoi*

cuyo lado menor se une a la fosa supraespinosa formando un ángulo de unos 120° con respecto al plano anteroposterior; la faceta intermedia, de forma lanceolada, presenta el extremo posteromedial más ancho y casi recto y el lateral anterior terminado en punta; la faceta posterolateral es elipsoide y su extremo anterior se une a la faceta medial en un ángulo muy agudo, de manera que la escápula presenta una depresión diagonal profunda en la parte media (vista dorsal).

La espina escapular, las aristas de la fosa infraespinosa y el borde medial están bien marcados, en tanto el borde axilar es mucho más engrosado. La parte anterior del borde medial se levanta y forma la quilla anteromedial. La fosa glenoidea es una concavidad lisa cuyo extremo anterior se angosta, dándole la forma aproximada de una gota de agua. El tubérculo supraglenoideo se eleva inmediatamente anterior a la fosa glenoidea, en su parte dorsal existe una "faceta accesoria" poco marcada (*sensu* Miller, 1907), y más o menos triangular, que entra en contacto con la tuberosidad mayor del húmero cuando el murciélago mueve el brazo hacia arriba; el extremo medial anterior del tubérculo supraglenoideo articula con la clavícula.

El proceso coracoideo de la escápula es fuerte y plano, se curva en dirección ventrolateral llegando más allá del borde lateral de la escápula, ensanchándose ligeramente en su extremo. El borde anterior de la escápula desciende mediad a partir de la base del coracoideo y forma una escotadura amplia que termina en una proyección anteromedial engrosada. El proceso acrómico se dispone ligeramente posterior y medial a la fosa glenoidea, es una prolongación aplanada que se eleva sobre el dorso de la escápula y se dirige cranead. Este proceso tiene la forma de un espolón cuyo extremo apunta hacia la base del proceso coracoideo. El borde lateral de este espolón hace contacto con la base de la tuberosidad mayor del húmero cuando el brazo se mueve hacia adelante. La fosa glenoidea articula con la cabeza del húmero y permite el libre movimiento en todas direcciones, excepto hacia la parte media.

En general, la forma de la escápula se ciñe a un patrón morfológico más o menos constante, donde las diferencias son más notables en tamaño que en forma. La profundidad de las crestas y valles y la disposición de las facetas son muy variables; el tubérculo glenoideo se mantiene más o menos constante, no así el contorno de la escápula que es muy variable, sobre todo en sus partes posterior y lateral. No obstante, desde el punto de vista cuantitativo, la escápula es uno de los elementos con más bajo coeficiente de variación (López-González & Polaco, 1998).

Clavícula.- Es comprimida y robusta, atraviesa sobre la caja torácica en dirección dorsoventral, articulando su parte dorsal con la región medial del tubérculo supraglenoideo, y la ventral con el extremo anterodorsal del brazo lateral del

manubrio. En su porción media se forman dos depresiones de tamaño desigual, siendo la del extremo ventral más grande; lateralmente, una cresta muy gruesa la recorre la clavícula en toda su longitud. El extremo ventral es elíptico en sección transversal y se ensancha para formar la cara articular con el manubrio.

Húmero.- Es el componente más robusto del esqueleto (Fig. 4, A y B). Tiene forma sigmoidea y la diáfisis sufre una ligera torsión, de modo que los extremos proximal y distal no están en el mismo plano; su parte media es casi circular en sección transversal. La cabeza está situada en la epífisis proximal, es de forma oval y su eje mayor se dirige en sentido dorsomedial. La tuberosidad mayor es el punto más proximal del hueso, se dirige cranead y su parte medial entra en contacto con la faceta accesoria de la escápula; en su parte posterior presenta dos pequeñas depresiones de distinto tamaño. Lateral e inmediatamente ventral a la tuberosidad mayor, se halla una cresta muy corta que se dirige ventrad.

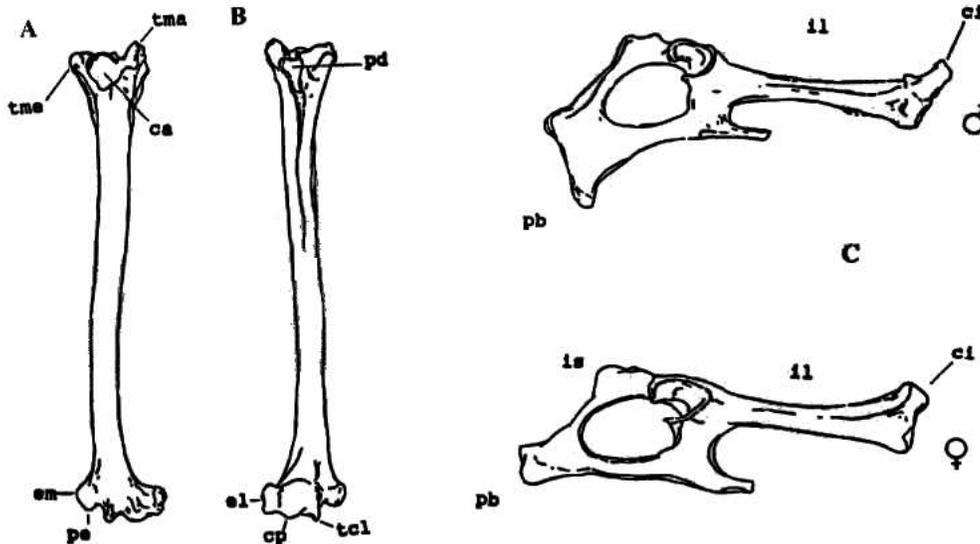


Figura 4

A y B: Vistas posterolateral y anteromedial, respectivamente, del húmero. C: Dimorfismo sexual en la forma del innominado. A y B corresponden al ejemplar descrito.

La tuberosidad menor se orienta medialmente, presenta un cuello largo y se prolonga ventrad en una cresta bien marcada que se desvanece casi a 1/5 de la longitud total del hueso. Opuesta a la cabeza se encuentra la cresta pectoral-deltoides (Fig. 4B), que es muy robusta y desarrollada; su extremo proximal es un

López-González & Polaco: Esqueleto postcraneal de *Glossophaga morenoi*

tubérculo, su superficie anterior es lisa y cóncava, y por detrás presenta una depresión somera y alargada que se prolonga ventrad haciéndose más delgada y ligeramente más angosta; esta depresión se desvanece junto con el resto de la cresta pectoral-deltoides a una distancia apenas menor que la cuarta parte de la longitud total del hueso. En el extremo proximal del húmero, posterior a la cabeza y delimitada por la cresta pectoral-deltoides, se halla una cavidad en la cual penetra el extremo lateral de la tuberosidad supraglenoidea cuando el brazo se levanta.

En la epífisis distal el epicóndilo medial y su proceso espinoso son distinguibles, aunque el primero es muy reducido; el segundo, en cambio, es ancho en su base y se angosta un poco distad, terminando en una punta roma. La tróclea está bien desarrollada en su parte distal, el capítulo es ancho y redondeado; el epicóndilo lateral es corto y robusto, con un proceso anterolateral bien desarrollado y una cavidad anterior junto a la cual se aloja un par de sesamoideos. En la parte dorsal del capítulo, en la unión epífisis-diáfisis, se encuentra una depresión elipsoidal; otra depresión, aproximadamente circular, se localiza en la parte dorsal del epicóndilo lateral. En el lado medial del capítulo se levanta una cresta muy corta, apenas visible, orientada en forma dorsoventral.

La epífisis proximal entra en contacto con la escápula en varios puntos cuando el brazo se mueve hacia atrás: la articulación cabeza-fosa glenoidea y los contactos faceta accesoria-tuberosidad mayor y proceso acrómico-cuello de la tuberosidad menor. De manera similar, cuando el brazo se mueve hacia arriba, se tocan la tuberosidad supraglenoidea y la depresión media.

La morfología de este elemento es en general poco variable. La tuberosidad menor se prolonga en un reborde cuya anchura va desde prácticamente nada hasta una cresta bien desarrollada. La cresta ventral a la tuberosidad mayor varía en altura y longitud y está ausente en dos ejemplares. La parte cóncava de la cresta pectoral-deltoides puede adelgazarse mucho en su extremo lateral, en algunos ejemplares llega a desaparecer parcialmente, quedando la cresta muy angosta. En el extremo distal existen pequeñas diferencias en el tamaño de los procesos espinoso y lateral del epicóndilo medial. La cresta de la parte posterior del capítulo va de muy pequeña a una estructura bien desarrollada que representa el extremo anterior de la faceta en la que articulan la ulna y el radio, esta última puede estar bien marcada o apenas insinuarse.

Radio-ulna.- El radio es el hueso más largo de todo el esqueleto. Es ligeramente aplanado y en su eje anteroposterior se curva. La superficie anterior de la epífisis proximal es de forma subtriangular, el vértice proximal de esta epífisis es el proceso articular medial, que entra en contacto con el capítulo del húmero. El vértice lateral es redondeado y se inclina ventrad; posterior a éste se aloja un sesamoideo denominado patela ulnar. El vértice medial no se inclina y es muy corto comparado

con los otros dos. En la parte posterior de la epífisis proximal se levanta una cresta fuerte que se curva ligeramente laterad delimitando una pequeña depresión.

La epífisis proximal del radio posee dos facetas, la parte media del capítulo del húmero se inserta entre ellas. El flanco lateral de la diáfisis es recorrido por una cresta que llega casi al nivel de la inserción de la ulna. Una cresta similar, mucho más corta, recorre el lado medial. La epífisis distal es cóncava en su parte posterior y convexa anteriormente, con los bordes muy altos y curvados hacia adentro; se ensancha apenas para formar la articulación con los carpos.

La cavidad posterior se halla delimitada en su parte anterior por varios procesos: el estiloides-pseudoestiloides, el más ancho, rodea aproximadamente la mitad de la superficie articular; dos procesos más pequeños se encuentran en el extremo posterior, siendo el más lateral el de menor altura. En esta cavidad se alojan el escafolunar y el cuneiforme formando una articulación en bisagra que sólo permite el movimiento de flexión-extensión. En el lado medial anterior se encuentran cuatro tubérculos formando pares, los dos más centrales (con respecto al eje mayor del hueso) son muy altos y desarrollados, el tercero y cuarto son más bajos; entre ellos se forman tres surcos poco marcados.

La ulna es frágil y delgada, se desprende con facilidad del radio y mide poco menos de la mitad de la longitud de éste. Su epífisis proximal, en particular el proceso olecranon, rebasa apenas la parte posterior del vértice proximal del radio; el olecranon es un ensanchamiento con la forma de un paralelepípedo, presenta una faceta casi plana en la parte anterior que articula con la parte posterior de la tróclea en el húmero y del proceso articular medial del radio. El extremo distal de la ulna se fusiona en la parte anterior del radio, más o menos a dos quintas partes de su longitud mayor.

En el extremo proximal la forma y posición de los procesos y crestas de radio y ulna son muy constantes, no así el grosor de estas últimas, que varía mucho de ejemplar a ejemplar. En la epífisis distal del radio, los cuatro tubérculos mediales delimitan tres surcos de superficie lisa que pueden estar de muy marcados a insinuados. En algunos ejemplares, proximal al tubérculo lateral se forma una cresta de tamaño variable que semeja un pliegue.

En un ejemplar (2%), la ulna se fusiona al radio antes de la primera mitad de su longitud total; ambos huesos se hallan unidos mediante una porción ósea de consistencia más porosa que lo usual. Al parecer, la ulna se fracturó y volvió a soldar, el punto de unión de ambos elementos es visible. Sin embargo, en el sitio donde normalmente se encuentra la unión radio-ulna, no se observa la huella de que haya estado ahí alguna vez. Este es el único caso anormal de toda la muestra analizada si se considera como condición normal, aunque poco común, la presencia de un ejemplar con siete vértebras sacras (ver arriba).

López-González & Polaco: Esqueleto postcraneal de *Glossophaga morenoi*

Carpó.- Está formado por un total de once huesos, seis de ellos arreglados en dos series, proximal y distal, además del pisiforme y cuatro sesamoideos. La hilera proximal articula con el radio y consta de dos elementos; el escafolunar, el más grande, presenta la superficie palmar cóncava, su parte dorsal es convexa y se apoya en la cavidad articular del radio. Posterior a éste se encuentra el cuneiforme, un hueso pequeño, de forma casi cónica y con un proceso posterior en forma de gancho que se dirige proximad.

La serie distal está formada por cuatro huesos que tienen superficies dorsales convexas que descansan en el escafolunar y laterales que articulan unas con otras, de tal manera que el movimiento de la mano queda restringido al plano anteroposterior. El elemento más anterior de esta serie es el trapecio, que presenta un tubérculo que articula en una cavidad posteroventral del escafolunar. Su superficie anterior es convexa y articula con la epífisis distal del primer metacarpal; la posterior, cóncava, con el trapecoide. Entre el trapecio y el primer metacarpal se encuentra un sesamoideo que limita el movimiento del dedo en dirección proximal.

El trapecoide es un hueso pequeño, comprimido, con una protuberancia dorsal terminada en punta; articula proximalmente con el escafolunar y distalmente, junto con el trapecio, entre la faceta articular del primer metacarpal y el proceso articular del segundo. El magno es un hueso comprimido en su parte proximal y ensanchado en la dorsal; articula con el escafolunar y se inserta en el espacio entre el segundo y tercer metacarpales, la parte ensanchada detiene el movimiento dorsal de ambos. Sobre el ensanchamiento se encuentra un sesamoideo. El unciforme es el hueso más posterior de esta serie; posee un surco distal en el que entra el proceso articular del cuarto metacarpal; su parte proximal articula con el cuneiforme, la anterior con el magno, y la distal, por medio de una pequeña superficie casi plana, con la epífisis proximal del metacarpal V.

Sobre la serie distal de carpales, del lado ventral y casi sobre la unión de los metacarpales II y III se encuentra el pisiforme, muy pequeño, alargado y colocado en dirección anteroposterior; debajo de éste se halla un par de sesamoideos muy reducidos y de tamaño desigual. Los carpales son constantes en posición y poco variables en forma.

Metacarpo.- Está formado por cinco metacarpales bien desarrollados, los cuatro últimos, junto con el radio, son los huesos más largos del esqueleto. La longitud decrece en el siguiente orden: III, IV, V, II, I; siendo el I muy corto, robusto y el único dispuesto en el eje anteroposterior, su diáfisis es delgada y se ensancha casi al doble en su extremo proximal para formar una superficie articular plana y ovalada que se encuentra en contacto con el trapecio y un sesamoideo.

Los restantes metacarpales son mucho más largos, delgados y dispuestos de manera aproximadamente perpendicular al primero; presentan crestas anterior y

posterior en toda su longitud. El II se curva en dirección anteroposterior, su epífisis proximal presenta una cara posterior cóncava que articula con un proceso anterior del metacarpal III; distal a ésta, se halla un tubérculo reducido que se inserta en un hueco ventral en la base de la epífisis proximal del mismo metacarpal. La epífisis distal del metacarpal II es muy angosta y termina en una faceta donde articula la primera falange.

El metacarpal III es casi recto, la faceta posterior de su epífisis proximal es una cavidad en la que penetra el proceso anteroventral del IV. Los metacarpales II y III presentan un proceso proximal comprimido con superficies articulares anteriores y posteriores que se ajustan a la forma de los carpales.

En el metacarpal IV la epífisis proximal tiene un surco posterior en el que articula el proceso anterodorsal del V, su proceso proximal presenta un gancho que se curva posterad y articula en un surco posterior del unciforme. Los dos últimos metacarpales se curvan dorsoventralmente. La epífisis distal de todos ellos termina en un cóndilo que articula con la falange I correspondiente.

Falanges.- Se presentan cinco falanges 1; cuatro falanges 2 (en los dedos I, III, IV y V), y una falange 3 en el dedo III; la fórmula falangeal es 2-1-3-2-2. Con excepción del primero, todos los dedos carecen de uñas, las falanges se mueven únicamente en sentido anteroposterior.

La primera falange del dedo I es arqueada, aproximadamente una vez y media más larga que el metacarpal I, ancha en su extremo proximal y angosta en el distal. En la parte palmar de la articulación con el primer metacarpal se presenta un par de sesamoideos ovales; el extremo distal de esta falange es un cóndilo que articula con la falange ungueal. Esta última es comprimida y con un proceso ventral similar a un espolón, en cuya base hay un orificio que la atraviesa de lado a lado; presenta además una cavidad proximal que abarca todo el cóndilo. Un sesamoideo se encuentra en el lado palmar de la articulación falange 1-falange ungueal.

La primera falange del dedo II es una espina muy reducida y casi fusionada al metacarpal. Las falanges 1 de los dedos III, IV y V son de forma similar, aunque de tamaño proporcional al de sus metacarpales. En la parte palmar de la articulación con éstos, presentan un par de sesamoideos de tamaño desigual. Estas falanges poseen crestas anterior y posterior que las recorren a todo lo largo, su extremo proximal es cóncavo, en tanto que su extremo distal consta de un par de cóndilos que articulan con las segundas falanges.

Las segundas falanges son similares en forma a las primeras, pero poseen además un proceso dorsal en la epífisis proximal que se inserta en el espacio entre los cóndilos de las falanges 1. La falange 2 del dedo III es la más grande de todo el autopodio. Las terceras falanges son también muy similares en forma a las primeras, aunque de tamaño menor; presentan un sesamoideo dorsal en la

López-González & Polaco: Esqueleto postcraneal de *Glossophaga morenoi*

articulación. Los extremos distales de los dedos II a V terminan en una proyección cartilaginosa.

Las epífisis de metacarpales y falanges son poco variables, las diáfisis se curvan de manera más o menos uniforme, aunque como resultado del proceso de preparación, ocasionalmente los metacarpales pueden llegar a curvarse de manera anormal (con más frecuencia el II y raramente el III, IV y V). El primero es muy corto y no está sujeto a esta deformación; las falanges pueden llegar a sufrir un efecto parecido, sobre todo las más distales.

Cintura pélvica

Pelvis.- Consta de dos inominados, cada uno formado por tres elementos que en el adulto se encuentran fusionados: el ilion, que forma la porción dorsal anterior, el isquion, constituido por una rama dorsal y una ascendente que se unen casi en ángulos rectos en la parte posterior del hueso, y el pubis, que consta de una rama anterior descendente y una ventral que se unen en ángulo recto. A partir de esta unión se proyecta hacia adelante la espina púbica.

El inominado es una estructura muy frágil, la región correspondiente al ilion es la más fuerte, tiene forma alargada, ligeramente deprimida y se angosta en la parte posterior; la cresta iliaca es baja, ancha y robusta, y rodea el extremo anterior del hueso, el cual se ensancha un poco en la zona que articula con el sacro. El extremo ventral del inominado, formado por el isquion y el pubis, es subcuadrangular en vista lateral; en su ángulo dorsal anterior se encuentra el acetábulo, una cavidad circular incompleta en su parte posterior que se abre hacia el forámen obturador, de forma elíptica. Posterior al acetábulo se levanta un pequeño tubérculo dorsal, un sesamoideo se aloja en la parte dorsal anterior del mismo. El vértice ventral posterior del cuadrángulo es la rama púbica, una prolongación alargada que se dirige posterad, en tanto que el vértice anterior se continúa en la espina púbica. Existe gran variación en la altura de la cresta iliaca, la forma y tamaño del orificio obturador y la forma del acetábulo.

La pelvis fue la única parte del esqueleto en la que se observaron diferencias sexuales secundarias en forma y tamaño (López-González & Polaco, 1998). En las hembras, los extremos posteriores de las ramas púbicas se prolongan posterad y se angostan terminando en una punta que puede ser desde un vértice romo hasta un lóbulo bien formado; en un ejemplar (2%), la parte dorsal de este vértice presenta una pequeña excrescencia. En los machos, las ramas púbicas se curvan y convergen medialmente (Fig. 4C); en 16 de los 24 ejemplares examinados (67%), sus extremos posteriores se unen en una sínfisis.

Extremidades posteriores.- Se encuentran rotadas casi 180° con respecto a la posición cursoria, esta modificación se da en mayor o menor grado en todos los murciélagos (Vaughan, 1970). Los huesos largos son débiles y poco desarrollados

si se comparan con los de la extremidad anterior; el autopodio posterior, en cambio, es una estructura compacta y fuerte.

Fémur.- Es recto y casi cilíndrico, ensanchado en las epífisis. La proximal se desvía ligeramente laterad con respecto al eje mayor del hueso; en la diáfisis, en la sección inmediata a la epífisis proximal, se levanta la cresta medial, bien definida y de base ancha. Otra cresta lateral, más pequeña, se desarrolla al nivel del primer tercio de la longitud de la diáfisis. La epífisis proximal está formada por la cabeza, de forma esférica, y los trocánteres (troquiter y troquin), mucho más pequeños y dispuestos distalmente con respecto a cabeza. Los trocánteres son de tamaño similar, con cabezas redondeadas y divergen uno del otro. El troquiter nace en un punto más proximal que el troquin (Fig. 5, A y B).

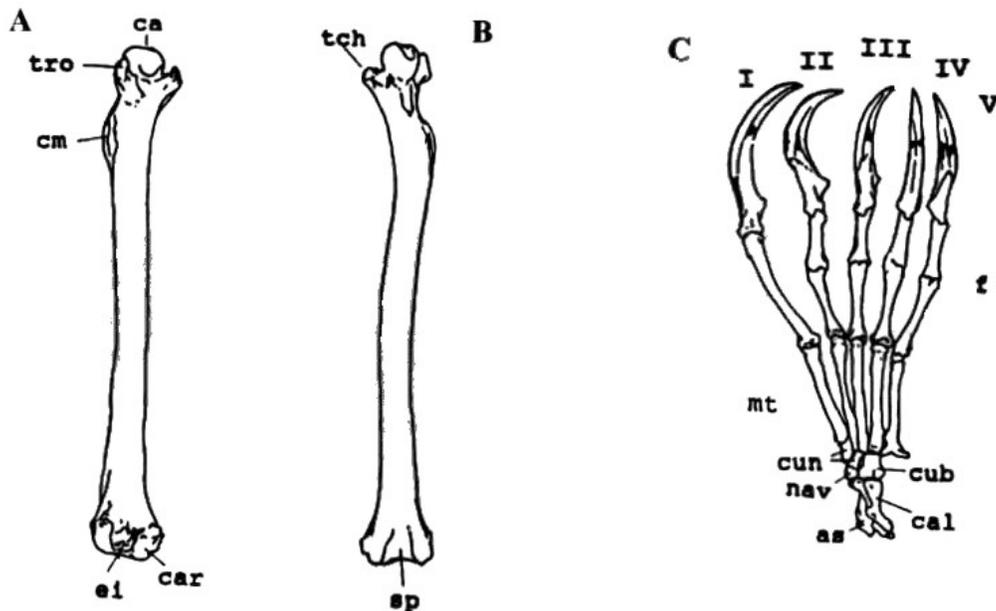


Figura 5

A y B: Vistas posterior y anterior del fémur, respectivamente. C: vista dorsal del autopodio posterior derecho. Los dibujos corresponden al ejemplar que se describe, hembra adulta.

En la epífisis distal, los cóndilos articulares con la tibia son de tamaño similar y contornos suaves. El surco patelar, así como la escotadura intercondilar están bien marcados, aunque aquel es poco profundo. La articulación fémur-tibia presenta, además de la patela, dos sesamoideos, uno muy pequeño y aplanado que

López-González & Polaco: Esqueleto postcraneal de *Glossophaga morenoi*

descansa sobre la parte posterior lateral del fémur y otro, de tamaño menor, colocado posterior al primero.

La estructura general del fémur varía poco, puede presentar una cresta lateral de tamaño variable en el tercio más proximal de la diáfisis y una posterior, muy pequeña, en el extremo distal de la misma, que no se presenta en el ejemplar de referencia. La longitud del "cuello" del fémur (distancia entre el extremo proximal de la cresta medial y la epífisis proximal) varía en longitud y grosor.

Patela.- Es un hueso de forma ovoide cuyo eje mayor tiene la misma dirección que el eje del fémur. Se aloja en el surco patelar; su extremo distal se apoya en el tubérculo anterior del proceso cnemial de la epífisis proximal de la tibia.

Tibia.- Es una estructura muy fina, poco más larga que el fémur y curvada ligeramente en sentido anteroposterior. La diáfisis es plana en la parte posterior y redondeada en la anterior; una cresta posteromedial baja recorre casi toda su longitud adelgazándose distad; otra más marcada y gruesa, en posición lateral, se encuentra en la parte proximal; la segunda tiende a reducirse distad, desapareciendo antes de la mitad de la longitud de la tibia. Una tercera cresta se presenta en la parte posterior de la epífisis proximal.

La superficie articular con el fémur es subtriangular, presenta dos cavidades casi circulares y muy poco profundas donde se insertan los cóndilos articulares del fémur. Uno de los vértices del triángulo es el proceso cnemial, el cual se dirige hacia adelante, se levanta un poco y articula con la base de la patela. Los otros dos vértices son los procesos lateral y medial. La epífisis distal tiene una faceta distal cóncava por medio de la cual articula con el astrágalo. La parte lateral de la misma entra en contacto con la fíbula. Del lado anterior se levanta una pequeña cresta longitudinal. La tibia es un elemento de morfología relativamente constante. Las variaciones más conspicuas se dan, por una parte, en la cresta longitudinal, que puede quedar reducida a un tubérculo, y por otra en la articulación con los tarsales, que puede estar más o menos dirigida distad.

Fíbula.- Es frágil y delgada, de aproximadamente dos terceras partes de la longitud de la tibia. Su extremo proximal es una espina muy delgada y libre que se encuentra posterior al de la tibia; el distal es un ligero ensanchamiento que articula, en su parte medial, con la parte anterior de la tibia y con el astrágalo, y en la distal con astrágalo y calcáneo, con el que también entra en contacto lateralmente. La tibia presenta una cresta anterior muy gruesa que termina en un tubérculo lateral pequeño. Debido a su fragilidad, su forma se ve modificada fuertemente por el proceso de preparación.

Tarso.- Está formado por un total de 10 elementos que se arreglan en dos grupos; en primer término una hilera proximal que consta de dos huesos, el calcáneo y el astrágalo (Fig. 5C). El primero es alargado y se dispone anteroposteriormente; su extremo proximal se prolonga posterad en un tubérculo

que forma el talón y del cual parte el calcar, una proyección cartilaginosa relativamente corta. En el extremo anterior dorsal el calcáneo se ensancha, formando un triángulo con una depresión longitudinal en la parte media y tubérculos en sus tres vértices. Su parte medial articula con el astrágalo y la distal con el cuboides. El astrágalo es un hueso robusto, comprimido, más ancho proximal que distalmente. Su extremo posterior es convexo, articula con la cavidad distal de la tibia y con la fíbula; su extremo medial con el calcáneo y el distal con el navicular.

El segundo conjunto de tarsales está constituido de huesos muy simples, de forma vagamente cúbica, que no forman una hilera definida, sus elementos más proximales son el cuboides y el navicular. El cuboides es el mayor de los tarsales, articula con el cuarto metacarpal y la porción distal del calcáneo; el navicular se dispone medial al cuboides y articula con el astrágalo. Le siguen tres cuneiformes, el extremo proximal del más interno (entocuneiforme) entra en contacto con el navicular y el lateral con el cuboides. Los otros dos cuneiformes (meso y ectocuneiforme) se disponen medial y posteriormente al primero. Tres sesamoideos están presentes, uno sobre el lado medial del astrágalo, otro sobre el calcáneo y el tercero sobre el mesocuneiforme. Los tarsales, junto con los extremos proximales de los metatarsales, están apretadamente dispuestos (Fig. 5C).

Metatarsales.- Todos son cilíndricos, se curvan en sentido dorsoventral y son de longitud similar. Su epífisis proximal es ensanchada; los metatarsales II, III y IV son más comprimidos proximalmente y se hallan en contacto unos con otros en el primer tercio de su longitud. El lado medial del segundo está en contacto con el lateral del primero en sus extremos proximales. El metatarsal V es ancho en su parte proximal, en tanto que lateralmente se prolonga en un tubérculo (Fig. 5C). El extremo distal de todos los metatarsales es un ligero ensanchamiento con dos tubérculos ventrales separados por una profunda depresión. Del lado ventral, en la articulación con las falanges, se encuentran dos sesamoideos, y dorsalmente, sobre los metatarsales, un tercero.

Falanges.- La fórmula falangeal es 2-3-3-3-3. Todas las falanges 1 son proximalmente ensanchadas y poseen una superficie articular con dos cóndilos. La primera falange del dedo I es la más larga de todas, casi del doble de longitud que el resto; su extremo distal presenta un sesamoideo en la parte dorsal. Todas las falanges 2 (excepto la del dedo I) tienen el extremo proximal ensanchado, una superficie articular cóncava y dos pequeños tubérculos ventrales. Son levemente deprimidas en su extremo distal, el cual termina en dos cóndilos; dorsalmente y casi en contacto con la falange ungueal, presentan un sesamoideo muy pequeño. La segunda falange del dedo I y todas las terceras son ungueales, poseen una superficie articular cóncava muy pequeña; son comprimidas y en vista lateral tienen la forma de un triángulo isósceles, cuyo vértice más agudo se curva ventrad, los

otros dos se prolongan en tubérculos, la base del triángulo es atravesada por un orificio. La forma de todos los huesos del autopodio se mantiene aproximadamente constante, las variaciones observadas son en tamaño.

DISCUSIÓN

Variación no sexual

El ejemplar estudiado se ajusta en términos generales a las descripciones que hacen Walton & Walton (1968, 1970 & 1973) del esqueleto de los filostómidos. Existen algunas diferencias entre las características observadas en dicho ejemplar y las características que se reportan para *Glossophaga soricina*, sin embargo, cuando se contrasta contra la muestra analizada, los atributos de *G. soricina* quedan comprendidas en el espectro de variación de la muestra de *G. morenoi*. Las excepciones se tratan de manera específica a continuación.

Walton & Walton (1973) observaron que en *G. soricina* las espinas ventrales del atlas forman un gancho que se curva medialmente, y que tanto los forámenes transversos como los atlantales son someros e inconspicuos. En *G. morenoi* las espinas ventrales pueden ser rectas o ligeramente curvadas medially, sin embargo, con excepción de un ejemplar (2%), todos los forámenes son de luz muy amplia y siempre atraviesan completamente el atlas.

Las vértebras cervicales restantes, las primeras 11 torácicas y las últimas cuatro lumbares son constantes en forma dentro de la muestra y presentan algunas diferencias con respecto a lo descrito por Walton & Walton (1970) para *G. soricina*. Según estos autores, los arcos neurales de las torácicas son delgados y muy separados entre sí, dejando un espacio conspicuo entre arco y arco que tiende a disminuir hacia atrás. En el ejemplar que se describe y el resto de la muestra analizada, los arcos neurales son anchos y sí existe un espacio, aunque muy reducido, entre ellos.

El sacro presenta diversos grados de fusión en la primera vértebra. En un caso, además de las seis que comúnmente lo integran, la quinta lumbar parece hallarse también fusionada a éste. Es posible que el proceso de fusión de esta estructura no termine en la edad adulta, sino que continúe durante cierto tiempo después. Sin embargo, el patrón observado de fusión de las vértebras sacras es altamente variable y no depende sólo de la edad, ya que en ejemplares que apenas están completando la osificación de las falanges y metacarpos el sacro está fusionado en su totalidad, mientras en otros, claramente adultos, la fusión no es total.

El número de vértebras sacras reportado por Walton & Walton (1970) para *G. soricina* es de cinco, mientras que el número más común encontrado en la muestra estudiada es de seis, aunque se pueden presentar cinco o siete (Cuadro 2). La cola

es asimismo una estructura cuyos elementos varían mucho en tamaño y forma, no sólo en esta muestra sino al parecer en toda la especie. Evidencia de ello es que en la descripción original (Martínez & Villa-R., 1938) se consideró que *Glossophaga morenoi* carecía de este apéndice y este carácter fue uno de los criterios básicos para separarla de *G. soricina*. Es probable que los ejemplares tipo sí presentaran cola, si bien muy reducida. Ejemplares recientemente colectados en la localidad tipo de *G. m. mexicana* muestran colas que externamente son casi imperceptibles, compuestas por una o dos vértebras.

En el caso del esternón, *G. soricina* presenta una escotadura en el borde posterior de cada uno de los brazos del manubrio (Walton & Walton, 1968), este carácter puede o no estar presente en *G. morenoi*. El margen de la quilla del mesoesternón, que se describe como aserrado (Walton & Walton, 1970) es más bien ondulado, aunque en este caso la diferencia puede ser de interpretación del carácter más que morfológica. Los mismos autores consideran que no existen límites bien definidos entre el mesoesternón y el xifiesternón, estos elementos son independientes en el ejemplar descrito; sin embargo, en algunos de los esqueletos examinados están fusionados y la sutura es indistinguible (Fig. 3B). Estas diferencias en grado de fusión parecen estar relacionadas con la edad del organismo.

La escápula es un elemento que presenta poca variación en la forma de sus contornos y la dirección de sus procesos. Walton & Walton (1968) estudiaron la morfología del extremo distal del proceso coracoideo a nivel genérico, señalando que es el carácter más variable de la familia Phyllostomidae. Separaron ésta en dos grupos de acuerdo con el grado de complejidad de la estructura, *Glossophaga*, en particular, pertenece al tipo "complejo".

El inominado es un hueso con una amplia variación no sexual en forma, sobre todo en su parte dorsal y el forámen obturador. La presencia o ausencia de la sínfisis del pubis puede estar en función de la edad del organismo.

En cuanto a los componentes del *pes*, de acuerdo con Walton & Walton (1970), los tarsales de los murciélagos se arreglan en tres hileras: una proximal formada por el calcáneo y el astrágalo, una media compuesta por el cuboide y el navicular, y una distal constituida por tres cuneiformes. *Glossophaga morenoi* no sigue exactamente este patrón, los elementos distales no se disponen en filas, sino en un grupo fuertemente unido por tejido conectivo. Este tipo de organización representa una ventaja para los quirópteros dados los hábitos de vida de estos organismos, que pasan buena parte de ella colgados de las extremidades posteriores. El calcar se ha descrito como un elemento de naturaleza cartilaginosa en etapas tempranas, que tiende a osificarse parcial o totalmente, posiblemente en función de la edad del individuo (Walton & Walton, 1970). En los ejemplares teñidos, esta estructura permanece sin color en todos los casos. Dado que la técnica sólo tiñe hueso, es

López-González & Polaco: Esqueleto postcraneal de *Glossophaga morenoi*

muy probable que esta prolongación sea cartilaginosa en esta especie a lo largo de toda la vida del individuo.

Dimorfismo sexual

Desde el punto de vista cualitativo, se encontraron diferencias entre sexos únicamente en la forma del inominado, y éstas han sido descritas previamente (Walton & Walton, 1970). La forma de este elemento permite distinguir claramente machos y hembras aún cuando sólo se disponga de uno de los inominados. Para otros elementos se han reportado diferencias significativas en tamaño (López-González & Polaco, 1998).

Las características del esqueleto postcraneal de *Glossophaga morenoi* son muy similares, en términos generales, a las descritas para *G. soricina*. Desde el punto de vista taxonómico y por su parecido morfológico en caracteres craneales, las especies del género *Glossophaga* han sido consideradas como especies hermanas. Con excepción de las características señaladas previamente, y consistente con lo que se observa en el cráneo, el esqueleto postcraneal de las dos especies es prácticamente indistinguible en los caracteres examinados. Sin embargo, desde el punto de vista morfométrico, la evidencia indica que para *Glossophaga* el esqueleto postcraneal ha divergido menos que el cráneo, sobre todo en caracteres relacionados con el vuelo o la posición de descanso, lo que sugiere que el cambio este tipo de caracteres tiene limitaciones, impuestas por la importancia de su función para la supervivencia del organismo (López-González & Polaco, 1998).

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a J. Arroyo-Cabrales, T. Alvarez y E. Díaz-Pardo por sus comentarios y sugerencias para el mejoramiento de las primeras versiones de este manuscrito, originalmente presentado como parte del trabajo de tesis de licenciatura del primer autor. Los dibujos de elementos óseos fueron elaborados por M. T. Olivera Carrasco, a quien agradecemos su desinteresada dedicación a este proyecto. J. Ramírez-Pulido y un revisor anónimo contribuyeron a mejorar el texto en sus últimas versiones.

LITERATURA CITADA

Arroyo-Cabrales, J. & T. Alvarez. 1990. *Restos óseos de murciélagos procedentes de las excavaciones en las grutas de Loltún*. Serie Prehistoria, Instituto Nacional de Antropología e Historia 194:1-103.

De Blase, A. F. & R. E. Martin. 1981. *A manual of Mammalogy with keys to families of the World*, 2nd. edition., Wm. C. Brown Co. Publishers, USA.

Hollister, G. 1934. Clearing and dyeing fish for bone study. *Zoologica* 12:89-101.

- Jones, J. K., Jr., J. Arroyo-Cabrales & R. D. Owen.** 1988. Revised checklist of bats (Chiroptera) of Mexico and Central America. *Occas. Papers Mus. Texas Tech Univ.* 120:1-34.
- López-González, C. & O. J. Polaco.** 1998. Variation and secondary sexual dimorphism on skeletal characters of *Glossophaga morenoi* and *G. leachii* from Southwestern Mexico (Chiroptera: Phyllostomidae). *Z. Säugethierkunde* 63:137-146.
- Martínez, L. & B. Villa-R.** 1938. Contribuciones al conocimiento de los murciélagos de México I. *An. Inst. Biol., Univ. Nal. Aut. Méx.* 9:399-360.
- Miller, G. S.** 1907. The families and genera of bats. *Bull. U. S. Nat. Mus.* 57:1-282.
- Schandorff, S.** 1997. Developmental stability and skull lesions in the harbour seal *Phoca vitulina* in the 19th and 20th centuries. *Ann. Zool. Fennici* 34:151-166.
- Sisson, S. & J. D. Grossman.** 1959. *Anatomía de los animales domésticos*. Salvat Editores, España.
- Smith, J. D.** 1972. Systematics of the Chiroptera, Family Mormoopidae. *Univ. Kansas Mus. Nat. Hist. Misc. Pub.* 56:1-132.
- Strickler, T. L.** 1978. Functional Osteology and Myology of the shoulder in the Chiroptera. *Contributions to Vertebrate Evolution No. 4*, M. K. Hecht and F. S. Szalay (eds.), New York.
- Vaughan, T. A.** 1959. Functional Morphology of three bats: *Eumops*, *Myotis*, *Macrotus*. *Univ. Kansas Pub. Mus. Nat. Hist.* 12:1-153.
- _____. 1970. The skeletal system. Pp. 98-139. *In: W. A. Wimsatt (ed.). Biology of bats*. Academic Press, New York.
- Walton, D. W. & G. M. Walton.** 1968. Comparative osteology of the pelvic and pectoral girdle of the Phyllostomatidae (Chiroptera:Mammalia). *J. Grad. Res. Center, Southern Methodist Univ.* 37:1-135.
- _____. 1970. Post-cranial Osteology. Pp. 93-126. *In: B. H. Slaughter & D. W. Walton (eds). About Bats*. Southern Methodist University Press, Dallas.
- Walton, G. M. & D. W. Walton.** 1973. Considerations on the osteology and myology of the upper cervical region in the Phyllostomatidae. *Kor. J. Zool.* 16(3):149-160.
- Webster, W. D.** 1993. Systematics and Evolution of the genus *Glossophaga*. *Special Pub. Mus., Texas Tech Univ.* 36:1-184.
- Zakharov, V. M.** 1992. Population phenogenetics: Analysis of developmental stability in natural populations. *Acta Zool. Fenn.* 191:7-30.

Recibido: 23 de mayo 2000
Aceptado: 5 de diciembre 2000

Apéndice 1

Abreviaturas utilizadas en las figuras

ae	apófisis espinosa	ft	forámen transverso
as	astrágalo	fx	faceta articular con el axis
at	apófisis transversa	il	ilion
bl	brazo lateral	is	isquion
ca	cabeza	lo	lóbulo cartilaginoso
cal	calcáneo	mc	metacarpal
car	cóndilo articular	me	mesoesternón
cga	cigoapófisis anterior	mt	metatarsales
cgp	cigoapófisis posterior	mx	maxilar
ci	cresta iliaca	nav	navicular
cl	costilla lumbar	od	proceso odontoides
cm	cresta medial	pa	proceso acrómico
cp	capitulum	pb	pubis
cub	cuboideas	pc	proceso coracoideo
cun	cuneiforme	pd	cresta pectoral-deltaide
cv	cuerpo vertebral	pe	proceso espinoso
ec	escotadura	pr	preesternón (manubrio)
ei	escotadura intercondilar	pv	proceso ventral
el	epicóndilo lateral	sp	surco patelar
em	epicóndilo medial	tch	trochín
ep	espina posterior	tcl	tróclea
es	escotadura posterior	tla	tubérculo lateral anterior
ev	espina ventral	tlp	tubérculo lateral posterior
f	falange	tm	tubérculo medial
fa	forámen atlantal	tma	tuberosidad mayor
fam	faceta anteromedial de la fosa infraespinosa	tme	tuberosidad menor
fc	faceta articular con el cráneo	tr	proceso transverso
fg	fosa glenoidea	tro	trochiter
fie	fosa infraespinosa	vt	canal vertebroarterial
fp	faceta posterolateral de la fosa infraespinosa	xi	xifiesternón
fse	fosa supraespinosa		