



Anatomía comparada de los músculos supinador y pronador redondo de tres especies carnívoras silvestres

Comparative anatomy of the supinator and pronator round muscles of three wild carnivorous species



Ganador Premio "Foro de Estudiantes 2015"

Silva, Manuela F. M.; Souza, Wilson V.; Almada, Rita M. F.; Carvalho, Amarilis D.; Souza Júnior, Paulo

Laboratório de Anatomia Animal, Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA)
Rodovia, Uruguaiana - Brasil

E-mail de autor: Manuela Fagundes Marinho Silva manuela_fagundes@hotmail.com

Resumen

Estudios sobre la miología del miembro torácico son importantes debido a que sus estructuras pueden variar de acuerdo con la especie y función de estos en la misma. Este estudio tuvo como objetivo analizar la presencia y comparar características cualitativas y cuantitativas de los músculos supinador y pronador redondo en tres especies de carnívoros silvestres: *Lycalopex gymnocercus* (zorro de campo), *Cerdocyon thous* (perro zorro) y *Procyon cancrivorus* (mapache lavador).

Para esto se hizo la disección de 66 miembros torácicos fijados en formaldehído. Después de identificar la presencia, el origen e inserción de los músculos, se realizaron las mediciones de la longitud de los músculos, la longitud del antebrazo, la anchura lateromedial de los músculos y la circunferencia del antebrazo para establecer comparaciones de proporciones de los músculos en relación con los antebrazos y entre especies.

El músculo supinador tuvo su origen en el epicóndilo lateral del húmero y se insertó en el tercio medio del radio y el músculo pronador redondo se originó en el epicóndilo medial del húmero y tenía inserción más distal en comparación con el músculo supinador también en el tercio medio del radio.

Los dos músculos fueron identificados en las tres especies con puntos de origen e inserción similares a los descriptos para carnívoros domésticos.

Las mediciones revelaron que el músculo pronador redondo es proporcional y significativamente ($p < 0,01$) más largo y ancho en *Procyon cancrivorus*. El músculo supinador es significativamente más largo en *Cerdocyon thous* más ancho en *Procyon cancrivorus* ($p < 0,01$). No hubo diferencia antimétrica significativa ($p > 0,05$).

Las dimensiones y proporciones de ambos músculos fueron más parecidas en *Lycalopex gymnocercus* y *Cerdocyon thous*, posiblemente por el repertorio de movimientos más similar y por la proximidad filogenética entre las dos especies.

Se concluyó que los músculos supinador y pronador redondo tienen mayor relevancia funcional para el *Procyon cancrivorus* debido al movimiento de rotación del antebrazo de esta especie ser más desarrollado.

Palabras clave: cánidos; miología; prociónidos; pronación; supinación

Abstract

Studies about forelimb myology are important because its structures vary according to the species and the usage of the limbs. This study aimed to analyze the presence and compare qualitatively and quantitatively the characteristics of the supinator and pronator teres muscles in three wild carnivores species: *Lycalopex gymnocercus* (Pampas fox), *Cerdocyon thous* (crab-eating fox) and *Procyon cancrivorus* (crab-eating racoon).

In order to do this, dissections of sixty-six forelimbs fixed in formaldehyde were done. After identification of muscles, measurements of the length of the muscles, the forearm length, lateral-medial muscle width and circumference of the forearm were taken to compare the proportions of the muscles in relation to the forearm and between species.

The supinator muscle arose from the lateral epicondyle of the humerus and it was inserted in the middle third of the radio and the pronator teres muscle originated in the medial epicondyle of the humerus and had more distal insertion compared to the supinator muscle, also in the middle third of the radio.

Both muscles occurred in the three species with bone points of origin and insertion identical as described for domestic carnivores. The measurements revealed pronator teres is proportionally and significantly longer and wider in *Procyon cancrivorus* ($p < 0.01$). The supinator muscle is significantly longer in *Cerdocyon thous* but wider in *Procyon cancrivorus* ($p < 0.01$). There weren't differences between antimers ($p < 0.05$).

The size and proportion of both muscle were closely related in *Lycalopex gymnocercus* and *Cerdocyon thous*, possibly because the movements of its forelimbs are more similar and by phylogenetic proximity.

It was concluded that supinator and pronator teres muscles are functionally more relevant to *Procyon cancrivorus* because this species has a more developed ability and necessity to rotate the antibrachium.

Keywords: canids, myology; procyonids; pronation; supination

Introducción

El miembro torácico tiene importancia no solamente para locomoción, sino también en el auxilio en la captura de los alimentos y para el apareamiento. Sus características varían de acuerdo a sus hábitos de vida natural de cada especie y de acuerdo a la necesidad de utilizar su miembro.¹⁻²

Estudios de miología son fundamentales para el entendimiento de anatomía funcional de los miembros torácicos en relación a la locomoción, capacidad de agarrar la presa y habilidad manual de las especies.²⁻³

En general, todos los mamíferos poseen músculos con función de pronación y supinación, pero estos pueden estar ausentes dependiendo de los movimientos necesarios para cada especie.⁴

En carnívoros domésticos, el músculo supinador es pequeño y fusiforme, con localización profunda a los músculos extensores del antebrazo.⁴ Se origina en el epicóndilo lateral del húmero e inserción craneal en la parte proximal del radio (5,6).

El músculo pronador redondo es fino y alargado, se origina en el epicóndilo medial del húmero y se inserta cranealmente en la parte proximal del radio.⁴⁻⁶

El *Lycalopex gymnocercus* (G. Fischer, 1814), conocido por zorro del campo habita en el Cono Sur de América del Sur, ocupando principalmente el Chaco, el Monte Argentino y las regiones del Pampa, incluso las provincias de la Rioja y Mendoza.⁷⁻⁸ Posee picos de actividad nocturna y diurna, por eso son más activos durante el día en áreas simpátricas con predominio nocturno *Cerdocyon thous*.⁹

El *Cerdocyon thous* (Linnaeus, 1766), conocido como perro del monte (Perro-zorro, Lobo, Perro de Monte) es el cánido brasileño más conocido. Esta ampliamente distribuido en América del Sur (excluyendo la cuenca del Amazonas), desde el norte de Colombia hasta el norte de Argentina. Se distribuyen desde las costas hasta regiones montañosas (hasta 3000 m).¹⁰ Habita áreas abiertas como campos y sabanas.

Tanto el *Lycalopex gymnocercus* como el *Cerdocyon thous* pertenecen a la familia Canidae. El *Procyon cancrivorus* (G. [Baron] Cuvier, 1798) pertenece a la familia Procyonidae y es conocido como mano-pelada (Mapache Lavador, Cangrejera o Mayuato). Vive en toda América Latina, desde el este de Costa Rica y Perú hasta el Uruguay en las áreas forestales asociadas a cuerpos de agua.¹¹ Con hábitos principalmente nocturnos, son buenos escaladores y nadadores.¹²⁻¹³

El objetivo fue investigar la presencia y comparar las características cualitativas y cuantitativas de los músculos supinador y pronador redondo en tres especies de carnívoras silvestres mencionadas.

Materiales y métodos

Fueron estudiados sesenta y seis miembros torácicos: *Lycalopex gymnocercus* (once miembros de machos y ocho de hembras), *Cerdocyon thous* (doce miembros de macho y veinticinco de hembras). *Procyon cancrivorus* (cuatro miembros de macho y seis de hembra).

Los cadáveres fueron recogidos muertos en rutas del bioma Pampa (autorización SISBIO N° 33667) y fijados con inyecciones subcutáneas, intramusculares e intracavitarias de formaldehído a 50% e inmersos en piletas con la misma solución a 10%.

Después, de aproximadamente 14 días de fijación, fue retirada la piel, la fascia superficial y la fascia antebraquial para exponer los músculos del antebrazo.

Los músculos extensores radial del carpo y extensor común de los dedos fueron levantados y rebatidos medialmente para que se pudieran observar el origen y la inserción del músculo supinador.

Para exponer el músculo pronador redondo se alejó el músculo extensor radial del carpo lateralmente.

Después de la identificación de los músculos y de sus respectivos puntos de origen e inserción, las siguientes medidas fueron realizadas: la longitud del músculo supinador desde el origen en el epicóndilo lateral del húmero hasta la inserción en el tercio medio del radio (**CMS**); longitud del músculo pronador redondo desde el origen en el epicóndilo medial del húmero hasta la inserción en el tercio medio del radio (**CMP**); el ancho lateral-medial de los músculos supinador (**LMS**) y el pronador redondo (**LMP**) a nivel de sus tercios medios; longitud del antebrazo desde el epicóndilo lateral del húmero hasta el proceso estilóide lateral de la ulna (**CAB**); y circunferencia del antebrazo (sin piel ni fascias) tomada a nivel de su tercio medio. (**CiAB**)

Los índices **CMS/CAB**, **CMP/CAB**, **LMS/CiAB** y **LMP/CiAB** fueron calculados para reflejar una proporcionalidad de largo y ancho de los músculos en relación con las medidas del antebrazo, permitiendo establecer comparaciones. Las referidas medidas fueron realizadas con un paquímetro digital Amattols® (resolución 0,01mm, exactitud $\pm 0,02$ mm).

También se observó la presencia del músculo pronador cuadrado.

Los datos fueron colocados en una planilla del software BioEstar® y aplicadas las siguientes pruebas: análisis descriptiva (media y desviación estándar); pruebas t de student para comparación de las medidas entre sexos o antímeros a nivel de significación del 5% ($\alpha = 95\%$); análisis de la varianza (ANOVA: un criterio) complementado por el test de Tukey para la comparación de las medidas entre las tres especies a nivel de 1% de significación ($\alpha = 99\%$); y correlación lineal de Pearson para verificar la existencia de la relación mutua entre las medidas de los músculos estudiados.

Resultados

Todos los miembros torácicos disecados demostraron la presencia de los músculos supinador, pronador redondo y pronador cuadrado.

El músculo supinador presentó origen en el epicóndilo lateral del húmero e inserción en el tercio proximal de la fase craneal de la diáfise del radio en todas los especímenes.

El músculo pronador redondo tuvo origen en el epicóndilo medial del húmero e inserción también en el tercio proximal del radio, distal a la inserción del músculo supinador en todos los miembros.

El músculo pronador cuadrado estaba presente ocupando el espacio interóseo radio-ulnar en todas los especímenes.

Cuando consideradas todas las especies, hubo correlación lineal positiva y moderada ($r = 0,65$) entre los índices **CMP/CAB** y **CMS/CAB** lo que indica que, en proporción a la longitud del antebrazo, cuanto más largo es un músculo, el otro tiende a ser también.

Esta correlación fue aún mas fuerte en el *Procyon cancrivorus* ($r = 0,78$) que en las demás especies. Hubo correlación débilmente negativa ($r = -0,2985$) entre los índices **LMP/CiAB** y **LMS/CiAB**, sugiriendo que cuanto más ancho un músculo, más angosto el otro es.

Cuando comparados los índices de **CMP/CAB**, **CMS/CAB**, **LMP/CiAB** y **LMS/CiAB** separados por antímeros ($n = 66$) no hubo diferencia significativa.

Cuando comparados por sexo, apenas el índices **LMP/CiAB** fue significativamente mayor en los macho que en las hembras de *Lycalopex gymnocercus*.

La **Tabla I** muestra los resultados de las mediciones e índices separados por especies. Las **Tablas II, III, IV y V** demuestran los resultados de los índices comparados por sexo.

Medida/Especie	L. gymnocercus	C. thous	P. cancrivorus
Nº de miembros	19	37	10
Machos	11	12	4
Hembras	8	25	6
CMP (mm)	53.7611 ± 5,607a	54.7824 ± 5.6068a	67.7580 ± 4.7463b
LMP (mm)	5,8995 ± 0,9949a	7,3038 ± 1,5529b	10,8430 ± 0,6001c
CMS (mm)	39.810 ± 2.820a	43.7057 ± 5.1122b	50.1520 ± 3.2342c
LMS (mm)	9,6611 ± 0,7008a	9,9027 ± 0,7562b	9,9780 ± 0,4236b
CAB (mm)	111,6668 ± 8,8541a	108,9676 ± 9,9794a	118,8860 ± 5,0862b
CiAB (mm)	74,7100 ± 3,2660a	81,7141 ± 6,0488b	89,5840 ± 8,5784c
LMP/CiAB	0,0788 ± 0,0113a	0,0903 ± 0,0173b	0,1219 ± 0,0122c
CMP/CAB	0,4833 ± 0,0346a	0,5081 ± 0,0477a	0,5697 ± 0,0276b
LMS/CiAB	0,1293 ± 0,0077c	0,1229 ± 0,0071b	0,1122 ± 0,0106a
CMS/CAB	0,358 ± 0,0306a	0,4029 ± 0,0472b	0,4218 ± 0,0189b

Letras diferentes en la misma línea indican diferencias significativas a nivel de 1% ($p < 0,01$) por el test de Tukey

Tabla I: Valores de la media y respectiva desviación estándar de las mediciones absolutas (mm) e índices relativos a los músculos pronador redondo y supinador, divididos por especies

Especies / Índices	LMP / CiAB (Macho)	LMP / CiAB (Hembra)	Teste-t
L. gymnocercus	0,0801 ± 0,0142	0,0769 ± 0,0066	$p < 0,05$
C. thous	0,0877 ± 0,0143	0,0916 ± 0,0187	ns
P. cancrivorus	0,1155 ± 0,0158	0,1262 ± 0,0088	ns

ns: no significativo

Tabla II: Media y desviación estándar de los índices LMP / CiAB, separados por sexo

Especies / Índices	CMP / CAB (Macho)	CMP / CAB (Hembra)	Teste-t
L. gymnocercus	0,4647 ± 0,0217	0,5088 ± 0,0334	ns
C. thous	0,5249 ± 0,0361	0,4942 ± 0,0444	ns
P. cancrivorus	0,5839 ± 0,0212	0,5603 ± 0,0289	ns

ns: no significativo

Tabla III: Media y desviación estándar de los índices CMP / CAB, separados por sexo

Especies / Índices	LMS / CiAB (Macho)	LMS / CiAB (Hembra)	Teste-t
L. gymnocercus	0,1313 ± 0,0074	0,1267 ± 0,0078	ns
C. thous	0,1253 ± 0,0066	0,1217 ± 0,0072	ns
P. cancrivorus	0,1022 ± 0,0062	0,1188 ± 0,0068	ns

ns: no significativo

Tabla IV: Media y desviación estándar de los índices LMS / CiAB, separados por sexo

Especies / Índices	CMS / CAB (Macho)	CMS / CAB (Hembra)	Teste-t
L. gymnocercus	0,3404 ± 0,0184	0,3821 ± 0,0278	ns
C. thous	0,4247 ± 0,0513	0,3924 ± 0,0422	ns
P. cancrivorus	0,4342 ± 0,0146	0,4135 ± 0,0176	ns

ns: no significativo

Tabla V: Media y desviación estándar de los índices CMS / CAB, separados por sexo

Discusión

Los locales de origen e inserción y disposición anatómica de los músculos supinador, pronador redondo y pronador cuadrado en las tres especies de carnívoros silvestres evaluadas fueron similares a los descritos para carnívoros domésticos por Dyce et al.,⁴ König & Liebich⁵ y por Evans & DeLahunta.⁶

Los índices LMP/CiAB y LMS/CiAB fueron calculados para reflejar una proporción relativa de la participación de los músculos pronador redondo y supinador en la región del antebrazo de los especies. De esta manera, cuando comparamos especies diferentes, aquellos con mayores índices deben ser aquellos en que los músculos tienen una mayor contribución relativa en el grupo de los músculos del antebrazo.

Aunque el cálculo del área de corte transversal fisiológica ser utilizado para estimar la fuerza isométrica máxima de los músculos,¹⁴ en este presente estudio consideramos esta determinación menos importante una vez que genera un valor absoluto que es muy influenciado por el tamaño de los individuos.

Una vez que los músculos supinador y pronador redondo tienen predominio de fibras paralelas, la determinación de su ancho en relación a la circunferencia del antebrazo puede proporcionar una estimación más proporcional de relevancia funcional de estos músculos en el antebrazo.

El músculo pronador redondo del *Procyon cancrivorus* fue más ancho tanto en valores absolutos como proporcionales en relación al de *Lycalopex gymnocercus* (Fig.1) y *Cerdocyon thous*. (Fig.2) Esto se explica por el hecho de que el *Procyon cancrivorus* (Fig.3) es una especie que más necesitan de la pronación durante los movimientos del miembro torácico, ya que tienen una mayor capacidad para nadar, escalada y mantenerse equilibrado en grandes alturas.¹⁵⁻¹⁶

De hecho, los hábitos escansorial y la capacidad de manipular el alimento del *Procyon cancrivorus* requieren movimientos tridimensionales precisos que requieren adaptaciones morfológicas, funcionales, alto reclutamiento y la precisión en la contracción muscular.¹⁷⁻¹⁸

Los prociónidos usan sus manos para llevar el alimento hasta la boca, lo que requiere una gran capacidad de rotación del antebrazo.¹⁹

El músculo pronador redondo fue proporcionalmente más ancho en los machos que en las hembras de *Lycalopex gymnocercus*. Esto permite suponer que los machos tengan más capacidad de pronación del antebrazo y manos para capturar la presa.

Sin embargo, este hallazgo no se repitió en las otras especies. Tal vez un número mayor de muestras puede caracterizar de manera efectiva si existe dimorfismo sexual para estos músculos.



Fig. 1: Fotomacrografía del miembro torácico izquierdo del *Lycalopex gymnocercus*. 1) Músculo pronador redondo. 2) Músculo supinador



Fig. 2: Fotomacrografía del miembro torácico izquierdo del *Cerdocyon thous*. 1) Músculo pronador redondo; 2) Músculo supinador



Fig. 3: Fotomacrografía del miembro torácico izquierdo del *Procyon cancrivorus*. 1) Músculo pronador redondo. 2) Músculo supinador

En valores absolutos, el músculo supinador fue significativamente más estrecho en *Lycalopex gymnocercus*, seguido de *Cerdocyon thous* por *Procyon cancrivorus*. Sin embargo, cuando adotado el índice LMS/CiAB se puede constatar que el músculo es proporcional y significativamente más estrecho en el antebrazo en *Procyon cancrivorus*, a continuación, el *Cerdocyon thous* y finalmente en *Lycalopex gymnocercus*. Aunque se espera que *Procyon cancrivorus* tenga mayor capacidad de supinación que las otras especies el músculo braquiorradial, que también tiene función de supinación, es más desarrollado en procionidos que en los cánidos²⁰ que puede compensar un músculo supinador relativamente estrecho.

Los índices CMP/CAB y CMS/CAB representan la proporción de la longitud del músculo en relación a la longitud del antebrazo. Los músculos más largos, en especial aquellos con fibras paralelas, tienen más sarcomeros en serie lo que resulta en una mayor velocidad durante la contracción muscular.²¹

Los músculos pronador redondo y supinador de *Procyon cancrivorus* mostraron significativamente más largo, tanto en valores absolutos como proporcionales a la longitud del antebrazo cuando se compara las dos especies de cánidos. Según Polly,²² mamíferos cursoriales tienden a tener movimientos de pronación y supinación más restringidos y las especies escansoriales pueden girar completamente el antebrazo.

En comparación, *Cerdocyon thous* y *Lycalopex gymnocercus* tienen hábitos cursoriales más especializados que *Procyon cancrivorus*. Por lo tanto, se espera movimientos más rápidos de pronación y supinación del *Procyon cancrivorus* para el nado y escalada, por ejemplo.

En contrapartida, en las especies cursoriales más especializadas los movimientos en el plano sagital son privilegiados sobre la rotación del miembro.²¹

El músculo pronador redondo fue significativamente más largo que el músculo supinador en todas las especies, tanto en valores absolutos como proporcionales a la longitud del antebrazo.

Esto se deriva de una inserción más distal del músculo pronador redondo, ya que el origen de ambos ocurren en el mismo plano transversal a nivel de epicóndilos.

Como pronación y supinación son movimientos antagónicos, el músculo supinador fue significativamente más ancho que el músculo pronador redondo quizás para compensar una longitud más corta.

Aunque algunas diferencias significativas en los índices y valores absolutos se podían encontrar entre *Lycalopex gymnocercus* y *Cerdocyon thous*, los valores de ambas especies eran siempre más parecidos de lo que en relación con *Procyon cancrivorus*. Esto se explica por la proximidad filogenética y por la forma de uso de su miembro torácico más similar entre miembros de una misma familia.

Conclusiones

Los músculos pronador redondo y supinador están presente en *Lycalopex gymnocercus*, *Cerdocyon thous* y *Procyon cancrivorus* con la misma gama de puntos de origen e inserción relatada para carnívoros domésticos.

Comparativamente, ambos músculos son significativamente más desarrollados en *Procyon cancrivorus* debido a la mayor necesidad de movimientos de rotación del antebrazo de esta especie.

Agradecimientos

Al Programa de Desarrollo Académico (PDA) de la UNIPAMPA

Referencias

1. Andersson, K. *Predicting carnivoran body mass from a weight-bearing joint*. Journal of Zoology 2004; 262(2): 161-172.
2. Fabre, A.C.; Cornette, R.; Peigné, S.; Goswami, A. *Influence of body mass on the shape of forelimb in musteloid carnivorans*. Biological Journal of the Linnean Society 2013; 110: 91-103.
3. Iwaniuk, A.N.; Pellis, S.M.; Whishaw, I.Q. *Are long digits correlated with high forepaw dexterity? A comparative test in terrestrial carnivores (Carnivora)*. Canadian Journal of Zoology 2001; 79(5): 900-906.
4. Dyce, K.M.; Sack, W.O.; Wensing, C.J.G. *Membro Torácico. Tratado de Anatomía Veterinária*. 4ª Edição, Editora Elsevier, São Paulo, 2010, 856p.
5. Liebich, H.G.; Maierl, J.; König, H.E.; *Membros Torácicos ou Anteriores (Membra Thoracica), Anatomia dos Animais Domésticos: Texto e Atlas Colorido*, 4ª Edição, Editora Artmed, Porto Alegre, 2011, pp. 165-234.
6. Evans, H.E.; Delahunta, A. *Miller's Anatomy of the Dog*. 4ª Edição, Editora Elsevier, Missouri, 2012, 872p.
7. Lucherini, M.; Pessino, M.; Farias, A.A. (2004). *Pampas fox Pseudalopex gymnocercus (Fischer, 1814)*. In C. Sillero-Zubiri, M. Hoffmann & D. W. Macdonald (Eds.), Canids: Foxes, Wolves, Jackals and Dogs. Status Survey and Conservation Action Plan (pp. 63-68). Gland / Cambridge: IUCN
8. Jiménez, J.E.; Lucherini, M.; Novaro, A.J. *Pseudalopex gymnocercus*. *The IUCN Red List of Threatened Species*. 2008, Version 2015.2. Disponible en <http://www.iucnredlist.org/details/6928/0>

9. Di Bitetti, M.S.; Di Blanco, Y.E.; Pereira, J. A.; Paviolo, A.; Perez, I.J. *Time partitioning favors the coexistence of sympatric Crab-eating Foxes (Cerdocyon thous) and Pampas Foxes (Lycalopex gymnocercus)*. Journal of Mammalogy, 2009; 90, 479-490.
10. Courtenay, O.; Maffei, L. Cerdocyon thous. *The IUCN Red List of Threatened Species*. 2008, Version 2015.2. Disponible en <http://www.iucnredlist.org/details/4248/0>
11. Michalski, F.; Peres, C. A. *Anthropogenic determinants of primate and carnivore local extinctions in a fragmented forest landscape of southern Amazonia*. Biological Conservation, 2005; 124, 383-396.
12. Emmons, L.H.; Feer, F. *Neotropical rainforest mammals: a field guide*. Chicago: University of Chicago Press, 1997; 307p.
13. Yanosky, A.A.; Mercolli, C. *Activity pattern of Procyon cancrivorus (Carnivora, Procyonidae) in Argentina*. Revista de Biología Tropical, 1993; 41, 157-159.
14. Williams, S.B.; Wilson A.M.; Rhodes L.; Andrews J.; Payne R.C. *Functional anatomy and muscle moment arms of the thoracic limb of an elite sprinting athlete: the racing greyhound (Canis familiaris)*. Journal of Anatomy, 2008; 213(4): 361-372.
15. Reis, N.R.; Peracchi, A.L.; Fregonezi, M.N.; Rossaneis, B.K. *Mamíferos do Brasil: Guia de identificação*. Rio de Janeiro: Technical Books, 2010; 560p.
16. Hunter, L. *Carnivores of the world*. Princeton University Press, 2011; 240p
17. Ewer, R.F.; *The Carnivores*. Cornell University Press, 1973; 494p.
18. Fabre, A.C.; Cornette, R.; Slater, G.; Argot, C.; Peigné, S.; Goswami, A.; Pouydebat, E.; *Getting a grip on the evolution of grasping in musteloid carnivorans: a three-dimensional analysis of forelimb shape*. Journal of Evolutionary Biology, 2013; 26: 1521-1535.
19. Paranaíba, J.F.; Helrigle, C.; Araújo, E.G.; Pereira, K.F. (2012) *Aspectos morfológicos da mão e pé de Procyon cancrivorus*. Natureza On line, 2012; 10(4): 165-169.
20. Junior, P. S.; dos Santos, L.M.R.P.; Nogueira, D.M.P.; Abidu-Figueiredo, M.; Santos A.L.Q. *Occurrence and morphometrics of the brachioradialis muscle in wild carnivorans (Carnivora: Caniformia, Feliformia)*. ZOOLOGIA, 2015; 32 (1): 23-32
21. Kardong, K.V. *Vertebrados: Anatomía comparada, función e evolução*. Editora Roca, São Paulo, 2011; 913p.
22. Polly, P.D. *Limbs in mammalian evolution*. University of Chicago Press 2006; 1(15), 245-268.