

Variación Morfológica en la Musculatura Cefálica de *Diplobatis ommata* y *Narcine vermiculatus* (Chondrychthyes: Narcinidae)

Morphological Variation in the Cephalic Musculature of
Diplobatis ommata and *Narcine vermiculatus* (Chondrychthyes: Narcinidae)

Mónica González-Isáis & Héctor Marcos Montes-Domínguez

GONZÁLEZ-ISÁIS, M. & MONTES-DOMÍNGUEZ, H. M. Variación morfológica en la musculatura cefálica de *Diplobatis ommata* y *Narcine vermiculatus* (Chondrychthyes: Narcinidae). *Int. J. Morphol.*, 41(5):1304-1309, 2023.

RESUMEN: Los trabajos realizados sobre batoideos han demostrado que existen grandes variaciones en la musculatura de la región cefálica ventral, estos cambios están asociados a los diferentes estilos de vida de los organismos y por tanto, a los mecanismos de alimentación. El objetivo de este trabajo fue llevar a cabo un estudio comparativo de la morfología de la musculatura cefálica dorsal y ventral de dos especies de la familia Narcinidae: *Narcine vermiculatus* y *Diplobatis ommata*. Se observó que ambas especies comparten un patrón morfológico común. Los músculos que mostraron mayores variaciones en la región dorsal fueron el depresor rostral, el preorbital lateral y el elevador rostral. La diferencia más importante en esta región, entre ambas especies, fue la ausencia del músculo cucularis en *D. ommata*. En la región ventral las principales diferencias se observaron en los músculos depresor mandibular, preorbital medial, interbranquial y depresor hiomandibular. Este último músculo está formado por dos paquetes en *D. ommata*, en tanto que en *N. vermiculatus* por uno. Se puede concluir que la morfología de la musculatura cefálica es constante; sin embargo, se observan diferencias importantes en el grado de desarrollo de los músculos tanto en la región dorsal como en la ventral.

PALABRAS CLAVE: Elasmobranchii; Narcinidae; Musculatura cefálica; Musculatura craneal.

INTRODUCCIÓN

Los narcinidos son peces cartilaginosos pertenecientes al orden Torpediniformes conocidos como rayas eléctricas. Son organismos marinos que habitan en aguas templadas cálidas a tropicales, en los océanos Atlántico, Índico y Pacífico. Dentro de este grupo se encuentra la familia Narcinidae que incluye cuatro géneros (*Benthobatis*, *Discopyge*, *Narcine* y *Diplobatis*). Las especies de esta familia se caracterizan por una boca relativamente pequeña, rodeada por un surco profundo, con cartílagos labiales bien desarrollados; las mandíbulas son largas y protractiles. Generalmente presentan dos aletas dorsales y una aleta caudal. La piel es desnuda, sin dentículos dérmicos; con órganos eléctricos bien desarrollados (McEachran & Notarbartolo di Sciara, 1995; Nelson *et al.*, 2016).

Se han llevado a cabo estudios sobre la musculatura cefálica dorsal y ventral en diferentes grupos de batoideos y se ha encontrado que existe gran variación en musculatura craneal, principalmente, en la región ventral (De Andrés *et al.*, 1987; Nishida, 1990; González-Isáis, 2003; González-

Isáis & Montes, 2004; Montes & González-Isáis, 2007; Kolmann, 2014; González & Montes, 2016). También se han llevado a cabo estudios sobre anatomía de la musculatura cefálica, para comprender los mecanismos de alimentación (Wilga & Motta, 1998; Dean & Motta, 2004). Con respecto a la musculatura de narcinidos, Miyake *et al.* (1992) llevaron a cabo un estudio detallado de la musculatura cefálica ventral de batoideos; en su trabajo describieron los músculos y su posible origen embrionario en diferentes especies de Torpediniformes, incluyendo a la familia Narcinidae; encontraron que el músculo "X" solo se presentan en rayas eléctricas. Dean & Motta (2004) trabajaron sobre los mecanismos de alimentación de *Narcine brasiliensis*, y describieron la anatomía de la musculatura cefálica de las regiones dorsal y ventral de esta especie.

El estudio de la musculatura de batoideos ha sido de gran importancia para comprender mejor los mecanismos de alimentación de este grupo y para la realización de estudios de anatomía comparada, como base para el desarrollo

de estudios filogenéticos. El objetivo del presente trabajo fue describir y comparar la anatomía de la musculatura cefálica de *Diplobatis ommata* y *Narcine vermiculatus*.

MATERIAL Y MÉTODO

Se utilizaron 10 organismos de *Diplobatis ommata* y 10 de *Narcine vermiculatus*, los cuales fueron colectados en las costas de Ixtapa, Guerrero y Boca del Cielo Chiapas, México, respectivamente. Los especímenes de *D. ommata* y *N. vermiculatus* fueron recolectados como parte de la fauna de acompañamiento, con ayuda de los pescadores y no representan utilidad comercial o pesquera. Los organismos fueron fijados con formol al 10 %. En el laboratorio los especímenes fueron determinados con las claves de McEachran & Notarbartolo di Sciara (1995) y posteriormente fueron desollados. Se diseccionó la musculatura cefálica dorsal y ventral y se describieron los músculos en diferentes niveles. De cada músculo se describió la forma, disposición y orientación de las fibras y origen e inserción. La terminología utilizada se basó en la empleada por Miyake *et al.* (1992) y Dean & Motta (2004).

RESULTADOS

Musculatura cefálica dorsal

Elevador rostral (LR): se distinguen dos paquetes musculares. El primero se origina sobre la parte anterolateral del músculo epiaxial y el segundo, que es más pequeño, se origina sobre las cápsulas óticas en *D. ommata* (Fig. 1a) y en la parte lateral de estas cápsulas en *N. vermiculatus* (Fig. 1b). Las fibras de ambos paquetes corren anterolateralmente, hasta insertarse por medio de un tendón en el cartílago anterior orbitario.

Epiaxial (EP): Se origina en la porción dorsal del cartílago escapulacoracoides y sus fibras se dirigen anteriormente insertándose en la parte posterior de las cápsulas óticas (Fig. 1).

Constrictores branquiales superficiales dorsales (DR-SUPC): Son cinco pares de músculos ubicados en posición lateral, las membranas que hay entre ellos proporcionan tanto el origen como la superficie de inserción de cada músculo, corren anteriormente desde su origen (Fig. 1).

Elevador hiomandibular (LH): se origina en la región dorsolateral de las cápsulas óticas, se dirige anterolateralmente, cubriendo la mitad del cartílago hiomandibular, insertándose en la parte dorsal de este cartílago (Fig. 2).

Elevador del palatoc cuadrado (LP): se origina sobre la superficie dorsal de las cápsulas óticas, en *D. ommata* y en la región lateral de las cápsulas en *N. vermiculatus*; sus fibras se dirigen anteroventralmente, pasa por debajo del músculo recto y se inserta superficie dorsal del cartílago palatoc cuadrado (Fig. 2).

Espiracular (SP): forma el margen anterior de la abertura espiracular, se origina sobre la superficie lateral de las cápsulas óticas y corre lateralmente, hasta insertarse en la región anterior interna del cartílago hiomandibular (Fig. 2).

Preorbital lateral (POL): se origina del cartílago anterior orbitario y corre caudomedialmente, se inserta sobre la parte anterior del complejo cuadratomandibularis (Fig. 2).

Cucularis (CC): se origina en la porción lateral del cartílago escapulacoracoides y corre anteriormente por debajo del elevador rostral y se inserta mediante un tendón a la altura del constrictor branquial superficial dorsal 4. Este músculo, solo se presenta en *N. vermiculatus* (Fig. 2b).

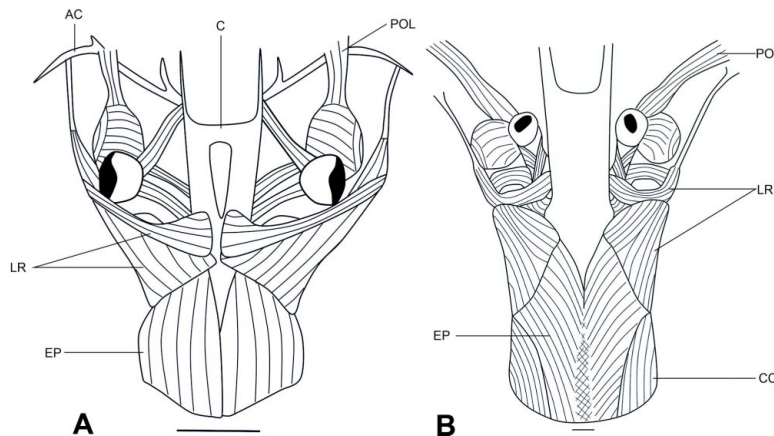


Fig. 1. Vista dorsal de la musculatura cefálica, nivel I: A. *Diplobatis ommata*, B. *Narcine vermiculatus*. AC, cartílago anterior orbitario; C, cráneo CC, cucularis; EP, epiaxiales; LR, elevador rostral. Escala = 10 mm.

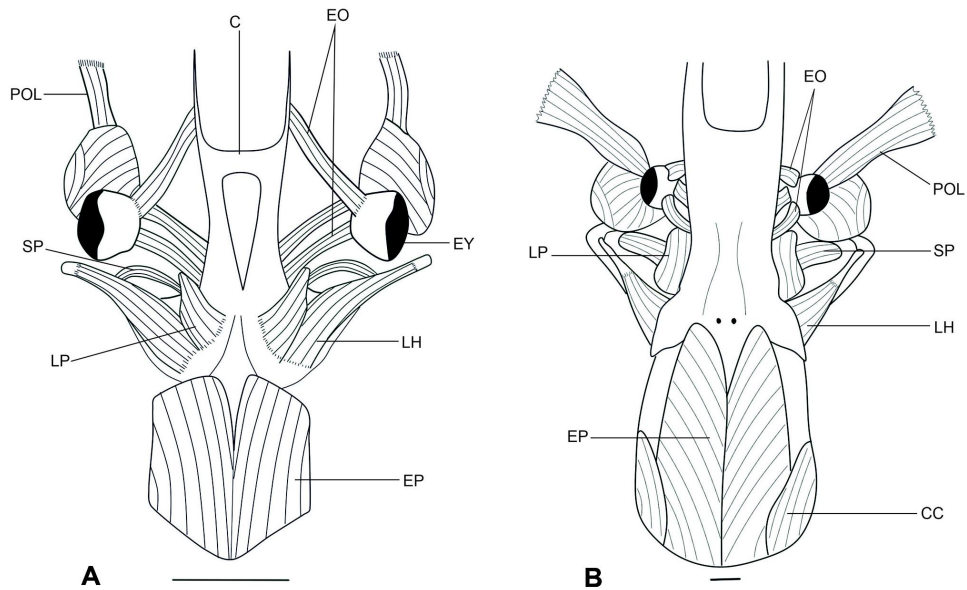


Fig. 2. Vista dorsal de la musculatura cefálica, nivel 2: A. *Diplobatis ommata*, B. *Narcine vermiculatus*. C, cráneo; CC, cucularis; EO, músculos oculares extrínsecos; EP, epiaxiales; EY, ojo; LH, elevador hiomanibularis; LP, elevador del palatoc cuadrado; POL, preorbitalis lateralis; SP, espiracular. Escala = 10 mm.

Musculatura cefálica ventral

Depresor rostral (DR): es un músculo grande, amplio en su origen y angosto en su inserción. Se origina en el rafe hipobranquial superficial, en donde se une con su antímero y corre anterolateralmente hasta insertarse, mediante un tendón en el cartílago anterorbital (Fig. 3).

Coracoarcual (CARC): músculo par que se origina en la cintura pectoral, está formado por dos paquetes. En *D. ommata* las fibras del paquete anterior están dispuestas

transversalmente y las del paquete posterior longitudinalmente. En *N. vermiculatus* las fibras de los dos paquetes se dirigen diagonalmente. Las fibras de este músculo se insertan en el rafe hipobranquial superficial (Fig. 3). **Constrictores branquiales superficiales ventrales (VR-SUPC):** Son cinco pares de músculos ubicados en posición lateral, las membranas que hay entre ellos proporcionan tanto el origen como la superficie de inserción de cada músculo, corren anteriormente desde su origen (Fig. 3).

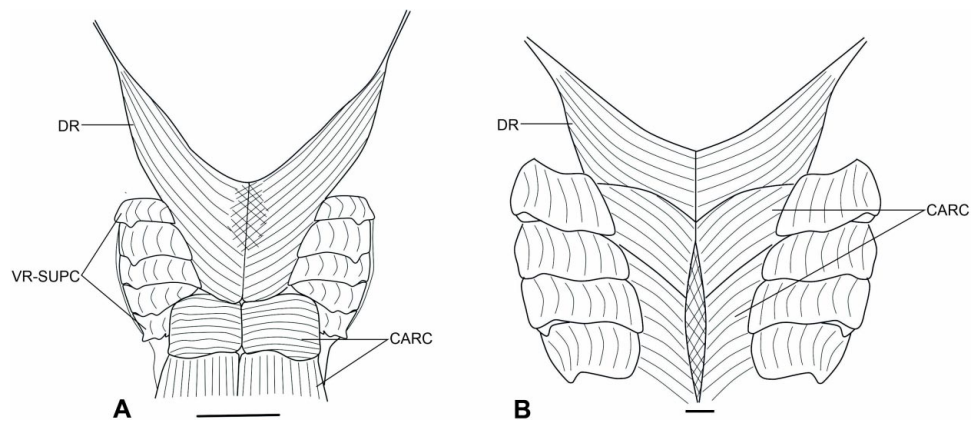


Fig. 3. Vista ventral de la musculatura cefálica, nivel 1: A. *Diplobatis ommata*, B. *Narcine vermiculatus*. CARC, coracoarcualis; DR, depresor rostral; VR-SUPC, músculo constrictor ventral superficial. Escala = 10 mm.

Coracomandibular (CM): es un músculo impar, que se origina en la línea media del rafe hipobranquial, sus fibras se dirigen anteriormente a lo largo del eje medial ventral, y se inserta en la región media del margen caudal del cartílago de Meckel (Fig. 4).

Coracohiomandibular (CHYM): músculo par que tiene su origen en una inserción rostral del coracoarcual, sus fibras corren paralelas al coracomandibular a lo largo de la región branquial, hasta insertarse en el primer cartílago ceratobranquial (Fig. 4).

Interbranquial (IB): es un músculo par, delgado, que se origina en el margen lateral del coracomandibular, sus fibras se dirigen diagonalmente hacia la región rostral, hasta insertarse en el margen lateral del músculo constrictor ventral superficial 1.

Depresor hiomandibular (DM): Es un músculo impar cuyas fibras se disponen transversalmente, pasando sobre el músculo coracomandibular, se origina de la línea media en donde se fusiona con su antímero, corre lateralmente hasta insertarse en el cartílago hiomandibular. Sus fibras corren paralelas al músculo constrictor hioideo ventral. En *D. ommata* (Fig. 4a) este músculo está formado por dos paquetes, en tanto que en *N. vermiculatus* solo es un paquete (Fig. 4b).

Constrictor hioideo ventral (VR-HYC): es un músculo cuyas fibras se disponen transversalmente y corren paralelas al depresor hiomandibular, en posición caudal a este. Se origina en la región media sobre el músculo coracomandibular, en donde se fusiona con su antímero; sus fibras corren lateralmente hasta insertarse sobre la región branquial (Fig. 4).

Complejo mandibular. Complejo cuadratomandibular (QMcomp): está formado por tres paquetes musculares. El

más interno tiene un origen tendinoso y se encuentra sobre la superficie dorsal del cartílago palatoc cuadrado, sus fibras están orientadas diagonalmente y se insertan en la superficie ventral del cartílago de Meckel. El segundo paquete (medial) es más amplio, unas fibras tienen un origen tendinoso y se ubican en la superficie dorsal del cartílago palatoc cuadrado, otras fibras se originan directamente sobre el sustentáculo mandibular, las fibras corren longitudinalmente hasta insertarse en la región rostrolateral del cartílago de Meckel. El tercer paquete (externo) es el más pequeño y aparenta ser una subdivisión del segundo paquete, sus fibras van en dirección caudal hasta insertarse en la superficie lateral del cartílago de Meckel (Fig. 5).

Cuadratomandibular profundo (QMD): se origina sobre el cartílago palatoc cuadrado, se dirige caudalmente insertándose sobre el cartílago de Meckel a un lado del cuadratomandibular medial, otras fibras se originan mediante una aponeurosis y corren diagonalmente insertándose en el cartílago de Meckel.

Cuadratomandibular medial (QMM): músculo par, digástrico que se origina en la región media del cartílago de Meckel, sus fibras corren lateralmente rodeando a la boca, hasta insertarse en la región media del cartílago palatoc cuadrado.

Depresor mandibular (DM): se origina en la concavidad del cartílago de Meckel, sus fibras se dirigen caudalmente, solo una parte pasa por debajo del músculo "X" y se insertan en el margen posterior del cartílago de Meckel.

Músculo "X": su origen es sobre la superficie rostrolateral del cartílago hiomandibular, sus fibras corren transversalmente sobre el cartílago de Meckel, hasta insertarse mediante un tendón en el margen ventromedial del cartílago de Meckel.

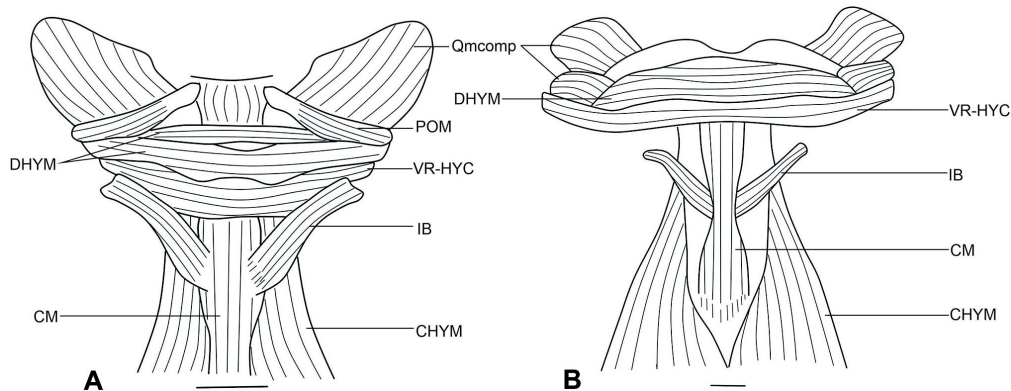


Fig. 4. Vista ventral de la musculatura cefálica, nivel 2: A. *Diplobatis ommata*, B. *Narcine vermiculatus*. CHYM, coracohiomandibular; CM, coracomandibular; DHYM, depresor mandibular; IB, interbranquiales; QMcomp, complejo cuadratomandibular; VR-HYC, músculo constrictor hioideo ventral. Escala = 10 mm.

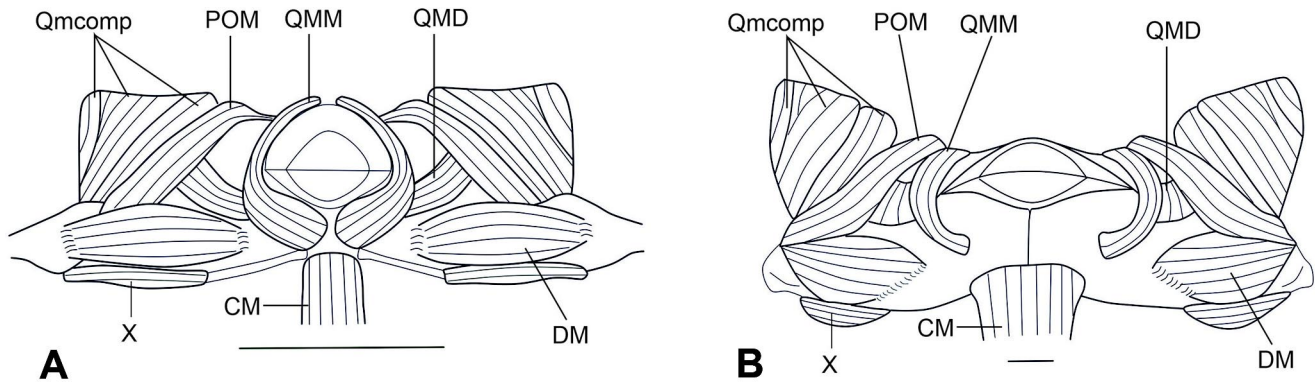


Fig. 5. Vista ventral de la musculatura cefálica, nivel 3: A. *Diplobatis ommata*, B. *Narcine vermiculatus*. CM, coracomandibular; DM, depresor mandibular; POM, preorbital medial; QMD, cuadratomandibular profundo; QMcomp, complejo cuadratomandibular; QMM, cuadratomandibular medial; X, músculo "X". Escala = 10 mm.

DISCUSIÓN

Diplobatis ommata y *Narcine vermiculatus*, presentan variaciones en la anatomía de la musculatura, principalmente en el grado de desarrollo de los músculos. En la región dorsal, las principales diferencias se encuentran en los músculos elevador rostral (ER), preorbital lateral (POL) y elevador del palatocaudado (LP). El primer músculo, en ambas especies está formado por dos paquetes, el primer paquete en *Diplobatis ommata* tiene forma de abanico, en tanto que en *Narcine vermiculatus* es un músculo compacto. El músculo preorbital lateral es más grande en *Narcine vermiculatus*, en tanto que el elevador hiomandibular en *D. ommata* es más largo. La diferencia más notable de la región dorsal es la ausencia del músculo cucularis en *Diplobatis ommata*. Este músculo está muy desarrollado en *N. vermiculatus* y aunque no se ha descrito en otras especies, debido a la falta de trabajos en esta área, González-Isaís com. per., señala que este músculo también está presente en *Narcine bancroftii* y *Narcine entemedor*.

En la región ventral, se observa que el depresor rostral está más desarrollado en *D. ommata*, prolongándose hasta el constrictor hioideo ventral 3. El músculo coracoracual está dividido en dos paquetes, en ambas especies, sin embargo, el primer paquete en *D. ommata* se dispone transversalmente, en tanto que en *N. vermiculatus* sus fibras corren diagonalmente. Los músculos interbranquiales son más grandes en *D. ommata*.

El músculo depresor mandibular y el músculo "X", que es característico de este grupo, están más alargados en *D. ommata*. Otra diferencia importante que se observó, es que el músculo depresor hiomandibular en *N. vermiculatus* está formado por un paquete muscular, en tanto que en *D.*

ommata está formado por dos (Fig. 4). En el complejo mandibular la disposición y el grado de desarrollo de los músculos es similar en ambas especies.

Con respecto a otras especies de Torpediniformes, en la región ventral se observa que el músculo coracomandibular está formado por un solo paquete en *D. ommata* y en *N. vermiculatus*, al igual que en Narkinidos; sin embargo, en Torpedinidae el músculo se bifurca en la región cefálica, antes de insertarse en el cartilago de Meckel (Miyake *et al.*, 1992). Otra diferencia importante, se encuentra en los músculos depresor hiomandibular y constrictor hioideo ventral, los cuales en *D. ommata* y *N. vermiculatus* se fusionan en la región media con su antímero; sin embargo, en torpedinoideos ambos músculos no se unen en la línea media (Miyake *et al.*, 1992).

Para otros grupos de Torpediniformes (Torpedinidae, Narkinidos) se han reportado de 2 a 3 paquetes de músculos interbranquiales (Miyake *et al.*, 1992). Sin embargo, en las especies de este trabajo sólo presenta un paquete de cada lado.

Es importante señalar que la morfología reportada para *Narcine brasiliensis* (Dean & Motta, 2004), es muy similar a la descrita en este trabajo para *N. vermiculatus*. Las especies de la familia Narcinidae presentan un patrón morfológico común, con excepción del músculo cucularis, el cual sólo está presente en *N. vermiculatus*, y el músculo depresor hiomandibular, que en *D. ommata* está formado por dos paquetes musculares. Sin embargo, la mayoría de las diferencias están relacionadas con el tamaño y grado de desarrollo de los músculos.

GONZÁLEZ-ISÁIS, MÓNICA & MONTES-DOMÍNGUEZ, H. M. Morphological variation in the cephalic musculature of *Diplobatis ommata* and *Narcine vermiculatus* (Chondrichthyes: Narcinidae). *Int. J. Morphol.*, 41(5):1304-1309, 2023.

SUMMARY: Works conducted on batoids have revealed large variations in the musculature of the ventral cephalic region, associated to the different lifestyles of these organisms and, therefore, to their feeding mechanisms. This work aimed to conduct a comparative study of the dorsal and ventral cephalic muscular morphology of two species of the family Narcinidae: *Narcine vermiculatus* and *Diplobatis ommata*. It was observed that both species share a common morphological pattern. Muscles with larger variations in the dorsal region were the rostral depressor, the lateral preorbital and the rostral elevator. The most relevant difference in this region between both species was the absence of the cucularis muscle in *D. ommata*. In the ventral region, the main differences were observed in the mandibular depressor, medial preorbital, interbranchial and hyomandibular depressor muscles. In *D. ommata*, the latter is formed by two packages, and by one in *N. vermiculatus*. It can be concluded that the cephalic musculature is constant; however, significant differences are observed in the muscle development degree in both the dorsal and the ventral regions.

KEY WORDS: Elasmobranchii; Narcinidae; Cephalic musculature; Cranial musculature.

- Montes Domínguez, H. M. & González-Isáis, M. Contribution to the knowledge of anatomy of species of genus *Mobula* Rafinesque 1810 (Chondrichthyes: Mobulinae). *Anat. Rec. (Hoboken)*, 290(7):920-31, 2007.
- Nelson, J. S.; Grande, T. C. & Wilson, M. V. H. *Fishes of the World*. 5th ed. Nueva York, John Wiley & Sons, 2016.
- Nishida, K. Phylogeny of the suborder Myliobatoidei. *Mem. Fac. Fish. Hokkaido Univ.*, 37:1-108, 1990.
- Wilga, C. D. & Motta, P. J. Feeding mechanism of the Atlantic guitarfish *Rhinobatos lentiginosus*: modulation of kinematic and motor activity. *J. Exp. Biol.* 201(Pt. 23):3167-84, 1998.

Dirección para Correspondencia:
Mónica González Isáis
Avenida de los Barrios Número 1
Colonia Los Reyes Iztacala Tlalnepantla
C.P. 54090
MÉXICO

E-mail: monigi@unam.mx

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- De Andrés, A.; García, G. J. M & Muñoz-Chápuli, R. *Ventral Musculature in Elasmobranchs: Some Functional and Phylogenetic Implications*. Stockholm, Proceedings of the Fifth Congress of European Ichthyologists, 1987.
- Dean, M. N. & Motta, P. J. Anatomy and functional morphology of the feeding apparatus of the lesser electric ray, *Narcine brasiliensis* (Elasmobranchii: Batoidea). *J. Morphol.*, 262(1):462-83, 2004.
- González-Isáis, M. & Montes Domínguez, H. M. Comparative anatomy of the superfamily Myliobatoidea (Chondrichthyes) with some comments on phylogeny. *J. Morphol.*, 262(1):517-35, 2004.
- González-Isáis, M. Anatomical comparison of the cephalic musculature of some members of the superfamily Myliobatoidea (chondrichthyes): implications for evolutionary understanding. *Anat. Rec. A Discov. Mol. Cell. Evol. Biol.*, 271(1):259-72, 2003.
- González, I. M. & Montes, D. H. M. Compared morphology of the cephalic musculature in five species of genus *Urotrygon* (Chondrichthyes: Urolophidae). *Int. J. Morphol.*, 34(1):7-12, 2016.
- Kolmann, M. A.; Huber, D. R.; Dean, M. N. & Grubbs, R. D. Myological variability in a decoupled skeletal system: batoid cranial anatomy. *J. Morphol.*, 275(8):862-81, 2014.
- McEachran, J. D. & Notarbartolo di Sciara, G. Peces Batoideos. En: Fischer, W.; Krupp, F.; Schneider, F.; Summer, C.; Carpenter, K. E. & Niem, V. H. (Eds.). *Guía FAO para la Identificación de Especies para los Fines de la Pesca. Pacífico Centro-Oriental*. Vol. 2. Vertebrados. Parte 1. Roma, FAO, 1995.
- Miyake, T.; McEachran, J. D. & Hall, B. K. Edgeworth's legacy of cranial muscle development with an analysis of muscles in the ventral gill arch region of batoid fishes (Chondrichthyes: Batoidea). *J. Morphol.*, 212(3):213-56, 1992.