

Notas sobre la morfología del aparato reproductor de la quimera, *Hydrolagus melanophasma* (Chondrichthyes, Holocephali), de la costa oeste de Baja California, México

Notes about the reproductive tract of the chimaera, *Hydrolagus melanophasma* (Chondrichthyes, Holocephali), from the west coast of Baja California, Mexico

Juan Fernando Márquez-Farías y Raúl E. Lara-Mendoza

Facultad de Ciencias del Mar. Universidad Autónoma de Sinaloa. Paseo Claussen S/N.
Col. Los Pinos. Mazatlán, Sinaloa, 82000, México
e-mail: fmarquez@uas.edu.mx

Márquez-Farías, J. F. y R. E. Lara-Mendoza. 2014. Notas sobre la morfología del aparato reproductor de la quimera, *Hydrolagus melanophasma* (Chondrichthyes, Holocephali), de la costa oeste de Baja California, México. *Hidrobiológica* 24 (2): 151-158.

RESUMEN

En este estudio se describe por vez primera la forma del aparato reproductor y se proporcionan datos merísticos relativos a la quimera *Hydrolagus melanophasma* a partir de tres ejemplares adultos capturados (dos hembras y un macho) en la costa occidental de Baja California, México. Los tres especímenes fueron adultos. Las dos hembras midieron 112.6 cm LT y 117 cm LT, pesaron 5555 g y 6620 g, respectivamente. Estas presentaron un par de ovarios y glándulas oviducuales bien desarrolladas. Los ovocitos del ovario tuvieron un diámetro de 1.8-15.8 mm. El macho midió 105.6 cm LT, pesó 4640 g, y presentó claspers trífidos completamente desarrollados, alargados y calcificados, así como un tenáculo frontal erguido y calcificado de 30 mm.

Palabras clave: Chimaeridae, *Hydrolagus*, reproducción.

ABSTRACT

In this study we describe for the first time the reproductive tract morphology and we provide meristic data of the chimaera *Hydrolagus melanophasma* from three specimens caught (two females and one male) on the west coast of Baja California. The three specimens were adults. The two females measured 112.6 cm TL and 117 cm TL, and weighed 5555 g and 6620 g, respectively. These had a pair of ovaries and oviducal gland well developed. Ovarian oocytes diameter ranged 1.8-15.8 mm. The size of male was 105.6 cm TL and weight of 4640 g, and presented triffid claspers fully developed, elongated and calcified. Also it contained a frontal tenaculum calcified and erect of 30 mm long.

Keywords: Chimaeridae, *Hydrolagus*, reproduction.

INTRODUCCIÓN

Las quimeras (Holocephali: Chimaeriformes) son peces cartilagosos que se dividen en tres familias: Callorhynchidae, Rhinichthysidae y Chimaeridae. Esta última incluye dos géneros, *Chimaera* Linnaeus, 1758 e *Hydrolagus* Gill, 1862, los cuales incluyen 11 y 21 especies, respectivamente (Didier, 2008). Estos géneros se

distinguen por la presencia (*Chimaera*) o ausencia (*Hydrolagus*) de aleta anal. En el océano Pacífico oriental se han documentado seis especies de *Hydrolagus*, cuatro de ellas reportadas desde las islas Galápagos hacia el hemisferio sur, mientras que la quimera *H. colliei* Lay & Bennett, 1839 presenta una distribución más septentrional y ha sido ampliamente estudiada (Andrews & Quinn, 2012; Barnett *et al.*, 2009). Recientemente se erigió a *Hydrolagus*

melanophasma James, Ebert, Long & Didier, 2009 como una nueva especie (James *et al.*, 2009), reportada para la costa occidental de la Península de Baja California, en el área cercana a Cabo San Lucas, en el interior del Golfo de California (James *et al.*, 2009; de la Cruz-Agüero *et al.*, 2012), en el Pacífico central de México (Rubio-Lozano *et al.*, 2012) y en las aguas profundas frente a Valdivia, Chile (Bustamante *et al.*, 2012). Esta especie, posiblemente ha pasado inadvertida en la pesca comercial debido a la profundidad en la que habita y a la poca probabilidad de ser capturada incidentalmente en otras pesquerías de la región. No obstante que la pesca de elasmobranchios en México es muy intensa, particularmente en la región del Golfo de California (Márquez-Farías, 2002; Bizzarro *et al.*, 2009), la ocurrencia de quimeras es poco frecuente; sin embargo, no es rara en la pesca palangrera de bacalao negro (*Anoplopoma fimbria* Pallas, 1814) en la Península de Baja California, pero su presencia no había sido formalmente documentada. En el presente estudio, se reporta la ocurrencia de la quimera *Hydrolagus melanophasma* y se presenta información métrica consistente con la previamente documentada, junto con la fenología del aparato reproductor de un macho y de dos hembras, con la finalidad de contribuir al conocimiento sobre la biología e historia natural de este antiguo grupo de peces poco conocidos. Las características biológicas de los condriactos representan una desventaja para las especies que son explotadas comercialmente, inclusive algunas especies que son capturadas incidentalmente pueden ser en ocasiones fácilmente abatibles (Musick, 1999).

MATERIAL Y MÉTODOS

Durante la pesca experimental de bacalao negro (*Anoplopoma fimbria*) que se llevó a cabo durante el verano y otoño del 2009 e invierno del 2010, frente a la costa occidental de Baja California (entre los 31° y los 33° N y los 117° y 118°O) (Fig. 1), se recolectaron como fauna de acompañamiento dos hembras y un macho de *Hydrolagus melanophasma*. Los especímenes fueron capturados con palangre de fondo con anzuelos Mustad Kirby y Maruto de los números 9 y 11, los cuales fueron operados a una profundidad entre los 700 y los 1100 m.

Los organismos fueron congelados y enviados al Laboratorio de Biología Pesquera de la Facultad de Ciencias del Mar de la Universidad Autónoma de Sinaloa, con sede en Mazatlán. A cada ejemplar se le realizaron 34 mediciones morfométricas con una cinta métrica (± 1 mm), de acuerdo con los criterios utilizados para fines comparativos por Didier y Séret (2002) y Compagno *et al.* (1990). Las mediciones fueron reportadas como una proporción con respecto a la longitud del cuerpo (LC) para fines comparativos con otros estudios. Además, se extrajo el aparato reproductor de cada ejemplar para hacer su descripción y determinar su condición reproductiva. En las hembras se realizaron mediciones del largo y ancho de los ovarios, úteros, glándula oviducal; también se contaron y midieron cada uno de los ovocitos

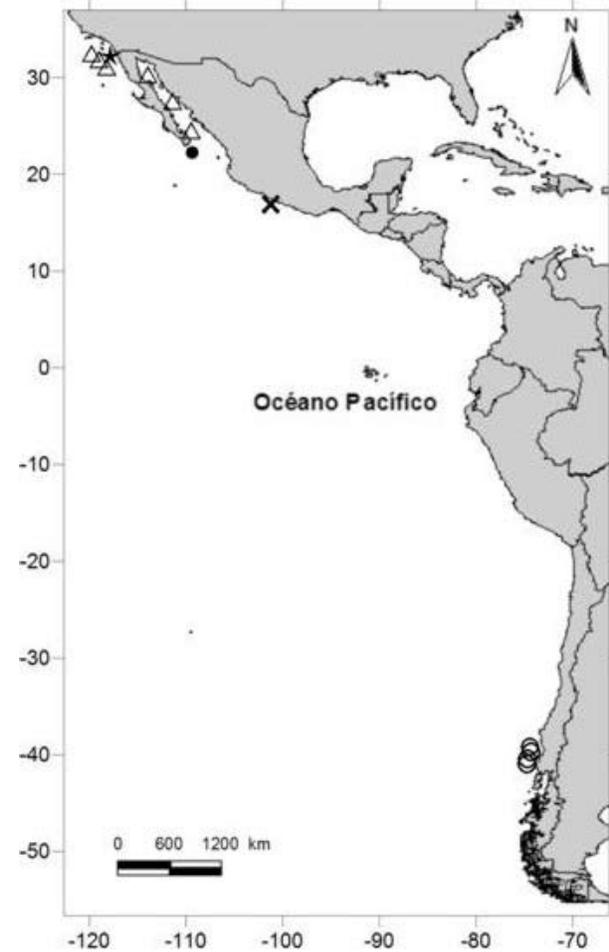


Figura 1. Sitios de ocurrencia de la quimera *Hydrolagus melanophasma* en el Océano Pacífico oriental. Triángulos vacíos son los sitios de colecta documentados por James *et al.* (2009), el círculo negro es lo reportado por de la Cruz-Agüero *et al.* (2012), la cruz negra por Rubio-Lozano *et al.* (2012), los círculos vacíos son los documentados por Bustamante *et al.* (2012) y la estrella negra es lo reportado en este estudio.

presentes en los ovarios. Se consideró que la hembra era madura si presentaba ensanchamiento de las paredes uterinas, los oviductos y la glándula oviducal, así como la presencia de ovocitos amarillos (> 10 mm de diámetro) de acuerdo a lo reportado por Di Giácomo y Perier (1994). El estado de madurez de los machos fue determinado a través de la observación del tamaño y grado de calcificación de los claspers y del tenáculo frontal. El macho estudiado se consideró maduro ya que contaba con claspers fuertemente calcificados y presentaba dentículos sobre el tenáculo frontal.

Las mediciones realizadas fueron las siguientes: longitud del cuerpo (LC); longitud total (LT); longitud precaudal (LPC); longitud hocico-vientre (LHV); longitud del tronco (LTR); longitud cefálica (LCF); longitud preoral (POR); longitud prearrial (PRN); longitud

preorbital (POB); longitud del ojo (LO); altura del ojo (AO); longitud a la segunda aleta dorsal (PD2); longitud a la primera aleta dorsal (PD1); base de la primera aleta dorsal (B1D); longitud de la primera espina dorsal (AED); altura máxima de la primera aleta dorsal (A1D); base de la segunda aleta dorsal (B2D); máxima altura de la segunda aleta dorsal (A2D); espacio interdorsal (EID); margen del dorso de la aleta caudal (MDC); máxima altura de la parte dorsal de la aleta caudal (ADC); longitud total de la aleta caudal (LAC); margen ventral de la aleta caudal (MVC); altura de la parte ventral de la aleta caudal (AVC); altura del pedúnculo caudal (APC); margen anterior de la aleta pectoral (P1A); margen anterior de la aleta pélvica (P2A); espacio de la aleta pectoral a la pélvica (P2P); espacio de la aleta pélvica a la caudal (EPC); longitud de la primera aleta dorsal a la pectoral (D1P1); longitud de la primera aleta dorsal a la pélvica (D1P2); longitud de la segunda aleta dorsal a la pectoral (D2P1); longitud de la segunda aleta dorsal a la pélvica (D2P2) y longitud del clasper (CL).

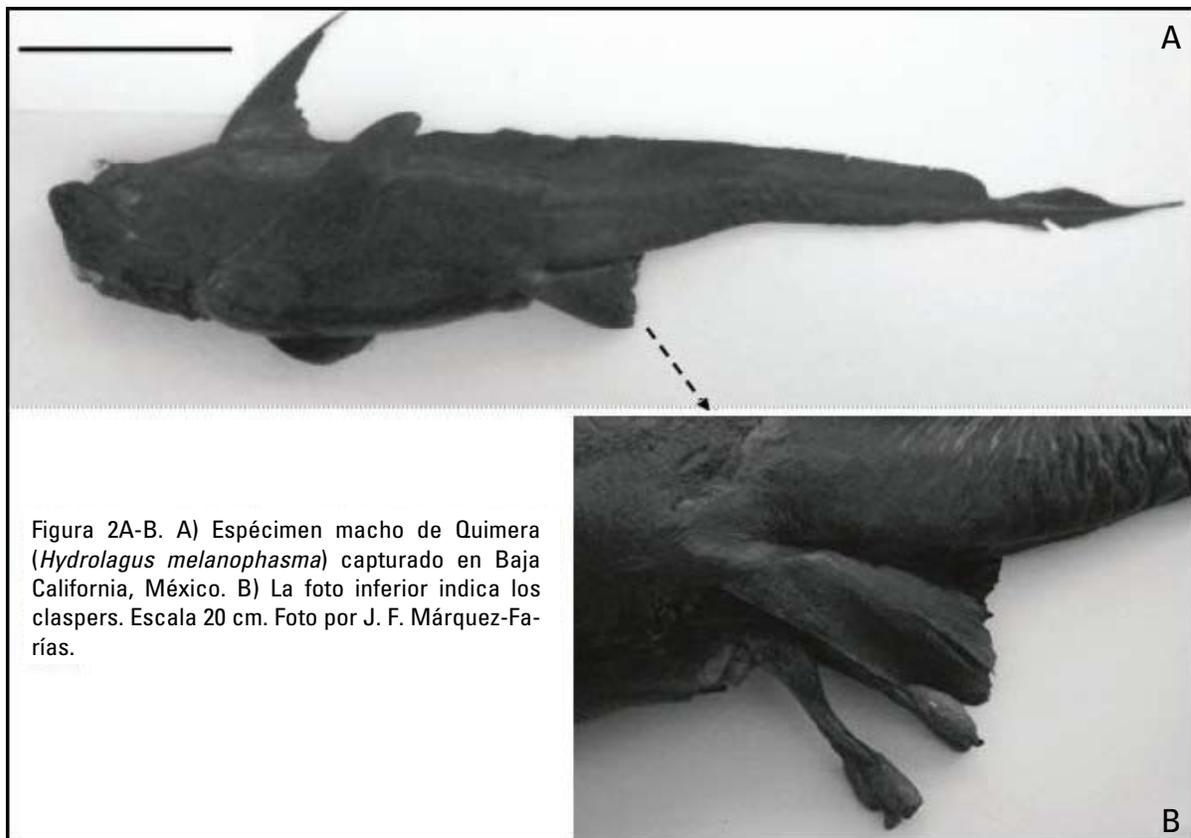
RESULTADOS

Con base en la observación de tres especímenes y en la reciente información generada sobre esta especie se confirmó la determinación de las quimeras como *Hydrolagus melanophasma* (Fig. 2). Las características del rostro y los detalles de las líneas de

canales laterales de la cabeza son particulares de la especie (Fig. 3). En este arreglo destaca la separación de los canales preopercular (POP) y oral (O) y del canal infraorbital (IO), a su vez, el canal oral se ramifica hacia la parte anterior de la cabeza para dar lugar al canal angular (AN) y al mandibular (M); el canal AN recorre la parte superior de la mandíbula, mientras que el canal M recorre la parte inferior de la misma sin volver a ramificarse. El canal POP es discontinuo y no forma alguna otra ramificación, pero el canal infraorbital que le dio origen también recorre por la parte superior cefálica, formando primero el canal occipital (OC) que se divide en la parte superior en el canal supratemporal (ST) y en el canal suborbital (SO), que recorre por la parte superior de la órbita. El largo corporal de los especímenes y sus proporciones son mostrados en la Tabla 1.

El espécimen macho midió 105.6 cm LT y peso 4640 g, el cual se considero como un organismo adulto debido a la presencia de un par de claspers trífidos totalmente calcificados, alargados y rígidos, con una longitud promedio de 94 mm (Fig. 2B). Además, se observó la presencia de un tentáculo frontal fuertemente desarrollado y calcificado, característico de los machos, que midió 30 mm.

El aparato reproductor del macho en la parte interna presentó un par de testículos (uno a cada lado), los cuales estuvieron



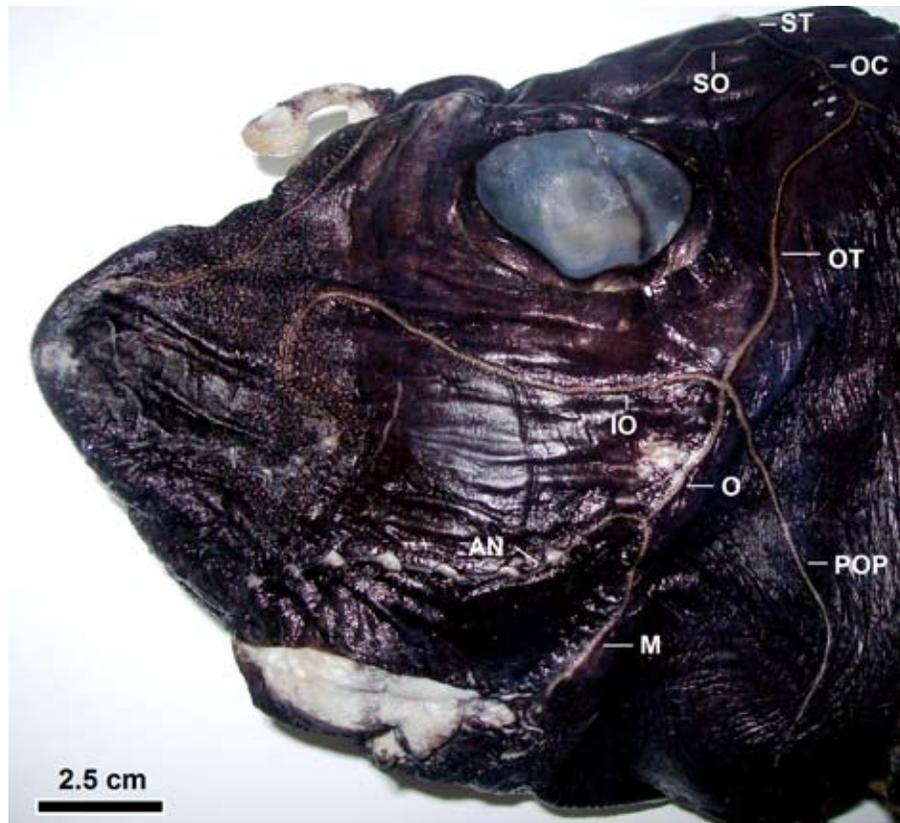


Figura 3. Canales de la línea lateral de la cabeza de la quimera *Hydrolagus melanophasma*, indicando los canales preopercular (POP), oral (O), infraorbital (IO), angular (AN), mandibular (M), ótico (OT), suborbital (SO), occipital (OC) y supratemporal (ST).

constituidos por un solo lóbulo de forma semiesférica que midió 7.9 cm de diámetro y cubiertos por el órgano epigonal perceptible sobre el polo de maduración de los testículos, estos estuvieron localizados en la cavidad peritoneal donde se suspendieron de la pared dorsal por medio del mesorquio (Fig. 4). Los testículos se encontraron inmediatamente interconectados con unos delgados vasos eferentes (11.1 cm de largo promedio), que a su vez bajan y se comunican con el epidídimo (17.2 cm de largo y 3.3 cm de ancho) para enviar espermatozoides maduros a los vasos deferentes que se comunicarán con los claspers.

Con base en la distención del útero y la condición del ovario, consideramos que las dos hembras examinadas correspondieron a organismos adultos, cuyas longitudes fueron 112.6 y 117 cm LT, y presentaron pesos totales de 5555 y 6620 g, respectivamente. Los aparatos reproductores de estas hembras consistieron en un par de ovarios de color amarillento que en promedio midieron 66 mm de largo y 53 mm de ancho, presentando en promedio 47 ovocitos en desarrollo (previtelogénicos) con diámetros de 1.8 a 15.8 mm (media= 4.9 mm) (Fig. 5). Por medio del oviducto superior adelgazado, cada ovario se conectó a su respectiva glándula oviducal (largo= 4.7 cm y ancho= 3.3 cm) bien definida y ubicada en la parte central del oviducto. Ambos oviductos se ensancharon hasta diferenciarse claramente cada uno en un úte-

ro (largo = 14.7 cm y ancho = 1.5 cm). En la parte más distal del aparato reproductor, los úteros convergen hasta terminar en la cloaca.

DISCUSIÓN

En México, el estudio de la biología de las quimeras es muy escaso, solo se han documentado nuevos registros con algunos datos merísticos y descripciones morfológicas para las cuatro especies que se han capturado en las aguas mexicanas *Harriota raleighiana* Goode & Bean, 1895, *Hydrolagus macrophthalmus* de Buen, 1959, *Hydrolagus colliei* (Lai & Bennett, 1839) e *Hydrolagus melanophasma* James, Ebert, Long & Didier, 2009 (Castro-Aguirre *et al.*, 2005; Castro-Aguirre *et al.*, 2007; James *et al.*, 2009; González-Acosta *et al.*, 2010; Ruiz-Campos *et al.*, 2010); esta última especie también ha sido caracterizada molecularmente a través de genes mitocondriales (de la Cruz-Agüero *et al.*, 2012).

Para la determinación de *H. melanophasma* fue necesario observar diferentes características morfológicas, tales como las describen James *et al.* (2009), que consiste en presentar una coloración muy oscura, grandes ojos, espina de la primera aleta dorsal ligeramente curvada, aserrada en la parte posterior del margen y más grande que la altura de la aleta, los claspers

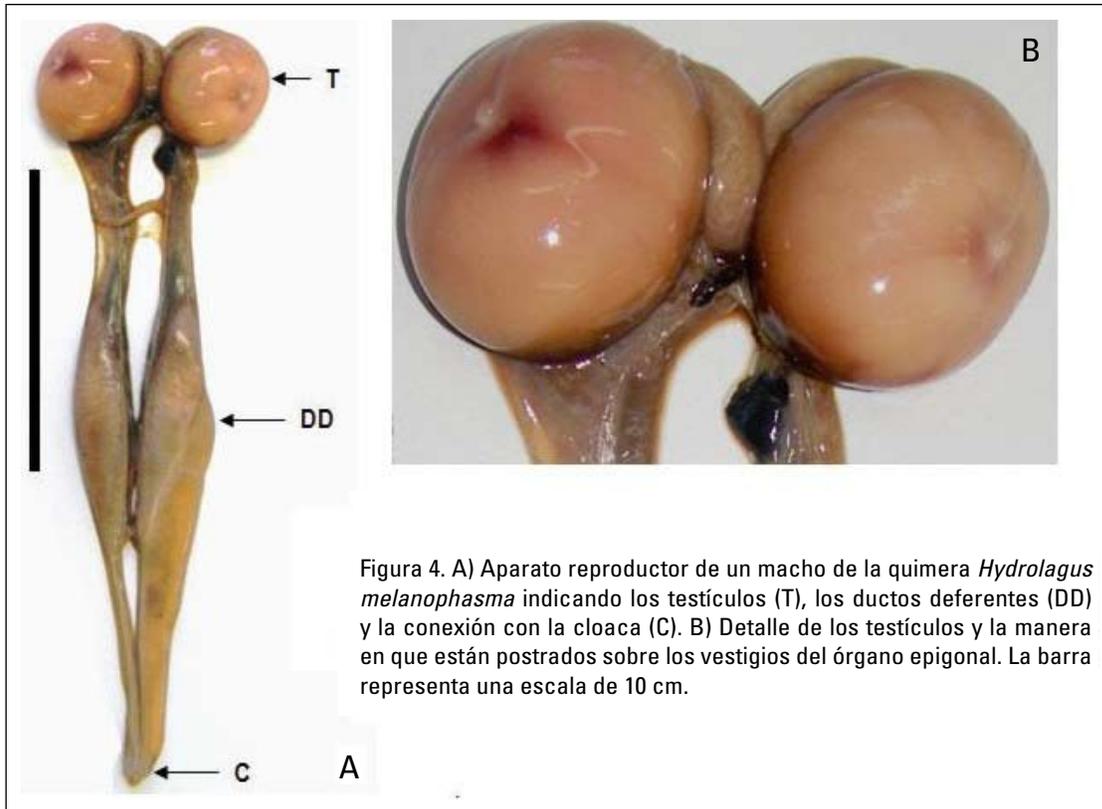
Tabla 1. Medidas de la quimera *Hydrolagus melanophasma* capturada en la costa occidental de Baja California, México. Los datos son proporciones con respecto a la longitud corporal (LC) y son comparados con estudios previos (ver texto para nomenclatura). ND = datos no disponibles.

Mediciones	Presente estudio		James <i>et al.</i> (2009)	Bustamante <i>et al.</i> (2012)		Rubio-Lozano <i>et al.</i> (2012)	de la Cruz-Agüero <i>et al.</i> (2012)	
	Macho	Hembra	Macho	Macho	Hembra	Macho	Macho	Hembra
LC (mm)	695	766	577 - 631	705	733 - 918	542	623	662
LT	151.9	152.7	160.5 - 155.6	166.7	162.9 - 138.9	165.1	150.1	151.4
LPC	125.5	123.4	126.9 - 121.9	127.7	130.6 - 121.8	120.8	124.3	126.9
LHV	61.6	57.8	60.1 - 56.9	64.7	73.1 - 56.1	ND	62.1	63.4
LTR	34.5	34.9	37.3 - 35.5	31.9	34.7 - 35.1	33.2	34.3	39.3
LCF	27.1	23.0	29.5 - 25	27.7	30.6 - 21.8	24	27.6	24.8
POR	10.8	10.7	10.6 - 11.5	14.5	13.4 - 8.3	12.5	10.8	10.6
PRN	7.3	6.4	7.1 - 8.2	11.2	11.9 - 7.1	ND	6	9.8
POB	9.5	8.4	13.7 - 13.2	11.8	14.2 - 10.5	10.5	13	14.5
LO	6.5	5.2	6.5 - 6.5	5.4	7.1 - 5.7	5.9	5.5	6.2
AO	3.9	4.8	4.1 - 4.4	4.4	4.6 - 3.7	5	3.7	4.1
PD2	41.7	44.4	47.8 - 47.4	44.3	48.3 - 53.4	46.1	45.7	48.6
PD1	25.9	26.1	27.4 - 27.7	29.1	27.3 - 26.7	23.1	11.7	22.7
B1D	15.8	17.0	15.3 - 13.9	20.9	18.4 - 16.9	24.9	12.4	14
AED	24.6	26.1	25.9 - 25.9	28.5	29.9 - 17.6	30.4	28.9	16.6*
A1D	19.0	22.2	19.5 - 19	24.5	25.2 - 18.1	22.1	21	20.4
B2D	80.6	82.2	81.1 - 77.3	ND	ND	77.5	77.7	78.9
A2D	4.5	5.2	4 - 4.1	4.5	4.8 - 5.8	5.9	4	4.5
EID	3.6	2.6	6.4 - 9	3	10.6 - 5.4	8.7	3.2	3.9
MDC	20.1	21.0	23.1 - 20.5	20.1	22.5 - 18.5	22.5	16.5	15.6
ADC	2.4	2.5	2 - 3.3	3	2.9 - 2.4	ND	1.9	2.9
LAC	25.3	32.8	33.3 - 34.5	40.7	31.1 - 30.5	41.5	24.9	23.9
MVC	27.2	24.4	28.8 - 26	34.2	39 - 43.6	28.6	23	18.6
AVC	2	2.1	2.4 - 2.9	2.7	2.5 - 2.8	ND	2.6	2.6
APC	2.2	2.0	2.4 - 2.4	3.8	2.9 - 2.4	ND	2.2	2.6
P1A	37.4	37.9	40.9 - 38.5	41.3	41.5 - 32	42.4	37.6	40.3
P2A	17.8	18.3	21 - 19.5	ND	ND	19.4	18	19.5
P2P	34.5	32.6	29.8 - 32.2	36	40.2 - 38.6	ND	31.6	28.1
EPC	59.0	58.3	57.9 - 60.1	58.2	50.2 - 51.2	ND	58.7	56.3
D1P1	18.0	17.2	19.6 - 16.4	21	22.1 - 19.2	ND	20.4	22.4
D1P2	43.9	45.7	39.5 - 42.5	46.1	48.4 - 41	ND	41.1	46.1
D2P1	29.5	28.7	25.6 - 26.6	ND	ND	ND	25.7	29
D2P2	27.3	24.2	20.3 - 24.6	30.5	31.2 - 27.2	ND	25.7	27.9
CL	13.5	ND	15 - 13.7	ND	ND	16.6	18.8	ND

* Espina rota

trífidos y un arreglo peculiar en la disposición de la línea lateral con los canales laterales de la cabeza. La forma y distribución de esos canales laterales en la cabeza tienen un alto valor taxonómico a varios niveles y han sido descritos para varias especies,

atribuyéndoles la función de mecanorecepción como es el caso de en la línea lateral, lo cual pudiera servir para facilitar la localización de sus presas en ambientes de baja iluminación (Lisney, 2010).



Según lo reportado por James *et al.* (2009), Bustamante *et al.* (2012) y en el presente estudio, la distribución batimétrica de *Hydrolagus melanophasma* ocurre entre los 30.5 a 1720 m, con mayor frecuencia entre los 800 y 1200 m, aunque recientemente de la Cruz-Agüero *et al.* (2012) y Rubio-Lozano *et al.* (2012) recolectaron organismos muertos en la superficie del mar. Estas observaciones y lo reportado previamente para esta especie en otras latitudes, hace suponer que la distribución de la misma abarca desde la costa sur de California, E.U. hasta las costas de Valdivia, Chile en el Pacífico oriental.

La descripción morfológica del sistema reproductor de peces holocéfalos ha sido poco abordada, algunos estudios han revisado el caso *Chimaera monstrosa* Linnaeus, 1758 y *Callorhynchus antarcticus* Lay & Bennett, 1839 (Leigh-Sharpe, 1922; Legendre, 1944), *Hydrolagus colliei* (Cox, 1963) y *Callorhynchus callorhynchus* (Linnaeus, 1758) (Di Giacomo & Perier, 1994). Las especies de holocéfalos vivientes han sido reportadas generalmente con ausencia de cloaca (Grasse, 1958), lo cual ha sido corroborado por Malagrino *et al.* (1981), quienes mencionaron que las hembras de *Chimaera phantasma* Jordan & Snyder, 1900 carecen de cloaca, lo cual es una característica del grupo. Esto contrasta con el caso de los elasmobranquios, en los cuales el ducto genital de las hembras termina en una cloaca. Stanley (1963) notó la presencia de una cloaca en machos y hembras recién nacidas de *H. colliei*,

la cual se pierde conforme el organismo crece. En contraste, *Callorhynchus callorhynchus* tiene una cloaca con un receptáculo seminal donde los espermatozoides son almacenados.

Se consideró que 97% de los ovocitos de las dos hembras recolectadas estaban inmaduros debido a su tamaño y su coloración, el resto (3%) correspondieron a ovocitos parcialmente maduros (11.3 mm de diámetro promedio). Para otras quimeras, el comienzo de la madurez de los ovocitos se presenta a diferentes tamaños, para *Hydrolagus colliei* se ha considerado que la mayoría de los ovocitos están maduros cuando alcanzan un diámetro mayor a los 6 mm (Stanley, 1961; Barnett *et al.*, 2009), mientras que para *Callorhynchus callorhynchus* los ovocitos se consideran maduros cuando miden más de 10 mm de diámetro y presentan una coloración amarilla (Alarcón *et al.*, 2011). En la misma masa ovárica de un ejemplar se observó un ovocito en aparente reabsorción, lo cual ha sido comúnmente observado en otras especies de quimeras (Barnett, 2008).

Para el caso de *H. melanophasma* no se observaron huevos en el interior del útero. En quimeras capturadas en su ambiente natural no se han observado huevos desarrollados, solo existen reportes para *Hydrolagus colliei* que de 36 huevos contenidos en el útero y posteriormente depositados, solo 10% estaban desarrollados y fértiles bajo condiciones de cautiverio (Kamuela, 2008).

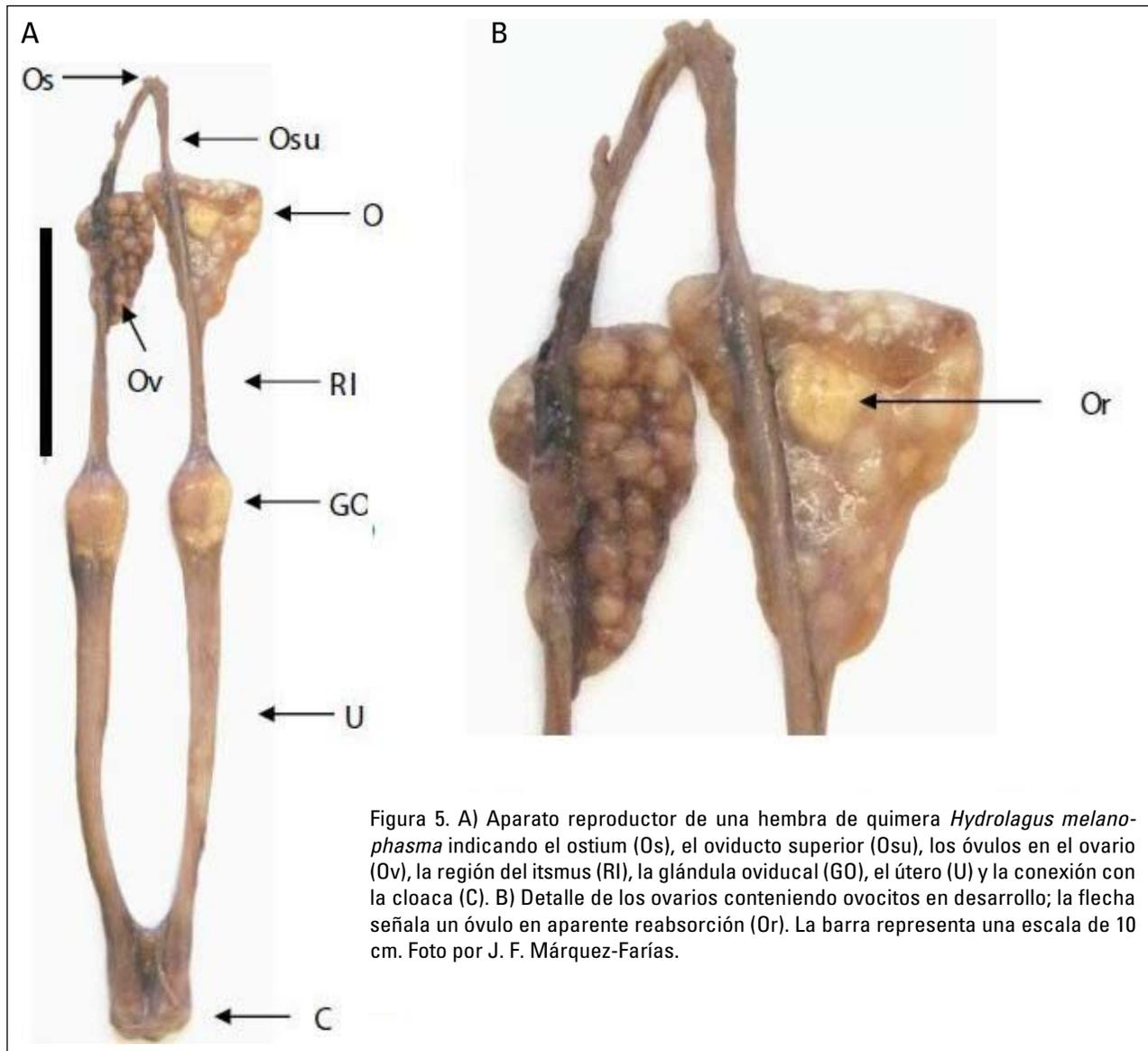


Figura 5. A) Aparato reproductor de una hembra de quimera *Hydrolagus melanophasma* indicando el ostium (Os), el oviducto superior (Osu), los óvulos en el ovario (Ov), la región del istmus (RI), la glándula oviducal (GO), el útero (U) y la conexión con la cloaca (C). B) Detalle de los ovarios conteniendo ovocitos en desarrollo; la flecha señala un óvulo en aparente reabsorción (Or). La barra representa una escala de 10 cm. Foto por J. F. Márquez-Farías.

De acuerdo con lo anteriormente expuesto y al igual que en las otras especies de quimeras, *H. melanophasma* puede considerarse como una especie ovípara, que produce huevos que encapsulan en su interior embriones individuales (Dean, 1906).

El estado actual del conocimiento de los holocéfalos de México se ha concentrado únicamente en saber que especies son las que se encuentran dentro de nuestros mares, por ello, existe un desconocimiento profundo sobre los aspectos fundamentales de estos peces, como lo son su biología, biogeografía y dinámica poblacional. Por lo que la reciente descripción de *H. melanophasma*, en conjunto con el reporte de algunos datos merísticos y la caracterización del aparato reproductor de hembras y machos, aumentará el conocimiento biológico sobre las quimeras de México. Se espera que este reporte sirva como guía para

futuras investigaciones que sitúen a este grupo de peces como un objetivo principal, debido a su situación ancestral en la rama evolutiva de los peces actuales.

AGRADECIMIENTOS

Expresamos nuestro agradecimiento a Osiris Chávez por proporcionar los especímenes. Raúl Lara fue apoyado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología durante el desarrollo del presente estudio.

REFERENCIAS

ALARCÓN, C., L. A. CUBILLOS & E. ACUÑA. 2011. Length-based growth, maturity and natural mortality of the cockfish *Callorhynchus callorhynchus*

- (Linnaeus, 1758) off Coquimbo, Chile. *Environmental Biology of Fishes* 92: 65-78.
- ANDREWS, K. S. & T. P. QUINN. 2012. Combining fishing and acoustic monitoring data to evaluate the distribution and movements of spotted ratfish *Hydrolagus colliei*. *Marine Biology* 159: 769-782.
- BARNETT, L. A. K. 2008. Life history, abundance, and distribution of the spotted ratfish, *Hydrolagus colliei*. Ms Thesis. Moss Landing Marine Laboratories. University of California. San Diego, California. USA. 155 p.
- BARNETT, L. A. K., R. L. EARLEY, D. A. EBERT & G. M. CAILLIET. 2009. Maturity, fecundity, and reproductive cycle of the spotted ratfish, *Hydrolagus colliei*. *Marine Biology* 156: 301-316.
- BIZZARRO, J. J., SMITH, W. D., MÁRQUEZ-FARIAS, J. F., TYMINSKI, J., HUETER, R. E. 2009c. Temporal variation in the artisanal elasmobranch fishery of Sonora, México. *Fisheries Research* 97: 103-117.
- BUSTAMANTE, C., H. FLORES, Y. CONCHA-PÉREZ, C. VARGAS-CARO, J. LAMILLA & M. BENNETT. 2012. First record of *Hydrolagus melanophasma* James, Ebert, Long & Didier, 2009 (Chondrichthyes, Chimaeriformes, Holocephali) from the southeastern Pacific Ocean. *Latin American Journal of Aquatic Research* 40 (1): 236-242.
- CASTRO-AGUIRRE, J. L., A. F. GONZÁLEZ-ACOSTA & J. DE LA CRUZ-AGÜERO. 2005. Lista anotada de las especies ícticas anfibipacíficas, de afinidad boreal, endémicas y anfibipacíficas del Golfo de California, México. *Revista Universidad y Ciencia* 21: 87-108.
- CASTRO-AGUIRRE, J. L., H. SANTANA-HERNÁNDEZ, E. ESPINO-BARR & M. C. JIMÉNEZ-QUIROZ. 2007. Primer registro de *Harriota raleighiana* (Chondrichthyes: Holocephali: Rhinochimaeridae) en la costa del Pacífico central de México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 78: 489-492.
- COMPAGNO, L. J. V., M. STEHMANN & D. A. EBERT. 1990. *Rhinochimaera africana*, a new longnose chimaera from southern Africa, with comments on the systematic and distribution of the genus *Rhinochimaera* Garman, 1901 (Chondrichthyes, Chimaeriformes, Rhinochimaeridae). *South African Journal of Marine Science* 9 (1): 201-222.
- DE LA CRUZ-AGÜERO, J., F. J. GARCÍA-RODRÍGUEZ, V. M. COTA-GÓMEZ, F. N. MELLO-BARRERA & R. GONZÁLEZ-ARMAS. 2012. Morphometric and molecular data on two mitochondrial genes of a newly discovered chimaeran fish (*Hydrolagus melanophasma*, Chondrichthyes). *Ocean Science Journal* 47 (2): 147-153.
- DEAN, B. 1906. Chimaeroid fishes and their development. *Publications of the Carnegie Institution of Washington* 32: 1-194.
- DI GIÁCOMO, E. E. & M. R. PERIER. 1994. Reproductive biology of the cockfish, *Callorhynchus callorhynchus* (Holocephali: Callorhynchidae), in Patagonian waters (Argentina). *Fishery Bulletin* 92 (3): 531-539.
- DIDIER, D. A. 2008. Two new species of the genus *Hydrolagus* Gill (Holocephali: Chimaeridae) from Australia. *CSIRO Marine and Atmospheric Research Paper* 22: 349-356.
- DIDIER, D. A. & B. SERET. 2002. Chimaeroid fishes of New Caledonia with description of a new species of *Hydrolagus* (Chondrichthyes, Holocephali). *Cybius* 26 (3): 225-233.
- GONZÁLEZ-ACOSTA, A. F., J. L. CASTRO-AGUIRRE, D. A. DIDIER, R. VÉLEZ-MARÍN & L. A. BURNES-ROMO. 2010. Occurrence of *Hydrolagus macrophthalmus* (Chondrichthyes: Holocephali: Chimaeridae) in the northeastern Pacific. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 81: 197-201.
- GRASSE, P. P. 1958. Super-order des holocephali : anatomie, ichtyologie, systematique. In: Grasse, P. P. (Ed.). *Traite de zoologie; anatomie, systematique, biologie*. Vol. 13. Masson et Sie, Paris, pp. 2060-2067.
- KAMUELA, L. A. 2008. Life history, abundance, and distribution of the spotted ratfish, *Hydrolagus colliei*. Master Thesis. Moss Landing Marine Laboratories. 155 p.
- JAMES, K. C., D. A. EBERT, D. J. LONG & D. A. DIDIER. 2009. A new species of chimaera, *Hydrolagus melanophasma* sp. nov. (Chondrichthyes: Chimaeriformes: Chimaeridae), from the eastern North Pacific. *Zootaxa* 2218: 59-68 Legendre, R. 1944. Notes biologiques sur *Chimaera monstrosa* L. *Bulletin de la Société Zoologique de France* 69: 10-17.
- LEGENDRE, R. 1944. Notes biologiques sur *Chimaera monstrosa* L. *Bulletin de la Societe Zoologique de France* 69 (1): 10-17.
- LEIGH-SHARPE, W. H. 1922. The comparative morphology of the secondary sexual characters of Holocephali and elasmobranch fishes. *Journal of Morphology* 36:199-243.
- LISNEY, T. J. 2010. A review of the sensory biology of chimaeroid fishes (Chondrichthyes; Holocephali). *Reviews in Fish Biology and Fisheries* 20: 571-590.
- MALAGRINO, G., A. TAKEMURA & K. MIZUE. 1981. Studies on Holocephali. II: On the reproduction of *Chimaera phantasma* Jordan et Snyder caught in the coastal waters of Nagasaki. *Bulletin of the Faculty of Education* 51: 1-7.
- MÁRQUEZ-FARIAS, J. F. 2002. The artisanal ray fishery in the Gulf of California: Development, fisheries research, and management issues. IUCN Shark Specialist Group. *Shark News* 14: 1-5.
- MUSICK J. A. (Ed.). 1999. Life in the Slow Lane: Ecology and Conservation of Long-Lived Marine Animals. American Fisheries Society Symposium No. 23, Bethesda, Maryland
- RUBIO-LOZANO, M. S., M. I. DAMIÁN-GUILLÉN, J. CASTELLANOS-BETANCOURT & S. R. SORIANO-VELÁSQUEZ. 2012. Primer registro de *Hydrolagus melanophasma* en el Pacífico central mexicano. Memorias del III Encuentro Colombiano sobre Condriictios. Santa Marta, Colombia. 97 p.
- RUIZ-CAMPOS, G., J. L. CASTRO-AGUIRRE, E. F. BALART, L. CAMPOS-DÁVILA & R. VÉLEZ-MARÍN. 2010. New specimens and records of chondrichthyan fishes (Vertebrata: Chondrichthyes) off the Mexican Pacific coast. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 81: 363-371.
- STANLEY, H. P. 1961. Studies on the genital system and reproduction in the chimaeroid fish *Hydrolagus colliei* (Lay and Bennett). Ph.D. Thesis. Oregon State University. 94 p.
- STANLEY, H. P. 1963. Urogenital morphology in the chimaeroid fish *Hydrolagus colliei* (Lay and Bennett). *Journal of Morphology* 112: 99-128.

Recibido: 25 de julio de 2012.

Aceptado: 19 de agosto de 2013.