

Short Communication

Ocurrencia de una hembra preñada de tiburón mako *Isurus oxyrinchus* al noroeste de Cuba

Yureidy Cabrera¹, Consuelo Aguilar², Gaspar González-Sansón² & Juan Fernando Márquez-Farías³

¹Dirección de Regulaciones Pesqueras y Ciencias, Ministerio de la Industria Alimentaria
La Habana, C.P. 11300, Cuba

²Departamento de Estudios para el Desarrollo Sustentable de Zonas Costeras
Centro Universitario de la Costa Sur, C.P. 48980, San Patricio-Melaque, Cihuatlán, México

³Facultad de Ciencias del Mar, Universidad Autónoma de Sinaloa
Mazatlán Sinaloa, C.P. 82000, México

Corresponding author: Yureidy Cabrera (yurecab06@yahoo.com)

RESUMEN. *Isurus oxyrinchus* constituye una de las especies mayormente capturadas en pesquerías palangreras pelágicas. En este estudio se reporta la ocurrencia de una hembra preñada de *I. oxyrinchus* capturada al noroeste de Cuba; se describe por vez primera el estadio de desarrollo de los embriones para esta región y se compara su fase de desarrollo con reportes previos realizados en otras regiones. El espécimen adulto midió 365 cm LT y presentaba 12 embriones. De la camada, solo un macho de 39,3 cm (LT) y una hembra de 39,2 cm (LT) se lograron examinar detalladamente. La característica más evidente en los embriones fue el desarrollo de un enorme abdomen lleno de pequeños folículos con vitelo, correspondiente a la fase oofágica. Esto provee la energía necesaria para su crecimiento y desarrollo durante el período de gestación. El presente reporte constituye el primer registro de la segunda fase o camada de término medio del desarrollo embrionario de *I. oxyrinchus* en aguas cubanas y complementa la información sobre el conocimiento de la biología reproductiva de esta especie.

Palabras clave: *Isurus oxyrinchus*, desarrollo embrionario, ciclo de vida, noroeste de Cuba.

Occurrence of an *Isurus oxyrinchus* pregnant female to the northwest of Cuba

ABSTRACT. *Isurus oxyrinchus* is a species mostly caught on pelagic longline fisheries. In this study, the occurrence of *I. oxyrinchus* pregnant female caught to northwest of Cuba is reported; we describe for the first time the development stage of the embryos for this region and compare its development phase with previous surveys carried out in other regions. The adult specimen measured 365 cm TL and had 12 embryos. Regarding the whole litter only a male of 39.3 cm (TL) and a female of 39.2 cm (TL) could be examined. The most evident feature about the embryos was the development of a big abdomen full of small follicles with yolk, corresponding to the oophagic phase. This provides enough energy for their growth and development during the gestation period. This current paper is the first record about second phase or half-term litter of embryonic development for *I. oxyrinchus* in Cuban waters and it complements the information concerning the knowledge of the reproductive biology of this species.

Keywords: *Isurus oxyrinchus*, embryonic development, natural history, northwestern Cuba.

Isurus oxyrinchus (Rafinesque, 1810) es conocida por los pescadores artesanales en Cuba como “dientuso azul” (deformación de “dentado”, según Guitart, 1979) y como mako a nivel mundial. Es una de las cinco especies de la familia Lamnidae que comprende a los géneros *Isurus*, *Carcharodon* y *Lamna* (Compagno,

1984; Nelson, 2006). Tiene una distribución global en mares tropicales y templados (Compagno, 1984, 2001). Esta especie es frecuentemente capturada en pesquerías palangreras pelágicas junto con otras especies de peces de pico y túnidos (Pepperell, 1992). Debido a su ciclo de vida y su incidencia en pesquerías a nivel mundial,

su estado de conservación actual lo ubica en la categoría de “Vulnerable” (Cailliet *et al.*, 2009). En comparación con los peces óseos, el conocimiento sobre la biología y demografía de los condricios es muy limitado. Esto es particularmente cierto en lo referente a especies pelágicas por la dificultad de obtener muestras y a la naturaleza migratoria de las especies. La limitada información representa una preocupación sobre el estado de salud de las poblaciones debido a su participación en importantes pesquerías oceánicas y artesanales alrededor del mundo.

En Cuba, al igual que en otros países latinoamericanos, la captura de tiburón es una actividad tradicional y fuente generadora de empleo y alimento para el país (Castillo-Geniz *et al.*, 1998; Aguilar *et al.*, 2014). No obstante, la captura promedio anual de tiburón en Cuba fue de 2.500 ton en el periodo 2005-2011 (FAO, 2013). Los estudios sobre tiburones en aguas cubanas se habían limitado a la identificación de especies (Guitart, 1979) y algunos aspectos socioeconómicos de la pesquería (Guitart, 1975). Solo recientemente se han presentado datos sobre la estructura de la población de las especies susceptibles de captura (Aguilar *et al.*, 2014).

I. oxyrinchus es capturada con relativa frecuencia, en pesquerías pelágicas palangreras de tiburón, a nivel mundial. A pesar de esto, pocas hembras preñadas han sido documentadas (Bonfil, 1994; Duffy & Francis, 2001). Aunque existe literatura sobre la biología (Duffy & Francis, 2001; Carrier *et al.*, 2004; Hamlett, 2005) y demografía (Mollet *et al.*, 2000, 2002), las investigaciones sobre su desarrollo embrionario son escasas. El periodo de gestación y el área de crianza son aún inciertos (Mollet *et al.*, 2000). En el presente estudio se reporta la ocurrencia de una hembra preñada de dientuso azul capturada al noroeste de Cuba; se describe por primera vez el estadio de desarrollo de los embriones para esta región y se compara su fase de desarrollo con reportes previos realizados en otras regiones, para contribuir a completar el conocimiento sobre su ciclo embrionario.

En septiembre de 2005 un ejemplar de *I. oxyrinchus*, fue desembarcado en una base de pesca deportiva al norte de La Habana (82°24'41,04"N, 23°07'54,84"W) frente al pueblo de Cojímar a una distancia de 3,5 mn de la costa (Fig. 1). La captura se realizó en una embarcación de madera de 6 m de eslora empleando palangre de deriva a una profundidad de 9 m. El ejemplar adulto fue identificado de acuerdo con Guitart (1979), Compagno (1984, 2001) y Castro (2011). En el sitio de desembarque, una vez medido (longitud total, LT) el ejemplar fue disecado y se comprobó que se trataba de una hembra preñada con embriones en desa-

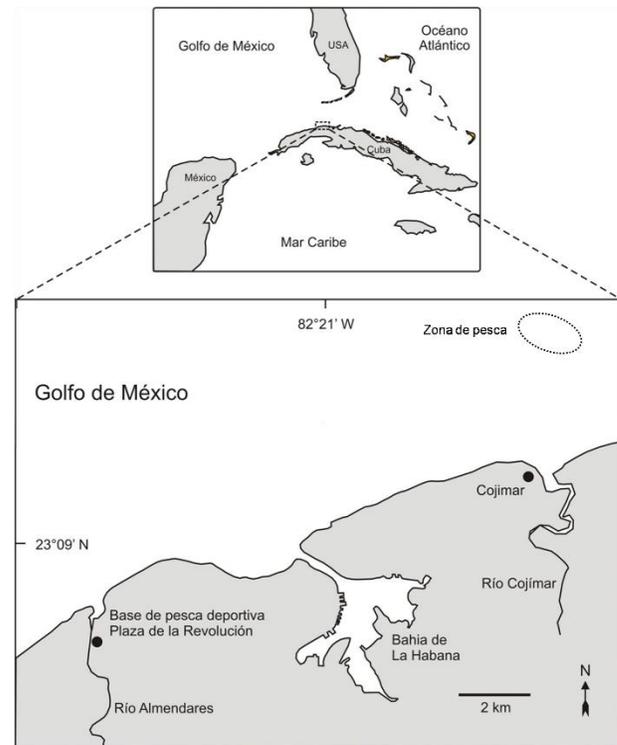


Figura 1. Mapa representativo de la zona de pesca y la base de pesca deportiva donde fue procesado el espécimen.

rollo. Se extrajeron cuidadosamente los embriones para evitar dañarlos, se contaron y fotografiaron. Debido al corto tiempo y la rapidez de los pescadores para procesar el animal (ya que los embriones son utilizados como carnada durante la pesca dirigida a peces de pico y tiburones), fue imposible trabajar con todos los embriones y determinar las características morfométricas y sexo individual. Solo dos embriones se transportaron al laboratorio, donde se determinó la LT (cm) con la aleta caudal en posición extendida. El peso total (PT) se obtuvo con una balanza analítica de 1 mg de precisión. Los embriones fueron sexados y conservados en formol al 4%. El estadio de desarrollo embrionario se asignó siguiendo el criterio de Gilmore *et al.* (2005) para *Carcharias taurus*.

El ejemplar examinado fue una hembra de *I. oxyrinchus* de 365 cm LT con 12 embriones. Se pensaba que la talla de maduración de la especie era cercana a 180 cm LT (Cailliet *et al.*, 1983); sin embargo, se comprobó no solo que las hembras maduran a tallas mayores que los machos, sino que a un intervalo mayor al previamente reportado, 270-280 cm LT (Cliff *et al.*, 1990). El número de embriones encontrados coincide con lo señalado para la especie por otros autores. Stevens (1983) reporta camadas de 4-16 embriones para las hembras en Australia, mientras

que Cliff *et al.* (1990), reportan de 9-14 crías para Sudáfrica. Las camadas de *I. oxyrinchus* en otras partes del mundo varían de 6-18 individuos (Mollet *et al.*, 2002), con excepción de una camada de 25-30 embriones en el Mar Mediterráneo (Sanzo, 1912).

Mollet *et al.* (2000) señalan que existe una relación funcional entre la fecundidad y el tamaño de la madre. De acuerdo con la relación reportada por estos autores, una hembra adulta de 317,5 cm LT tendría una fecundidad de 12 embriones. En el presente estudio, la hembra midió 365 cm LT y contenía 12 embriones. Una posible explicación a tal diferencia sería que parte de la camada fue abortada durante la captura o simplemente, es la variabilidad natural de su fecundidad. *I. oxyrinchus* es la especie que presenta mayor fecundidad y camadas más numerosas de la familia Lamnidae (Francis, 1996; Mollet *et al.*, 2000; Gilmore *et al.*, 2005).

Los embriones examinados fueron un macho de 39,3 cm y 1133,12 g y una hembra de 39,2 cm y 1184,80 g. Las dimensiones de longitud y ancho del estómago fueron de 23,2x18 cm y de 19,3x15,6 cm para el macho y hembra, respectivamente. La longitud total de ambos embriones está muy por debajo de la talla de nacimiento reportada (65-75 cm LT) para el oeste del Atlántico Norte (Pratt & Casey, 1983). Gilmore *et al.* (2005), demostraron que la tasa de crecimiento embrionario en los géneros *Isurus* y *Alopias* es menor que en *C. taurus*, siendo un estimado para *I. oxyrinchus* de 3,7 cm por mes (Francis & Stevens, 2000). El peso del embrión hembra superó al del macho en 51,68 g, en contraste con los valores de largo y ancho del estómago que fueron ligeramente menores en la hembra. Esto se debería a un mayor consumo de huevos vitelinos no fertilizados y a una alta metabolización del vitelo. No obstante, se necesita un estudio más profundo para probar esta hipótesis.

El sexo de los embriones fue definido por la presencia de un incipiente clasper, apenas perceptible a la vista, emergiendo de cada aleta pélvica (Fig. 2a). Los embriones presentaban un estómago muy distendido, lleno de oocitos no fértiles de color amarillo (Figs. 2b-2c). Estómago vascularizado particularmente en la parte inferior. El cuerpo de ambos embriones presentó escasa pigmentación, excepto por pequeñas manchas de color grisáceo en la región dorsal y lateral (Fig. 2d). No obstante, la coloración predominante es rosada debido a la presencia de vasos sanguíneos debajo de la piel. En ambos individuos, los dientes pequeños estaban completamente fuera en ambas mandíbulas y presentaban una forma filosa, ligeramente curvada y espaciada entre sí (Fig. 2e). Las aletas eran pequeñas, blandas y sin pigmentación (Figs. 2f-2g). Se observó una línea lateral a todo lo largo del cuerpo. Las

hendiduras branquiales de forma acampanada de gran dimensión, coloración rojiza intensa, abarcando la mayor parte de la región cefálica y sin filamentos externos. Los embriones con un hocico alargado y puntiagudo con ojos muy pequeños pigmentados a ambos lados (Fig. 2h). Considerando las características previamente descritas, se consideró que los embriones se encontraban en fase V (oofágica), de acuerdo a Gilmore *et al.* (2005) para un miembro de la Familia Odontaspidae, *Carcharias taurus*.

En esta investigación, solo se hizo referencia a la fase oofágica por no contar con suficientes ejemplares hembras en todas las etapas embrionarias para determinar el ciclo reproductivo. Las características morfológicas de los embriones analizados resultaron muy similares a lo descrito por otros autores para otras especies del orden Lamniformes en diferentes regiones. Gilmore *et al.* (2005), describió para *C. taurus* seis estadios de desarrollo de los embriones y consideró que esta clasificación pudiera ser válida para otras especies del orden. Estos autores categorizaron el estadio V como oofágico para embriones de 335-1000 mm LT. En términos generales, esto se cumple para *I. oxyrinchus*, exceptuando el desarrollo de los pliegues labiales (superior e inferior) en *C. taurus*, que no se observaron en los especímenes analizados.

Mollet *et al.* (2000) definieron tres etapas de desarrollo embrionario para *I. oxyrinchus* según la talla del embrión: I) camada de desarrollo temprano (0-20 cm LT), II) camada de término medio (20-45 cm LT) y III) camada terminal (45-70 cm LT). Estos autores solo documentaron detalladamente el desarrollo embrionario temprano y terminal de la especie. Según esta clasificación, estos embriones se clasificarían en la fase de término medio. No se encontró literatura que detallara la segunda fase del desarrollo embrionario para esta especie.

Una de las características más evidente de esta fase, según Gilmore *et al.* (2005), es el desarrollo de un enorme abdomen lleno de huevos con vitelo. Durante la fase oofágica los embriones ingieren los óvulos y almacenan el vitelo en el estómago, obteniendo la energía necesaria para su crecimiento y desarrollo durante el período de gestación. Esto es típico de otros lámnidos como *C. taurus*, sin embargo, los embriones del género *Alopias* presentan estómagos vitelinos ligeramente extendidos (Mollet *et al.*, 2000). La oofagia constituye una forma de viviparidad aplacentaria matrotrofica descrita para todos los lámnidos (Gilmore, 1993; Francis, 1996; Hamlett & Koob, 1999; Mollet *et al.*, 2000; Gilmore *et al.*, 2005; Musick & Ellis, 2005). No se encontró evidencia de canibalismo entre embriones al interior de la hembra analizada lo que coincide con lo encontrado por otros autores

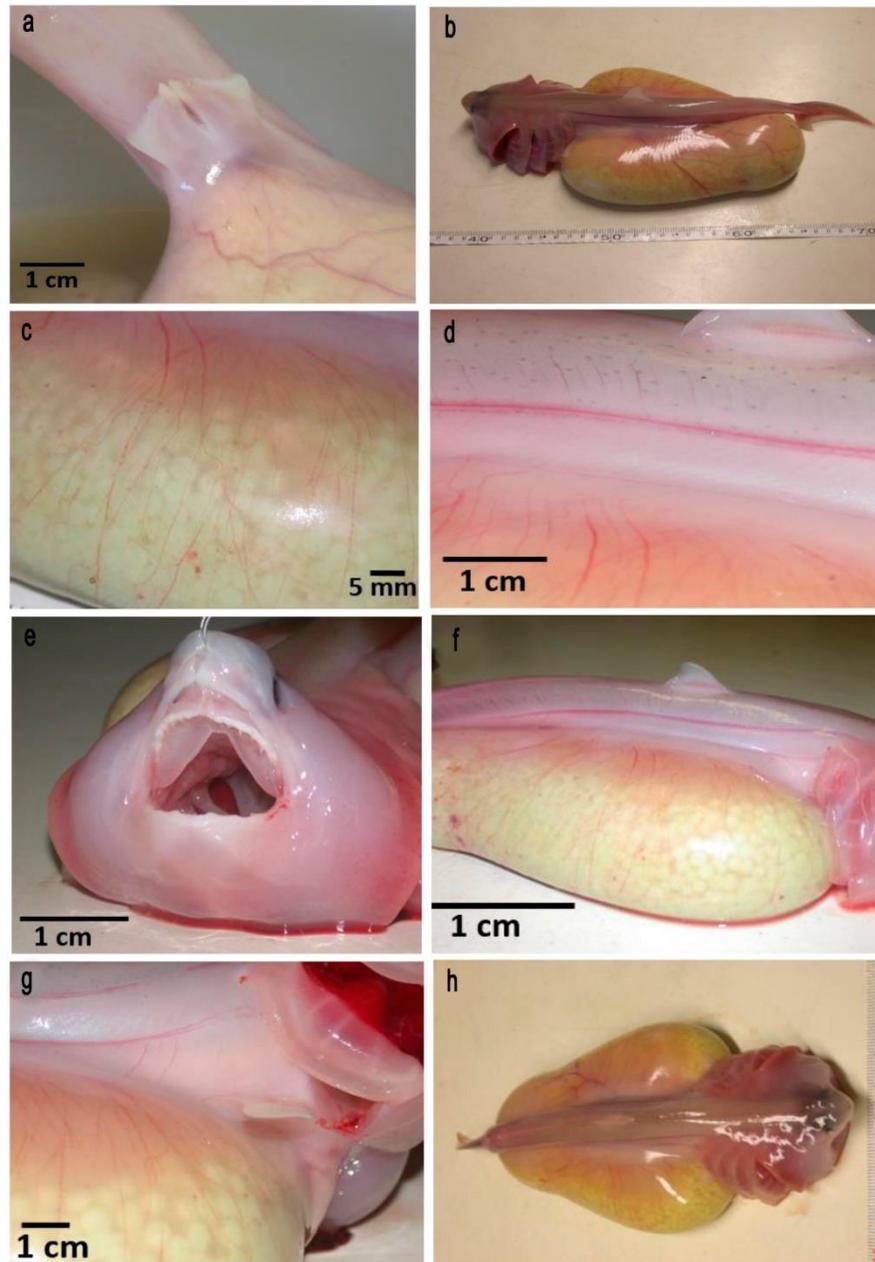


Figura 2. Estructuras morfológicas del embrión de *Isurus oxyrinchus*. a) Macho con claspers incipientes en el borde interior de la aleta pélvica, b) embrión con estómago vitelino, c) gotas de vitelo almacenados en el estómago, d) región dorsal y lateral con escasa pigmentación (pequeñas manchas de color gris), e) forma de la boca y mandíbulas con dientes, f) aleta dorsal y línea lateral a lo largo de todo el cuerpo, g) aletas pectorales pequeñas, h) hocico alargado y hendiduras branquiales de forma acampanada.

(Gilmore 1993; Musick & Ellis, 2005). Ellos señalan que la presencia de camadas de gran tamaño puede ser una evidencia circunstancial fuerte de que la adelfofagia no ocurre en esta especie. Joung & Hsu (2005) encontraron que en *I. oxyrinchus* pueden llegar a coexistir al menos 10 embriones en cada útero y que en ciertas ocasiones, cuando hay embriones muertos

dentro del mismo útero, el embrión más grande puede practicar canibalismo.

En los ejemplares analizados los dientes podrían ser utilizados para sujetar y romper la membrana de los huevos no fertilizados, lo cual facilita la nutrición y desarrollo de los embriones como lo han descrito otros autores (Gilmore, 1993; Francis & Stevens, 2000;

Mollet *et al.*, 2000; Gilmore *et al.*, 2005). En la literatura consultada, el término de dientes embriológicos se utiliza para los dientes que están presentes en la fase embrionaria y sus características difieren de los dientes del adulto (Gilmore, 1993), aunque los embriones cercanos al nacimiento presentan dientes muy parecidos a sus progenitores (Mollet *et al.*, 2000).

Hamlett (1983) estimó que los embriones de *C. taurus* pueden ingerir hasta 17.000 óvulos infértiles de 10 mm de diámetro durante el período de gestación. Gilmore *et al.* (2005), plantearon que una tasa de consumo de 19.157 óvulos contiene cerca de 18.000 calorías. La ingestión de esta gran cantidad de huevos no fertilizados excede la demanda metabólica, por lo que una porción es almacenada en el estómago (Castro, 2009). No se ha encontrado literatura que documente la cantidad de huevos ingeridos por la especie estudiada. Sin embargo, la ausencia de huevos no fertilizados en la hembra capturada pudiera deberse a que los embriones ya los habían consumido y se requiere de un estudio más detallado para sacar conclusiones al respecto.

Estudios previos señalan que el ciclo reproductivo de *I. oxyrinchus* es de 3 años con un periodo de gestación de 18 meses, con parto estacional que va de fines de invierno a principios de primavera (Mollet *et al.*, 2000). De acuerdo con esto, y dada la talla y estado de desarrollo de los embriones examinados en el presente estudio, se considera que el nacimiento hubiera ocurrido en invierno, lo cual se ajusta a los modelos de desarrollo reportados. El presente reporte constituye el primer registro de una camada de término medio del desarrollo embrionario para *I. oxyrinchus* en aguas cubanas y complementa la información sobre el conocimiento de la biología reproductiva de esta especie.

Es importante destacar que en Cuba, la mayoría de los tiburones oceánicos capturados en las pesquerías son especies altamente migratorias y sus poblaciones muestran gran conectividad ecológica con el Golfo de México y aguas adyacentes (Aguilar *et al.*, 2014). De ahí, la importancia de realizar estos estudios y otros vinculados a la biología pesquera que permitan sustentar el Plan de Acción Nacional de Conservación y Manejo de Condrictios de la República de Cuba (PAN-Tiburones), a objeto de lograr el desarrollo de una pesca sostenible en elasmobranchios.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a los pescadores por proporcionarnos la información relacionada con la captura y permitirnos

procesar el espécimen. Especial agradecimiento a la M.Sc. Ivett Hernández por su apoyo en la obtención de los datos morfométricos. A Environmental Defense Fund (EDF) por financiar parcialmente la estadía del Dr. Fernando Márquez (UAS) en Cuba.

REFERENCIAS

- Aguilar, C., G. González-Sansón, R. Hueter, E. Rojas, Y. Cabrera, A. Briones, R. Borroto, A. Hernández & P. Baker. 2014. Captura de tiburones en la región noroccidental de Cuba. *Lat. Am. J. Aquat. Res.*, 42(3): 477-487.
- Bonfil, R. 1994. Overview of world elasmobranch fisheries. *FAO Fish. Tech. Pap.*, 341: 1-119.
- Cailliet, G.M., L.K. Martin, J.T. Harvey, D. Kusher & B.A. Weldon. 1983. Preliminary studies on the age and growth of the blue shark, *Prionace glauca*, common thresher, *Alopias vulpinus*, and shortfin mako, *Isurus oxyrinchus*, from California waters. In: E.D. Prince & L.M. Pulos (eds.). *Proceedings of the international workshop on age determination of oceanic pelagic fishes: tunas, billfishes, and sharks*. U.S. Dep. Commer., NOAA Tech. Rep. NMFS 8, pp. 179-188.
- Cailliet, G.M., R.D. Cavanagh, D.W. Kulka, J.D. Stevens, A. Soldo, S. Clo, D. Macias, J. Baum, S. Kohin, A. Duarte, J.A. Holtzhausen, E. Acuña, A. Amorim & A. Domingo. 2009. *Isurus oxyrinchus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2009: e.T39341A10207466. Versión 2015-3. [<http://www.iucnredlist.org/details/39341/0>]. Reviewed: 29 October 2015.
- Carrier, J.C., H.L. Pratt Jr. & J.I. Castro. 2004. Reproductive biology of Elasmobranchs. In: J.C. Carrier, J.A. Musick & M.R. Heithaus (eds.). *Biology of sharks and their relatives*. CRC Press, Boca Raton, pp. 269-286.
- Castillo-Géniz, J.L., J.F. Márquez-Farías, M.C. Rodríguez de la Cruz, E. Cortés & A. Cid del Prado. 1998. The Mexican artisanal shark fishery in the Gulf of Mexico: towards a regulated fishery. *Mar. Fresh. Res.*, 49: 611-620.
- Castro, J.I. 2009. Observations on the reproductive cycles of some viviparous North American sharks. *Aquaculture*, 15(4): 205-222.
- Castro, J.I. 2011. *The sharks of North American waters*. Oxford University, Oxford, 613 pp.
- Cliff, G., S.F.J. Dudley & B. Davis. 1990. Sharks caught in the protective gill nets off Natal, South Africa: the shortfin mako, *Isurus oxyrinchus* (Rafinesque). *S. Afr. J. Mar. Sci.*, 9: 115-126.
- Compagno, L.J.V. 1984. *FAO species catalogue. Sharks of the world. An annotated and illustrated catalogue of*

- shark species known to date. FAO Fish. Synopsis, 665 pp.
- Compagno, L.J.V. 2001. Sharks of the world: an annotated and illustrated catalogue of shark species known to date. Bullhead, mackerel and carpet sharks (Heterodontiformes, Lamniformes and Orectolobiformes). FAO Species Catalogue for Fishery Purposes, Rome, 1-2: 269 pp.
- Duffy, C. & M.P. Francis. 2001. Evidence of summer parturition in shortfin mako (*Isurus oxyrinchus*) sharks from New Zealand waters. N.Z. J. Mar. Fresh. Res., 35: 319-324.
- Food and Agriculture Organization (FAO). 2013. Fishstat Plus: universal software for fishery statistical series, Version 2.2.
- Francis, M.P. 1996. Observations on a pregnant white shark with a review of reproductive biology. In: A.P. Klimley & D.G. Ainley (eds.). Great white sharks: the biology of *Carcharodon carcharias*. Academic Press, San Diego, pp. 157-172.
- Francis, M.P. & J.D. Stevens. 2000. Reproduction, embryonic development, and growth of the porbeagle shark, *Lamna nasus*, in the Southwest Pacific Ocean. Fish. Bull., 98(1): 41-63.
- Gilmore, R.G. 1993. Reproductive biology of lamnoid sharks. Environ. Biol. Fish., 38: 95-114.
- Gilmore, R.G. Jr., O. Putz & J.W. Dodrill. 2005. Oophagy, intrauterine cannibalism and reproductive strategy in lamnoid sharks. In: W.C. Hamlett (ed.). Reproductive biology and phylogeny of chondrichthyes sharks, batoids and chimaeras. Science Publishers, Enfield, pp. 435-462.
- Guitart, D. 1975. Las pesquerías pelágico-oceánicas de corto radio de acción en la región noroccidental de Cuba. Academia de Ciencia de Cuba, Instituto de Oceanología, La Habana, pp. 1-26.
- Guitart, D. 1979. Sinopsis de los peces marinos de Cuba. Editorial Científico-Técnica, La Habana, 68 pp.
- Hamlett, W.C. 1983. Maternal-fetal relations in elasmobranch fishes. Ph.D. Dissertation, Clemson University, Clemson, 228 pp.
- Hamlett, W.C. 2005. Reproductive biology and phylogeny of chondrichthyes, sharks, batoids and chimaeras. Science Publishers, New York, 562 pp.
- Hamlett, W.C. & T.J. Koob. 1999. Female reproductive system. In: W.C. Hamlett (ed.). Sharks, skates and rays: the biology of elasmobranch fishes. The Johns Hopkins University Press, Baltimore, pp. 398-443.
- Joung, S.J. & H.H. Hsu. 2005. Reproduction and embryonic development of the shortfin mako *Isurus oxyrinchus* Rafinesque 1810 in the Northwestern Pacific. Zool. Stud., 44(4): 487-496.
- Mollet, H.F., G. Cliff, H.L. Pratt Jr. & J.D. Stevens. 2000. Reproductive biology of the female shortfin mako, *Isurus oxyrinchus* Rafinesque, 1810, with comments on the embryonic development of lamnoids. Fish. Bull., 98(2): 299-318.
- Mollet, H.F., A.D. Testi, L.J.V. Compagno & M.P. Francis. 2002. Re-identification of a lamnid shark embryo. Fish. Bull., 100(4): 865-875.
- Musick, J.A. & J.K. Ellis. 2005. Reproductive evolution of chondrichthyans. In: W.C. Hamlett (ed.). Reproductive biology and phylogeny of chondrichthyes sharks, batoids and chimaeras. Science Publishers, Enfield, pp. 45-80.
- Nelson, J.S. 2006. Fishes of the world. Department of Biological Sciences, University of Alberta, Alberta, 601 pp.
- Pepperell, J.G. 1992. Trends in the distribution, species composition and size of sharks caught by gamefish anglers off south-eastern Australia. In: J.G. Pepperell (ed.). Sharks: biology and fisheries. Aust. J. Mar. Fresh. Res., 43: 213-225.
- Pratt, H.L. Jr. & J.G. Casey. 1983. Age and growth of the shortfin mako, *Isurus oxyrinchus*, using four methods. Can. J. Fish. Aquat. Sci., 40: 1944-1957.
- Sanzo, L. 1912. Embrione di *Carcharodon rondoletii* M. Hle. Con particolare disposizione del sacco vitellino. R. Comitato Talassografico Italiano, Memoria II: 3-9.
- Stevens, J.D. 1983. Observations on reproduction in the shortfin mako *Isurus oxyrinchus*. Copeia, 1983: 126-130.

Received: 12 September 2015; Accepted: 13 November 2015