



DOI: <http://dx.doi.org/10.23857/dc.v7i4.2078>

Ciencias económicas y empresariales
Artículo de investigación

Biología reproductiva de Pez espada *Xiphias Gladius* Linnaeus 1758 desembarcado en el Puerto de Manta durante 2018

Reproductive biology of Swordfish *Xiphias Gladius* Linnaeus 1758 landed in the Port of Manta during 2018

Biologia reprodutiva do peixe-espada *Xiphias Gladius* Linnaeus 1758 desembarcou no porto de Manta em 2018

Luber Javier Quijije-López ^I

quiwai31@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0003-4153-7261>

José Leonardo Cedeño-Zambrano ^{III}

joseleonardocedenozambrano@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0003-2257-7890>

José Javier Alió-Mingo ^{II}

josealio@hotmail.com

<https://orcid.org/0000-0003-2210-6802>

Juan Pablo Napa-España ^{IV}

juan.napa@uleam.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0003-0531-9048>

Correspondencia: quiwai31@gmail.com

***Recibido:** 08 de junio de 2021 ***Aceptado:** 08 de julio de 2021 * **Publicado:** 05 de agosto de 2021

- I. Magister en Gerencia Educativa, Especialista en Diseño Curricular por Competencias, Biólogo Pesquero, Profesor e investigador del Grupo IPEACUA laboratorio de Biología de la Facultad de Ciencias del Mar, Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Manta, Ecuador.
- II. Licenciado en Biología, Profesor e investigador del Grupo IPEACUA laboratorio de Biología de la Facultad de Ciencias del Mar, Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Manta, Ecuador.
- III. Estudiante de la Facultad de Ciencias del Mar, Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Manta, Ecuador.
- IV. Magister en Ciencias: Manejo Sustentable de Biorecursos y Medio Ambiente, Diploma Superior en Pedagogías Innovadoras, Especialista en Gestión y Liderazgo Educativo, Biólogo Pesquero, Profesor e investigador del Grupo IPEACUA laboratorio de Biología de la Facultad de Ciencias del Mar, Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Manta, Ecuador.

Biología reproductiva de Pez espada *Xiphias Gladius* Linnaeus 1758 desembarcado en el Puerto de Manta durante 2018

Resumen

El pez espada, *Xiphias gladius*, constituye un recurso comercial pesquero importante por su alta demanda, tanto en mercados locales de Ecuador como para exportación. Debido a que su patrón de reproducción puede cambiar en distintas regiones geográficas, se estudió en el presente trabajo la biología reproductiva de esta especie capturada en aguas tropicales del Océano Pacífico oriental, en las inmediaciones de Galápagos, Ecuador. Se realizaron muestreos mensuales entre enero y diciembre 2018 con observadores pesqueros a bordo de embarcaciones palangreras que desembarcaron en el puerto pesquero de Manta. Se evaluaron 209 ejemplares, de los cuales 154 fueron hembras (73,7%) con tallas comprendidas de 105-226 cm LF y promedio $175,4 \pm 31,7$ cm LF; y 55 machos (26,3%) con tallas de 92-181 cm LF y promedio $172 \pm 28,1$ cm LF. La proporción de sexos se desvió significativamente de la esperada 1M:2,8H. El Índice Gonadosomático se manifestó de manera sincronizada en ambos sexos reflejando dos picos máximos de reproducción, en marzo-abril y septiembre-noviembre. La talla de madurez sexual (L50) para hembras fue 152,48 cm LF y para machos 140,55 cm LF. El análisis histológico de las gónadas en desarrollo reveló 5 estadios: I y II (Inmaduros) III (Madurando) IV (Maduros) y V (Desovados), demostrando que la especie es desovante parcial debido a que el crecimiento de oocitos fue asincrónico. No habiendo una medida local de conservación del recurso pez espada, se recomienda que la misma sea establecida entre septiembre y noviembre, y que se comparta por las flotas que operan en el océano Pacífico oriental.

Palabras clave: Histología; Índice Gonadosomático; Madurez sexual; Galápagos; Pacífico oriental.

Abstract

Swordfish, *Xiphias gladius*, represents an important commercial fishery resource due to its high demand, both in local markets of Ecuador and for export. Since its breeding pattern may change in different geographical regions, the reproductive biology of this species was evaluated in tropical waters of the eastern Pacific Ocean, in the vicinity of Galapagos, Ecuador. Monthly samplings were conducted between January and December 2018 by fishery observers aboard of longline vessels that landed in the fishing port of Manta. A total of 209 individuals were processed, among them 154 were females (73.7%) with furcal lengths (FL) in the range 105-226 cm with average size 175.4 ± 31.7 cm FL; and 55 males (26.3%) with sizes 92-181 cm FL and average size 172 ± 28.1 cm FL. Sex ratio deviated significantly from the expected (1M: 2.8H). Gonadosomatic Index was synchronized in both sexes, having two maximum reproduction peaks, in March-April and September-November. Size at

Biología reproductiva de Pez espada *Xiphias Gladius* Linnaeus 1758 desembarcado en el Puerto de Manta durante 2018

sexual maturity for females was estimated at 152.48 cm FL and 140.55 cm FL for males. The histological analyses of developing gonads indicated 5 stages: I and II (Immature), III (Mature), IV (Mature) and V (Spawned), demonstrating what the species is a partial spawner since the growth of oocytes was asynchronous. Not having a local measure for conservation of the swordfish resource, it is recommended that it be established between September and November, and it is shared by fleets operating in the Eastern Pacific Ocean.

Keywords: Histology; Gonadosomatic Index; Sexual maturity; Galapagos; Eastern Pacific.

Resumo

O espadarte, *Xiphias gladius*, é um importante recurso pesqueiro comercial devido à sua alta demanda, tanto nos mercados locais do Equador como para exportação. Devido ao fato de que seu padrão de reprodução pode mudar em diferentes regiões geográficas, a biologia reprodutiva desta espécie capturada em águas tropicais do oceano Pacífico oriental, nas proximidades de Galápagos, Equador, foi estudada no presente trabalho. As amostragens mensais foram realizadas entre janeiro e dezembro de 2018 com observadores de pesca a bordo de navios de palangre que desembarcaram no porto de pesca de Manta. Foram avaliados 209 espécimes, sendo 154 do sexo feminino (73,7%) com tamanhos compreendidos de 105-226 cm FL e média de $175,4 \pm 31,7$ cm FL; e 55 homens (26,3%) com comprimentos de 92-181 cm FL e média de $172 \pm 28,1$ cm FL. A proporção sexual desviou significativamente do esperado 1M: 2,8H. O Índice Gonadosomático se manifestou sincronicamente em ambos os sexos, refletindo dois picos máximos de reprodução, em março-abril e setembro-novembro. O comprimento da maturidade sexual (L50) para as fêmeas foi 152,48 cm FL e para os machos 140,55 cm FL. A análise histológica das gônadas em desenvolvimento revelou 5 estágios: I e II (Imaturo) III (Amadurecimento) IV (Maduro) e V (Desova), demonstrando que a espécie é desova parcial porque o crescimento do oócito foi assíncrono. Na ausência de uma medida local de conservação do recurso espadarte, recomenda-se que seja estabelecida entre setembro e novembro, e que seja partilhada pelas frotas que operam no oceano Pacífico oriental.

Palavras-chave: Histologia; Índice Gonadosomático; Maturidade sexual; Galápagos; Pacífico oriental.

Introducción

El pez espada, *Xiphias gladius* Linnaeus 1758, es una especie altamente migratoria, con una distribución amplia en los océanos Atlántico, Índico y Pacífico, en aguas tropicales y frías, incluyendo el Mar Mediterráneo. En el Océano Pacífico se distribuye entre 50° N y 50° S (Espíndola et al., 2011) en temperaturas que van desde 13°C hasta 24°C (Chong, 2009).

El pez espada (Fig.1) se desplaza entre la superficie y muchas veces llega a descender hasta los 1000 m de profundidad en procura de su dieta principal, como son los calamares (Castillo et al., 2007). Por lo general, la especie se la encuentra solitaria, aunque en épocas de reproducción se agrupa en cardúmenes donde se generan los desoves y ocurre la fertilización de sus gametos pues tiene fecundación externa (Mejuto & García-Cortés, 2014).

Figura 1: Ejemplar de pez espada (FishIDER, 2018)



La especie ha estado sobre explotada durante los últimos 30 años en el océano Atlántico y Mar Mediterráneo, por lo que la Comisión Internacional para la Conservación del Atún Atlántico (ICCAT) ha dispuesto medidas regulatorias específicas, como cuotas de captura y talla mínima (1 m o 11,4 kg para los troncos), vedas de enero a marzo, entre otras, aspirando alcanzar una biomasa correspondiente a un rendimiento máximo sostenible para 2031 con al menos 60% de probabilidad; (www.industriaspesqueras.com; 05 abril 2019). En Ecuador se considera que la pesquería de *X. gladius* es incidental para la que no se ha dispuesto aún una normativa especial de manejo.

La flota palangrera en el Ecuador se dedica a la captura de pelágicos grandes todo el año. El pez espada representa un ingreso importante para las pesquerías artesanales e industriales (Loor-Andrade et al., 2017), esto se evidencia por ser una pesquería en expansión que comprende los sectores artesanal e industrial, y que en conjunto llegaron a desembarcar 3.388 t en 2017 (SRP, 2019). Considerando que es una pesquería actualmente en expansión en el país, y dada la problemática de abundancia progresivamente reducida que se observa de esta especie en otros océanos, se plantea

Biología reproductiva de Pez espada *Xiphias Gladius* Linnaeus 1758 desembarcado en el Puerto de Manta durante 2018

necesario establecer planes de manejo de la especie. Estos, por el carácter migratorio del pez espada, deberán ser compartidos por las flotas de otros países de la región que comparten dicho recurso. En este sentido, en el presente estudio se analiza la biología reproductiva del pez espada capturado frente a las costas ecuatorianas, como contribución al conocimiento de la biología de la especie, lo cual permitirá establecer planes de manejo orientados a una explotación sostenible del recurso.

Materiales y métodos

El estudio se efectuó entre enero y diciembre 2018. Las muestras fueron obtenidas por observadores a bordo de embarcaciones palangreras cuyo puerto base de operación fue el puerto de Manta (Fig.2).

Figura 2: Puerto Pesquero de Manta lugar de desembarque de la flota palangrera.



Fase de Campo

El arte de pesca utilizado fue el palangre de superficie con aproximadamente 60 mn de longitud y 1600 anzuelos tipo C16 o J38 utilizando como carnada la botella (*Auxis* spp.) y calamar (*Dosidicus gigas*) (Fig. 1). Una vez que se recogía el arte de pesca, se identificó la especie se tomaron los registros de la longitud furcal (L_f = desde la Mandíbula inferior hasta la Horquilla) de acuerdo al criterio de Miyake y Hayasi (1978) utilizando una cinta métrica de 5 m de largo y precisión 1 mm. Seguidamente, se realizó el eviscerado y las gónadas fueron guardadas bajo congelación hasta su traslado al laboratorio.

Fase de Laboratorio

Las gónadas fueron trasladadas al laboratorio de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura donde se limpiaron y pesaron con una balanza digital marca CAS con capacidad de 30 kg y precisión 0,01 g. Se seleccionó una parte de la gónada para realizar un pequeño corte para mejorar el ingreso de la solución de fijación (Zúñiga-Flores et al. 2011). Para la fijación se utilizaron frascos de 500 ml con solución Davidson (Howard y Smith, 1983) donde la muestra fue colocada en un casete debidamente rotulado y se dejó en fijación durante 72 horas.

Una vez que la muestra fue fijada, se procedió a la deshidratación que consistió en pasar las muestras en alcoholes de menor a mayor concentración 70% (3 día) y luego en 90-100 % durante 1 hora en cada alcohol. Para la aclaración, se preparó una mezcla alcohol- Tolueno (50:50) sumergiendo las muestras durante 25 min; después se las dejó reposar en tolueno durante 25 minutos. Para la infiltración, se preparó otra mezcla de Parafina-Tolueno (50:50) por un lapso de 25 min, y luego se colocó en Parafina por una hora. Para la inclusión se procedió a colocar las muestras en moldes y mediante un dispensador de cera de parafina marca Electrothermal MH8523B, se obtuvieron los tacos con el tejido embebido. Los cortes se realizaron con un micrótomo marca Thermo Scientific, obteniendo secciones de 4 micras, que luego se las colocó en agua a temperatura de 30 a 45° C para retirar parte de la parafina y estirar la muestra de tejido. Luego se colocaron sobre un portaobjeto, seleccionando las mejores muestras.

Para la tinción se utilizó la técnica de hematoxilina Harris-eosina (H E) (Sheenan & Hrapchak 1980; Humanson 1979) que se inicia con el desparafinado en un baño de tolueno durante 5 minutos. Seguidamente, se realiza otra deshidratación en alcoholes de mayor a menor porcentaje (100%-90%-80%) durante 20 min en cada alcohol, y luego se la hidrata poniéndola en agua por 5 minutos. Una vez hidratada, se la sumerge en hematoxilina de 1 a 2 minutos; luego se hace un lavado con abundante agua y se lo pasa en alcohol al 100% en un tiempo de 2 minutos. Seguidamente, se sumerge en eosina durante 2 minutos y se procede después a traspasar las muestras en alcohol de menor a mayor concentración (80%-90%-100%) durante 2 minutos en cada uno. Para terminar con el proceso, se sumerge la muestra por 5 min en tolueno; se extrae y deja secar por unos segundos y posteriormente se colocan de 2 a 3 gotas de permount y se lo sella con un cubre objeto.

Para lectura de las placas se utilizó un microscopio marca Olympus BX41 con un adaptador para cámara Olympus U-TV0, 5XC-3 y cámara digital SONY modelo DSC-H50 de 9,1 mega pixeles con zoom óptico de 15x. La captura de fotos se efectuó con el objetivo de 10X y se eligió la opción de

Biología reproductiva de Pez espada *Xiphias Gladius* Linnaeus 1758 desembarcado en el Puerto de Manta durante 2018

ajuste automático con ISO800. La identificación de los estadios gonadales se realizó en base a la tabla de criterios microscópicos de (Bustos et al, 2015).

Análisis de Datos

Proporción de sexos

El sexo de cada ejemplar se identificó en base a la morfología externa de la gónada, según criterio de Holden y Rait (1975). La proporción de sexos y su desviación con la proporción esperada (1M:1H) se evaluó mensualmente mediante una prueba de X^2 (Zar, 2010).

Índice Gonadosomático (IGS)

Se evaluó el estado de madurez del pez espada (Kume & Joseph, 1969), mediante la fórmula.

$$IGS = \left(\frac{Wg}{PT} \right) * 100 \quad (1)$$

Donde:

Wg = Peso de gónadas (kg).

PT = Peso total del Pez (kg).

El peso total de los ejemplares fue estimado en base a las ecuaciones $PT = 5,8 * 10^{-6} * LH^{3,148}$ para machos y $PT = 6,9 * 10^{-6} * LF^{3,134}$ para hembras (Chong, 2009), donde LF es la longitud furcal.

Madurez Sexual (L50)

La talla de madurez del 50% (L50) se define como la talla a la cual el 50% de especímenes han alcanzado la madurez sexual. La proporción predicha de peces maduros se estimó utilizando un modelo logístico.

$$\% \text{ Maduros} = \frac{1}{1 + \text{Exp}(-b * (LF - L50))} \quad (2)$$

Donde:

LF. – Longitud Furcal (mandíbula inferior horquilla) (cm)

L50.- Talla de madurez sexual del 50%

Para estimarla, se linealizó la curva logística de acuerdo a los criterios de Somerton (1980); Gaertner y Laloe (1986):

$$\text{Ln}(1/p - 1) = a + b * LF \quad (3)$$

Donde:

p. - Proporción observada de peces maduros.

Biología reproductiva de Pez espada *Xiphias Gladius* Linnaeus 1758 desembarcado en el Puerto de Manta durante 2018

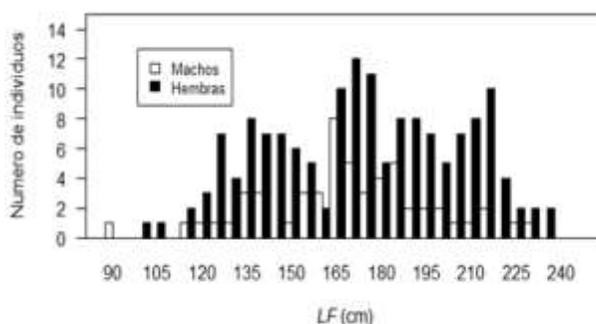
a-b.- Parámetros de la regresión lineal

LF. - como en (2).

Resultados

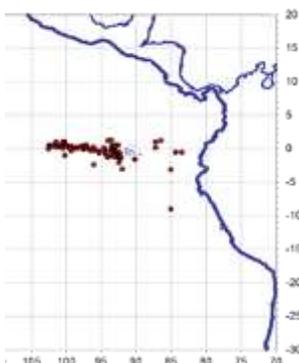
Durante la investigación se obtuvieron un total de 209 ejemplares de pez espada, de las cuales 154 fueron hembras (73,7%) y 55 (26,3%) machos. La proporción sexual fue de 1M: 2,8 H que se desvió significativamente de la esperada. La talla promedio de machos fue de $172 \pm 28,1$ cm LF (92-181 cm) y de hembras $175,4 \pm 31,7$ cm LF (105-226 cm) (Fig.3).

Figura 3: Distribución de frecuencias de tallas de pez espada desembarcados en el puerto de manta durante el año 2018.



La posición de las embarcaciones al momento de las capturas muestra una zona restringida de operación de la flota en la región ecuatorial (latitud 0°) al este y oeste de las Islas Galápagos, en aguas con temperatura entre $19-26^\circ\text{C}$ y promedio anual de $22,65 \pm 0,26$, particularmente concentrada al oeste de las mismas (Fig.4)

Figura 4: Localización de los lances de pesca de la flota palangrera de Manta durante 2018.

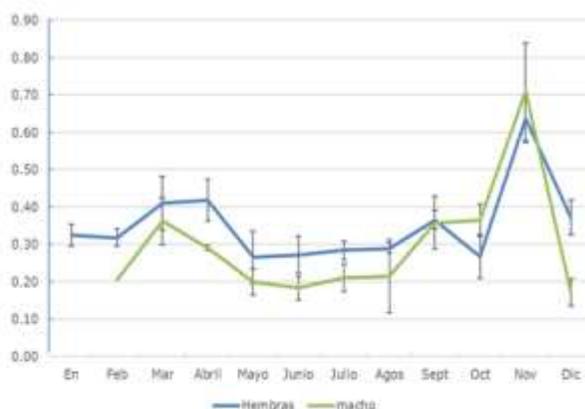


Biología reproductiva de Pez espada *Xiphias Gladius* Linnaeus 1758 desembarcado en el Puerto de Manta durante 2018

Índice Gonadosomático (IGS)

El índice gonádico en hembras permitió observar dos periodos de mayor intensidad reproductiva, en marzo-abril y un segundo en septiembre-noviembre. En este segundo periodo, se registraron gónadas de mayor tamaño lo cual se refleja con el IGS máximo del año. En los machos se observó sincronía en el IGS con las hembras (Fig.5).

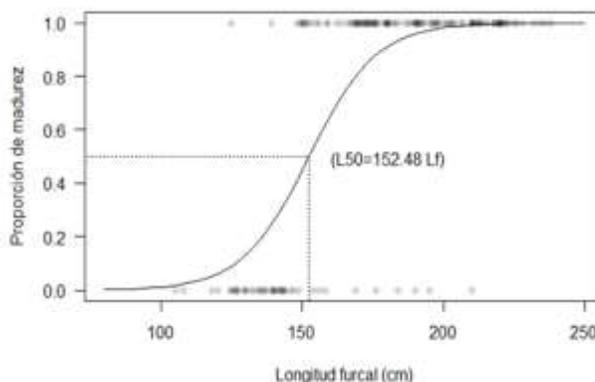
Figura 5: Índice Gonadosomático de pez espada, *X. gladius* desembarcado en el puerto de Manta, Manabí, durante 2018.



Talla de Madurez Sexual

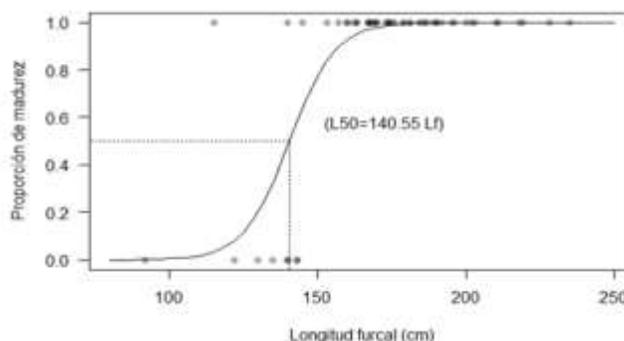
La talla de madurez sexual L50 para hembras fue 152,48 cm de longitud furcal (LF) (IC 95%: 146.82 cm – 158.25 cm) (Fig.6), mientras que para los machos fue significativamente menor, 140,55 cm LF (IC 95%: 121.41 cm – 143,14 cm) (Fig. 7).

Figura 6: Talla de madurez sexual en hembras de *X. gladius*.



Biología reproductiva de Pez espada *Xiphias Gladius* Linnaeus 1758 desembarcado en el Puerto de Manta durante 2018

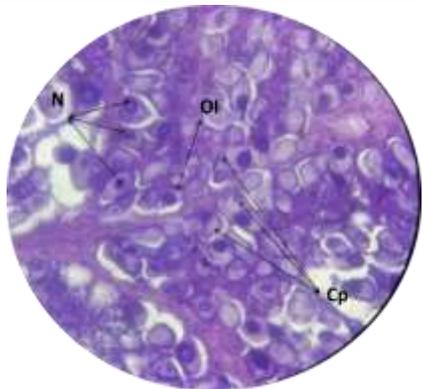
Figura 7: Talla de madurez sexual en machos de *X. gladius*.



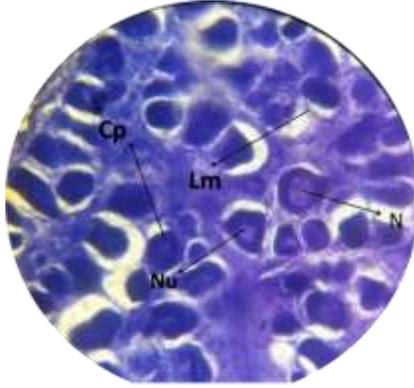
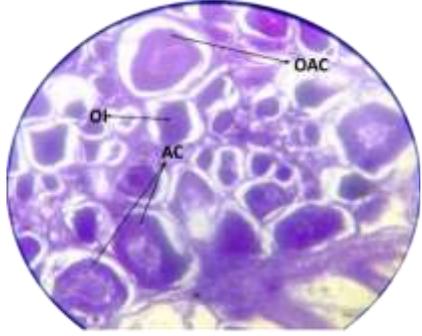
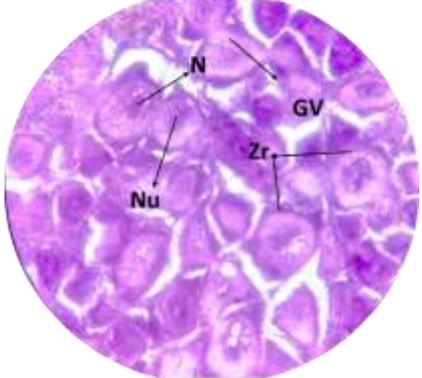
Estadios de desarrollo gonadal

Durante el desarrollo de las gónadas de hembras y machos, se consideraron 5 estadios, como se describen en las Tablas 1 y 2, respectivamente.

Tabla 1: Estadios de desarrollo de las gónadas de hembras de pez espada, capturado en las inmediaciones de las islas Galápagos y desembarcado en Manta, Manabí, Ecuador.

Hembra	Descripción Microscópica	Vista Microscópica
Inmaduro Estadio I	Los oocitos se distribuyen en láminas paralelas, pudiendo observarse el nucléolo y la cromatina en etapas inicial, intermedia y tardía. A nivel de cambios intermedios las células gonadales evidencian un círculo a nivel nuclear, el cual se observa de gran tamaño, en contraste con los nucléolos. Sin embargo, estos últimos incrementan su tamaño en la medida que continúan los estadios de desarrollo. La presencia de vacuolas de gran tamaño en el citoplasma, es característico de esta etapa.	 <p>Microfotografía(400X) de ovario de Pez espada <i>X. gladius</i> en estadio I (Inmaduro). N Núcleo OI Oocito inmaduro Cp Citoplasma</p>

Biología reproductiva de Pez espada *Xiphias Gladius* Linnaeus 1758 desembarcado en el Puerto de Manta durante 2018

<p>Inmaduro Estadio II</p>	<p>En los ovocitos de mayor tamaño se encuentra en el centro celular; sin embargo, los más pequeños se los visualiza en los extremos de la célula. En esta etapa se pueden distinguir las fases perinucleares inicial, en la que se observan nucléolos en el extremo del núcleo; intermedio, los nucléolos se organizan en fila a la periferia del núcleo y tardío, el núcleo se hace más grande aumentando el citoplasma careciendo de vacuolas.</p>	 <p>Microfotografía(400X) de ovario de Pez espada <i>X. gladius</i> en estadio II (Inmaduro). N Núcleo Nu Nucléolo OI Oocito inmaduro Cp Citoplasma Lm Lamela.</p>
<p>Madurando Estadio III</p>	<p>Presenta laminas que se ubican de forma radial. Las células tienen un núcleo grande y circular con nucléolos poco visibles, el citoplasma pierde la coloración y tiene vacuolas. Los ovocitos nucléolos cromatina, perinuclear y alveolos corticales se dirigen hacia la periferia de la célula.</p>	 <p>Microfotografía(400X) de ovario de Pez espada <i>X. gladius</i> en estadio III (madurando) crecimiento de ovocitos asincrónico. OI Oocito inmaduro AC Alveolos Corticales OAC Oocitos en Alveolos Corticales</p>
<p>Maduro Estadio IV</p>	<p>La gónada se observa completamente hinchada, lo que dificulta observar la presencia de láminas, los ovocitos están juntos y se observan distribuidos por toda la gónada; Durante esta fase gonadal se distinguen fácilmente todas las etapas del proceso de maduración, desde la presencia del nucléolo hasta la presencia del ovocito vitelogénico, inclusive se observan oocitos inmaduros diseminados en el citoplasma de la célula.</p>	 <p>Microfotografía(400X) de ovario de Pez espada <i>X. gladius</i> en estadio IV (maduro) crecimiento de ovocitos asincrónico. N Núcleo Nu Nucléolo GV Gránulos de Vitelo Zr Zona radiada.</p>

Biología reproductiva de Pez espada *Xiphias Gladius* Linnaeus 1758 desembarcado en el Puerto de Manta durante 2018

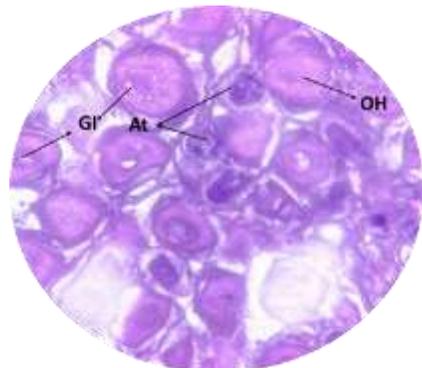
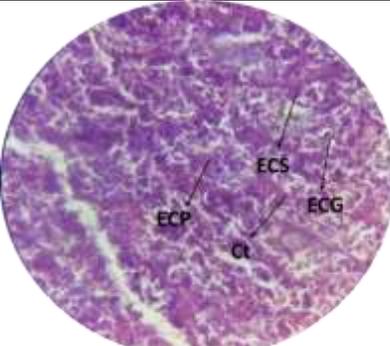
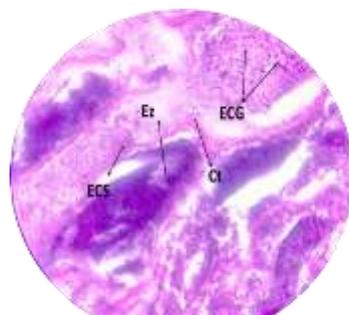
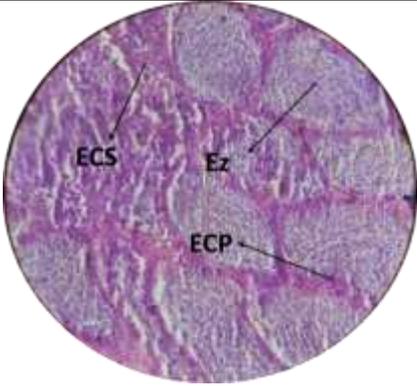
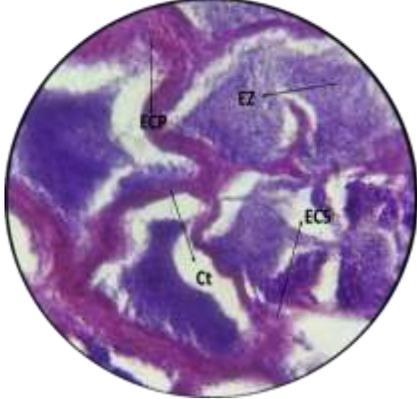
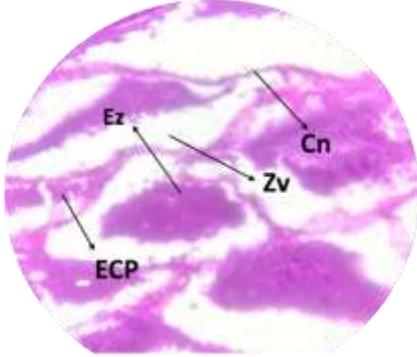
<p>Desovado Estadio V</p>	<p>Se observan grandes espacios entre ovocitos, observando algunos hidratado, atrésicos y escasos inmaduros.</p>	 <p>Microfotografía(400X) de ovario de Pez espada <i>X. gladius</i> en estadio V (desovado). OH oocito hidratado At atrésicos GI gota lipídica.</p>
-------------------------------	--	--

Tabla 2: Estadios de desarrollo de las gónadas de machos del pez espada, capturado en las inmediaciones de las islas Galápagos y desembarcado en Manta, Manabí, Ecuador.

Macho	Descripción Microscópica	Vista Microscópica
<p>Inmaduro Estadio I</p>	<p>Se observan tubos conductores que forman en su conjunto “celdas” las cuales contienen espermatogonias, sin embargo, se aprecia en menor cantidad la presencia de espermatocitos primarios y secundarios.</p>	 <p>Microfotografía(400X) de Testículo de Pez espada <i>X. gladius</i> en estadio I (inmaduro). ECG Espermatogonias ECS Espermatocitos secundarios ECP espermatocitos primarios CT Cisto.</p>
<p>Inmaduro Estadio II</p>	<p>En esta fase las espermatogonias, espermatocitos primarios y secundarios son visibles al observarse por el lente del microscopio. Las espermatides y espermatozoides son muy escasos.</p>	 <p>Microfotografía(400X) de Testículo de Pez espada <i>X. gladius</i> en estadio II (inmaduro). ECG Espermatogonias ECS Espermatocitos secundarios EZ espermatozoide CT Cisto.</p>

Biología reproductiva de Pez espada *Xiphias Gladius* Linnaeus 1758 desembarcado en el Puerto de Manta durante 2018

<p>Madurando Estadio III</p>	<p>En esta etapa se encuentran cistos o “celdas” llenos de todos los estadios, las lagunas se encuentran llenas de espermatozoides</p>	 <p>Microfotografía(400X) de Testículo de Pez espada <i>X. gladius</i> en estadio III (madurando). ECS Espermatocitos secundarios ECP espermatocono primario EZ espermatozoide.</p>
<p>Desovado Estadio IV</p>	<p>Se visualiza una fina capa de tejido muscular liso y grueso, donde a partir de este último se proyecta un canal que guía la expulsión de los espermatozoides. Se puede observar lagunas y “celdas” llenas de espermatozoides que se unen al canal.</p>	 <p>Microfotografía(400X) de Testículo de Pez espada <i>X. gladius</i> en estadio IV (maduro). ECS Espermatocitos secundarios ECP espermatocono primario EZ espermatozoide CT Cisto.</p>
<p>Desovado Estadio V</p>	<p>La gónada muestra una capa delgada de tejido muscular liso en comparación con las etapas anteriores, carece de espermatozoides en el canal central, al igual que los cistos o “celdas” mostrando a su alrededor lagunas.</p>	 <p>Microfotografía(400X) de Testículo de Pez espada <i>X. gladius</i> en estadio V (desovado). ECP espermatocono primario EZ espermatozoide Ct Cisto Zv zona vacía Cn canal delgado.</p>

Discusión

Frecuencia de talla

Los ejemplares de pez espada *X. gladius*, desembarcados en el Puerto de Manta, presentaron una variabilidad de tallas para hembras y machos, entre 105 - 226 cm LF y 92 - 181 cm LF, respectivamente. Estos resultados demuestran que las hembras de pez espada alcanzan tallas mayores que los machos, datos que coinciden con los observados por Arocha et al. (2003) y Sun et al. (2002), en el Océano Atlántico y Pacífico, respectivamente.

Proporción Sexual

La proporción sexual obtenida fue de 1M:2.8H, resultado que se ajusta a lo encontrado por Macías et al. (2005), en la investigación realizada en el Suroeste del Mediterráneo obteniendo una proporción de 1M:2,25H. No obstante, se registran diferencias respecto a lo reportado por Poisson et al. (2009) quienes reflejan una proporción de 1M:1,8H, y Bermúdez et al. (2005) quienes encontraron una proporción 1M:1,16 H, para suroeste del Océano Índico y Atlántico, respectivamente.

Zona de captura

Las zonas donde se realizaron los lances de pesca demuestran una línea pronunciada frente a las Islas Galápagos en donde se registró una temperatura promedio de $22,65 \pm 0,26$ ($19^{\circ}\text{C} - 26^{\circ}\text{C}$). Mejuto et al. (2014) y Espíndola et al. (2011) mencionan que estos eventos se asocian a temperaturas en el agua por encima de 19°C , en las cuales se ha reportado un incremento significativo de la captura por unidad de esfuerzo (CPUE) en comparación con lances efectuados en agua con temperatura menor a 19°C .

Índice Gonadosomático

El Índice Gonadosomático de los ejemplares evaluados en el presente estudio muestra que la reproducción de *X. gladius* en el océano Pacífico oriental ocurre durante todo el año, pero se registraron dos períodos de mayor intensidad reproductiva, en marzo-abril y septiembre-noviembre. Estos resultados coinciden parcialmente con Claramunt et al. (2009), quienes reportan que en el Pacífico Suroriental el mayor IGS está centrado en los meses de enero y febrero, con períodos de menor intensidad entre abril y mayo para machos y hembras. Los machos presentaron un periodo adicional de mayor actividad reproductiva en septiembre, que no fue registrado entre las hembras.

Biología reproductiva de Pez espada *Xiphias Gladius* Linnaeus 1758 desembarcado en el Puerto de Manta durante 2018

En otros océanos, las fechas de mayor intensidad reproductiva se desplazan levemente de los reportado en el océano Pacífico. Así, Arocha (2007) reporta que en el Océano Atlántico, se alcanza la máxima actividad reproductiva en los meses de abril - junio y en octubre- diciembre. Por otra parte, Poisson et al. (2009) afirman que el aumento en la actividad reproductiva se manifiesta de manera constante en el Océano Índico desde octubre hasta marzo. Sin embargo, Romeo et al. (2009) aseguran que el IGS analizado en el Mediterráneo muestra una tendencia creciente en los meses de junio y julio. De igual manera, Abid et al. (2018) señalan que en el Estrecho de Gibraltar, la especie presenta valores superiores en su tasa reproductiva entre mayo y junio. Por otra parte, Mejuto et al. (2014) indican que los meses con el IGS más alto en el Océano Atlántico fueron diciembre – febrero. Aunque las fechas de reproducción planteadas en diversas investigaciones presentan variaciones en los meses cuando ocurre, todas concuerdan que hembras y machos tienen una sincronización al momento del desove.

Talla de madurez sexual

Las tallas de madurez sexual para hembras se observaron a los 152,48 cm LF y para machos a los 140,55cm LF. Se estimó que las más cercanas a los resultados de la presente investigación, son las propuestas por Hazin et al. (2002), quienes detallan que el L50 de las hembras en el Océano Atlántico se alcanza a 156 cm LF; Taylor & Murphy (1992) sostienen una medida de 160 cm LF como talla de madurez sexual en el Estrecho de Florida, mientras que Mejuto & Cortés (2014), aseveran que en el Océano Atlántico la madurez de las hembras se observa a 146,5 cm LF y Ernst (2009) manifiesta que en el Mediterráneo la L50 de hembras se observa a 142 cm LF.

En comparación con las tallas mencionadas anteriormente, se han obtenido diferencias estadísticamente significativas, como manifiestan Alió et al., (1993) quienes especifican que el L50 de hembras de *X. gladius* en el Mar Caribe se alcanza a una talla de 127 cm LF. Por su parte, Poisson & Fauvel (2009) determinaron que el L50 para hembras de esta especie fue de 170,4 cm LF y 119,9 cm para machos. De la misma forma, Abid et al. (2018) precisaron que 170 cm LF fue la medida de las hembras para que empiecen su etapa de madurez y de 95 cm LF para machos.

Histología

En este estudio se pudieron identificar 4 etapas microscópicas de desarrollo gonadal, las cuales comprenden: inmaduro (I y II), maduración (III), maduros (IV) y desovados (V). Sin embargo, los

Biología reproductiva de Pez espada *Xiphias Gladius* Linnaeus 1758 desembarcado en el Puerto de Manta durante 2018

resultados reportados por Abid et al. (2018) en el estrecho de Gibraltar, resultaron en reconocer 3 etapas de maduración conformadas por: inmaduro, maduración y maduros. No obstante Claramunt et al. (2009) registran 3 procesos gonadales como maduración, maduros y desovados. Cabe manifestar, que Bermúdez Moreno et al. (2005) propusieron una escala de 7 estadios gonadales, las cuales fueron separadas en previtelogénesis (3 estadios) y vitelogénesis (4 estadios).

Los resultados muestran que el pez espada tiene desoves parciales debido a que el desarrollo gonadal de los oocitos es asincrónico, reporte que coincide con lo planteado por Arocha (2002) donde manifiesta que *X. gladius* es un reproductor permanente con madurez gonádica (Oocitos) asincrónica. Esto se contrapone a lo expresado por Taylor & Murphy (1992) quienes evidencian que la especie tiene un desarrollo sincrónico grupal de ovocitos.

En conclusión, se puede decir que la pesquería de pez espada se encuentra en desarrollo en el Ecuador, por lo que se deben incluir planes de manejo biológico para evitar problemas de sobreexplotación que atraviesan varios países donde se encuentra dicho recurso. Por esta razón, se plantea establecer una veda por reproducción del recurso pez espada, entre septiembre y noviembre, meses en los cuales parece ocurrir la mayor actividad reproductiva de la especie. A estos planes se debería incluir tallas de captura a partir de los 155 cm LF para hembras y 145 cm LF para machos. Resulta indispensable que estos planes de conservación de la especie sean acordados por los países que explotan este recurso en el océano Pacífico oriental y socializados con los integrantes de la flota pesquera.

Agradecimiento

Quiero expresar mi gratitud a Dios, quien me dio la suficiente sabiduría para poder finalizar con éxito mi etapa universitaria. También a mi familia, enfatizando a mis padres por el permanente apoyo en mi formación personal y profesional.

Mi profundo agradecimiento a todas autoridades y personal docente que conforman la Facultad Ciencias del Mar, especialmente al Blgo. José Alió Mingo y al Blgo. Javier Quijije por haber sido parte fundamental de este proceso investigativo. De igual manera mis agradecimientos a Francisco Lavayen y Yuli Rivadeneira por sus importantes enseñanzas para el presente artículo.

Referencias

1. Abid, N., Laglaoui, A., Arakrak, A., & Bakkali, M. 2018. The reproductive biology of swordfish (*Xiphias gladius*) in the Strait of Gibraltar. *Journal of the Marine Biological*

Biología reproductiva de Pez espada *Xiphias Gladius* Linnaeus 1758 desembarcado en el Puerto de Manta durante 2018

- Association of the United Kingdom, 99(3): 649-659.
<https://doi.org/10.1017/S0025315418000346>
2. Alió, J.J., L.A. Marcano y H. Salazar. 1993. Notas sobre la estructura poblacional del pez espada, *Xiphias gladius*, en Venezuela. Coll. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 49(1): 321 – 326.
 3. Anónimo (5 abril 2019). El Parlamento Europeo restringe la pesca de pez espada del Mediterráneo bajo los acuerdos de ICCAT. Recuperado (25 junio 2019) de: http://www.industriaspesqueras.com/noticias/ultima_hora/69313/el_pe_restringe_la_pesca_de_pez_espada_del_mediterraneo_bajo_los_acuerdos_de_iccat-p1.html
 4. Arocha, F. 2002. Oocyte development and maturity classification of swordfish from the north-western Atlantic. *Journal of Fish Biology*, 60(1), 13-27.
<https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.2002.tb02385.x>
 5. Arocha, Freddy, Moreno, C., Beerkircher, L., Lee, D. W. & Marcano, L. 2003. Update on growth estimates for swordfish, *Xiphias gladius*, in the northwestern Atlantic. Coll. Vol. Sci. Pap, 55: 1416-1429.
 6. Arocha, Freddy. 2007. Swordfish Reproduction in the Atlantic Ocean: An Overview. *Gulf Caribb. Res.* 19(2): 21-36.
 7. Bermúdez Moreno, P., González Cabellos, L. & Eslava, N. 2005. Aspectos reproductivos del pez espada, *Xiphias gladius* de las aguas oceánicas de Venezuela. *Proceed. Gulf Carib. Fish. Inst.* 47: 631-648.
 8. Bustos, D., Salas, S., Prieto, J., & Cárdenas, E. 2015. Aspectos reproductivos de recursos grandes pelágicos. Cap. 6 En: Rodríguez A., M. Rueda y F. Escobar (Eds.). *Evaluación directa de las poblaciones de peces grandes pelágicos del Pacífico y Caribe continental de Colombia.* (págs. 51-70). Santa Marta, Colombia: Serie de publicaciones generales de INVEMAR N° 87.
 9. Castillo, K., Ibáñez, C. M., González, C., & Chong, J. 2007. Dieta del pez espada *Xiphias gladius* Linnaeus, 1758 en distintas zonas de pesca frente a Chile central durante el otoño de 2004. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 42(2), 149-156.
<https://doi.org/10.4067/S0718-19572007000200002>

Biología reproductiva de Pez espada *Xiphias Gladius* Linnaeus 1758 desembarcado en el Puerto de Manta durante 2018

10. Chong, J. 2009. Edad y crecimiento del pez espada (*Xiphias gladius* Linnaeus, 1758) en el Pacífico suroriental (Diciembre 1994-Septiembre 1996). *Latin American Journal of Aquatic Research*, 37, 1-15. <https://doi.org/10.3856/vol37-issue1-fulltext-1>
11. Claramunt, G., Herrera, G., Donoso, M., & Acuña, E. 2009. Spawning period and fecundity of swordfish (*Xiphias gladius*) caught in the southeastern Pacific. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 37(1), 29-41. <https://doi.org/10.3856/vol37-issue1-fulltext-3>
12. Ernst, J. M. de la S. 2009. Estudio de la biología y la pesca del pez de espada (*Xiphias gladius* Linneo, 1758) en el Mediterráneo Sur-occidental ([Http://purl.org/dc/dcmitype/Text](http://purl.org/dc/dcmitype/Text), Universidad de Cádiz). Recuperado de (15 julio 2019): <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=51757>
13. Espíndola, F., Yáñez, E., & Barbieri, M. Á. 2011. El Niño Southern Oscillation and spatial-temporal variability of the nominal performances of swordfish (*Xiphias gladius*) in the southeastern Pacific. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 46(2), 231-242. <https://doi.org/10.4067/S0718-19572011000200012>
14. FishIDER, 2018. recuperado el 20/08/2019. <https://www.csiro.au/en/About/Footer/Copyright>
15. Gaertner D. y F. Laloe. 1986. Etude biometrique de la taille a' premier maturité sexuelle de Geryon maritae, Maning et Holthuis, 1981 de Senegal. *Oceanol. Acta*, 9(4) :479487.
16. Hazin, F. H. V., Boeckmann, C. E., & Tavassos, P. 2002. Preliminary study on the reproductive biology of swordfish, *Xiphias gladius* (Linnaeus, 1758), in the southwestern equatorial Atlantic ocean. *Coll. Vol. Sci. Pap. ICCAT*, 54(5):1560-1569.
17. Holden, M. J. & Raitt, D. F. S. 1975. Manual de ciencia pesquera: parte 2: Métodos para investigar los recursos y su aplicación. FAO Documentos técnicos sobre la Pesca. 115. Roma.
18. Howard D W & C S Smith. 1983. Histological techniques for marine bivalve mollusks. National Oceanic and Atmospheric Administration. Technical Memorandum NMFS-F/NEC-25. U.S. Department of Commerce. 95 pp
19. Humanson GL. 1979. Animal Tissue Techniques. 4th edition. San Francisco, CA: Freeman WH and Co. 692 pages.

Biología reproductiva de Pez espada *Xiphias Gladius* Linnaeus 1758 desembarcado en el Puerto de Manta durante 2018

20. Kume, S. & Joseph, J. 1969. Size composition and sexual maturity of gill fish caught by the Japanese longline fishery in the Pacific Ocean east of 130 degrees west. *Bull. Far Seas Fish. Res. Lab.* 2.
21. Loor-Andrade, P., Pincay-Espinoza, J., Carrera-Fernández, M., Rosas-Luis, R., Loor-Andrade, P., Pincay-Espinoza, J., ... Rosas-Luis, R. 2017. Feeding habits of billfishes (Carangaria: Istiophoriformes) in the Ecuadorian Pacific Ocean. *Neotropical Ichthyology*, 15(3). <https://doi.org/10.1590/1982-0224-20160162>
22. Macías, D., Hattour, A., de la Serna, J. M., Gómez-Vives, M. J., & Godoy, D. 2005. Reproductive characteristics of swordfish (*Xiphias gladius*) caught in the southwestern Mediterranean during 2003. *Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT*, 58(2): 454-469.
23. Mejuto, J. & Cortés, B. G. 2014. Reproductive activity of swordfish *Xiphias gladius*, in the Atlantic Ocean inferred on the basis of macroscopic indicators. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 49(3): 427-447.
24. Miyake, M. y S. Hayasi, 1978. -Manual de operaciones para estadísticas y muestreo de los tunidos y especies afines en el océano Atlántico. Comisión Internacional para la Conservación del Atún Atlántico. Imprenta Juvenil S.A. España, 149 pp.
25. Poisson, F. & Fauvel, C. 2009. Reproductive dynamics of swordfish (*Xiphias gladius*) in the southwestern Indian Ocean (Reunion Island). Part 1: Oocyte development, sexual maturity and spawning. *Aquatic Living resources (0990-7440) (EDP Sciences)*, 22(1): 45-58. <https://doi.org/10.1051/alr/2009007>
26. Somerton D. 1980. A computer technique for estimating the size of sexual maturity in crabs. *Can. J. Fish. Aquatic. Sci.*, 37:1488-1494.
27. Sheenan DC, Hrapchak BB. 1980. *Theory and Practice of Histotechnology*. St. Louis, MO: CV Mosby Co. 106 pages.
28. SRP (2019). Desembarques de pez espada, *Xiphias gladius*, en los puertos del Ecuador. Periodo 2005 al 2017. Subsecretaría de Recursos Pesqueros, Manta, Ecuador.
29. Sun, C.-L., Wang, S.-P. & Yeh, S.-Z. 2002. Age and growth of the swordfish (*Xiphias gladius* L.) in the waters around Taiwan determined from anal-fin rays. *Fishery Bulletin*, 100, 822-835.

Biología reproductiva de Pez espada *Xiphias Gladius* Linnaeus 1758 desembarcado en el Puerto de Manta durante 2018

30. Taylor, R.G. y M.D. Murphy. 1992. Reproductive biology of the swordfish *Xiphias gladius* in the Straits of Florida and adjacent waters. *Fishery Bulletin*, 90 (4): 809 - 816.
31. Romeo, T., Consoli, P., Greco, S., Canese, S., & Andaloro, F. 2009. Swordfish (*Xiphias gladius*, Teleostea: Xiphiidae) surface behaviour during reproductive period in the central Mediterranean Sea (southern Tyrrhenian Sea). *Marine Biodiversity Records*, 2. e45. <https://doi.org/10.1017/S1755267209000578>
32. Zar, J.H. 2010. *Biostatistical analysis*. 5ta Ed. Prentice Hall, New Jersey. 944 p.
33. Zúñiga - Flores M S, S Ortega-García, Ma. del Carmen Rodríguez-Jaramillo & J López- Martínez. 2011. Reproductive dynamics of the common dolphinfish *Coryphaena hippurus* in the Southern Gulf of California. *Marine Biology Research*, 7(7): 677-689.

©2020 por los autores. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0)

(<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).|