

Artículo de Revisión

# BIOLOGÍA, ECOLOGÍA Y PESQUERÍA DEL TIBURÓN MARTILLO (*Sphyrna zygaena*) EN EL ECUADOR: UNA REVISIÓN HISTÓRICA-BIBLIOGRÁFICA.

## BIOLOGY, ECOLOGY AND FISHERY OF THE HAMMER HEAD SHARK (*Sphyrna zygaena*) IN ECUADOR: A HISTORICAL-BIBLIOGRAPHIC REVIEW.

Diego Mejía<sup>1</sup>, Juan Mero-Jiménez<sup>2</sup>, Jesús Briones-Mendoza<sup>3\*</sup>

<sup>1,2,3</sup> Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, Ciudadela Universitaria vía San Mateo, Manta, Manabí-Ecuador.

<sup>1</sup> [diegoamejia98@gmail.com](mailto:diegoamejia98@gmail.com), <https://orcid.org/0000-0003-0522-9026>

<sup>2</sup> [juancanov05@hotmail.com](mailto:juancanov05@hotmail.com), <https://orcid.org/0000-0002-1529-6866>

<sup>3</sup> [betobriomen@gmail.com](mailto:betobriomen@gmail.com), <https://orcid.org/0000-0001-6805-7706>

\* Autor de Correspondencia: [betobriomen@gmail.com](mailto:betobriomen@gmail.com)

Recibido: 05/09/2021 Aceptado: 12/28/2021

Editor temático: Yehudi Rodríguez (Universidad Marítima Internacional de Panamá, Panamá)

**Resumen:** El tiburón martillo, *Sphyrna zygaena* (Linnaeus, 1758), es una especie de gran interés biológico, ecológico y económico para el Ecuador. Sin embargo, hasta hace algunos años los estudios acerca de esta especie eran muy escasos, lo cual dificultaba su gestión y conservación. El objetivo de esta revisión fue resumir y comparar toda la información acerca de la biología, ecología y pesquería del tiburón martillo en el Ecuador. Se realizó una búsqueda bibliográfica en diferentes bases de datos y motores de búsqueda de información científica y académica. Se incluyeron 22 estudios realizados en territorio ecuatoriano, de los cuales solamente el 32% han sido publicados en revistas científicas. El tiempo que se necesitó para publicar los datos (en artículos científicos, boletines científicos, capítulos de libros, informes técnicos y tesis) fluctuó entre 1 y 15 años con un promedio de 5.4 años. Por último, se identificaron algunos vacíos de información y se hicieron algunas sugerencias para mejorar las estimaciones de los parámetros de historia de vida en futuras investigaciones.

**Palabras Clave:** Dieta, Edad y crecimiento, Elasmobranchio, Historia de vida, Madurez sexual.

**Abstract:** The hammerhead shark, *Sphyrna zygaena* (Linnaeus, 1758), is a species of great biological, ecological and economic interest for Ecuador. However, until a few years ago studies on this species were very scarce, which made its management and conservation difficult. The aim of this review was to summarize and compare all the information about the biology, ecology and fishery of the hammerhead shark in Ecuador. A bibliographic search was carried out in different databases and search engines for scientific and academic information. Twenty-two studies carried out in Ecuadorian territory were included, of which only 32% have been published in scientific journals. The time it took to publish the data (in scientific articles, scientific bulletins, book chapters, technical reports and theses) ranged from 1 to 15 years with an average of 5.4 years. Finally, some information gaps were identified and some suggestions were made to improve estimates of life history parameters in future research.

**Keywords:** Age and growth, Diet, Elasmobranch, Life history, Sexual maturity.

## Introducción

El tiburón martillo, *Sphyrna zygaena* (Linnaeus, 1758), es una especie costero-pelágica y semi-oceánica cosmopolita, de la familia Sphyrnidae, que generalmente se distribuye en aguas templadas y tropicales de menos de 20 m (Compagno, 1984; Santos y Coelho, 2018), aunque es muy probable que se encuentre en profundidades de más de 200 m (Weigmann, 2016). Al igual que otras especies de tiburones, *S. zygaena* presenta un crecimiento lento, una madurez sexual tardía y una fecundidad reducida, lo que hace que esta especie sea susceptible a la sobreexplotación pesquera (Compagno, 1984; Coelho et al., 2011; Nava-Nava y Márquez-Farías, 2014; Rosa et al., 2017), donde juega un papel fundamental en el mantenimiento del equilibrio de los ecosistemas marinos ya que, al encontrarse en niveles tróficos superiores, ejerce una poderosa influencia en los niveles inferiores (Bornatowski et al., 2014; Estupiñán-Montaño et al., 2018).

En el Ecuador, esta especie es capturada incidentalmente mediante red de enmalle y palangre por la flota artesanal, representando entre el 2.56 y 3.81% del total de tiburones desembarcados (Martínez-Ortiz y García-Domínguez, 2013). Además, Martínez-Ortiz y García-Domínguez (2013) mencionan que *S. zygaena* se usa de manera integral con gran demanda en el exterior, lo que la convierte en una especie de gran interés pesquero.

La información existente sobre la biología, ecología y pesquería de *S. zygaena* hasta la fecha es bastante limitada (Gallagher y Klimley, 2018; Santos y Coelho, 2019; Mason et al., 2020), dando lugar a una gestión inadecuada de esta especie. Por lo tanto, estos aspectos son fundamentales para su evaluación, ordenación y conservación (Rosa et al., 2017; Santos y Coelho, 2018; Santos y Coelho, 2019).

Cabe resaltar que el tiburón Martillo está clasificada como vulnerable de acuerdo con los criterios de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN) (Rigby et al., 2019). También se encuentra en el Apéndice II de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES, 2013). La implementación del Acuerdo Ministerial 116 expedido en agosto del 2013, permite a las embarcaciones artesanales ecuatorianas la captura incidental de un máximo de cinco tiburones martillo (juveniles de hasta 150 cm de longitud total), los cuales deben tener sus aletas adheridas al cuerpo (Subsecretaría de Recursos Pesqueros, 2013).

El objetivo de esta revisión fue sintetizar los trabajos académicos referentes a la biología (ciclo de vida, características físicas, diferencias entre machos y hembras), ecología (interacciones, presas, hábitat) explotación y pesca (factores de riesgo para la erosión de la poblaciones, uso de la especie, pesca incidental) del tiburón martillo, *S. zygaena*, en el Ecuador desde una perspectiva histórica, con la finalidad de proporcionar una comprensión integral sobre esta importante especie, sujeto de una alta explotación pesquera y, con ello, continuar e impulsar la realización de estudios que contribuyan a promover la conservación de esta especie.

Para ello, se realizó una búsqueda bibliográfica de los estudios de la biología, ecología y pesquería del tiburón martillo, *S. zygaena*, en el Ecuador. La búsqueda fue llevada a cabo en los repositorios ScienceDirect, PubMed, Google Académico y sitios web de universidades, utilizando las palabras claves: “*Sphyrna zygaena* en Ecuador”, “*Sphyrna zygaena* en las Islas Galápagos”, “Tiburón martillo en Ecuador”, “Tiburón martillo en las Islas Galápagos”, “Cachuda Blanca en Ecuador”, “Cachuda Blanca en las Islas Galápagos”, “*Sphyrna zygaena* in Ecuador”, “*Sphyrna zygaena* in the Galapagos Islands”, “Smooth Hammerhead Shark in Ecuador” y “Smooth Hammerhead Shark in the Galapagos Islands”.

En estas bases de datos y motores de búsqueda de información científica y académica se encontró un total de 23 estudios. Sin embargo, se excluyó un trabajo debido a inconsistencias en los resultados. Algunas tesis fueron publicadas en forma de artículos científicos años después de su realización, siendo estos últimos tomados en cuenta para esta revisión. Al igual que en la revisión de Santana et al. (2020), se calculó el tiempo que se necesitó para publicar los datos del tiburón martillo en Ecuador. Esta variable es la diferencia entre el año en que se publicaron los datos y el año en que empezó el muestreo (Santana et al., 2020). Para facilitar las comparaciones entre las diferentes investigaciones, ya que algunas presentaban sus resultados en longitud furcal (LF), se estimaron las longitudes totales (LT) utilizando las ecuaciones reportadas por Mas et al. (2014) en el sudoeste del océano Atlántico:

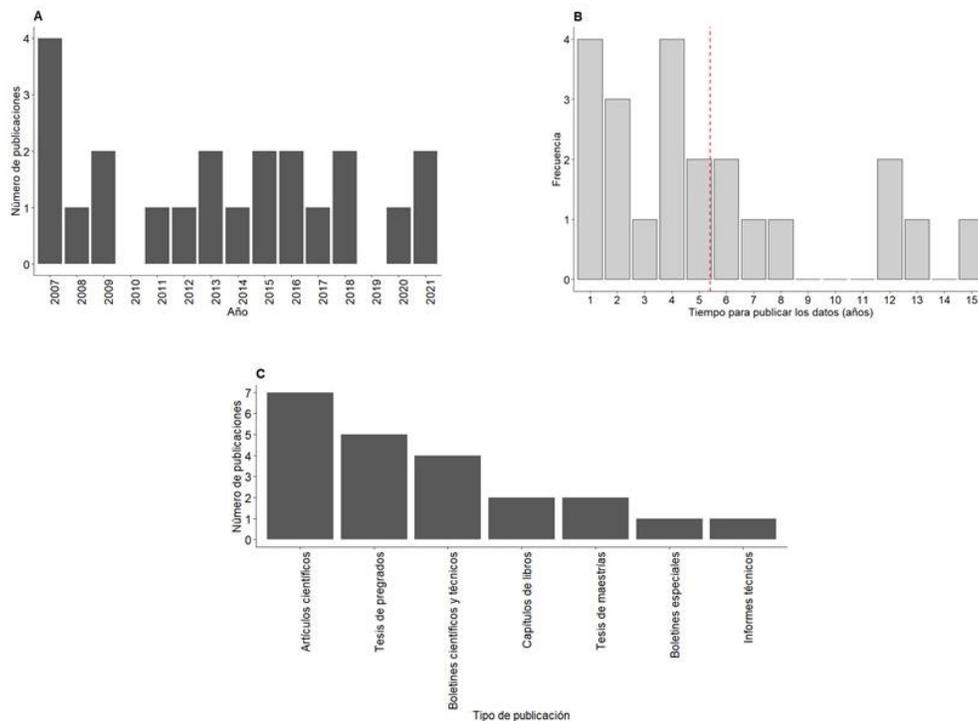
$$LT = 0.000 + 1.280 * LF \text{ (Machos; } n = 194; R2 = 0.983)$$

$$LT = -0.616 + 1.280 * LF \text{ (Hembras; } n = 344; R2 = 0.983)$$

Todos los gráficos y análisis se realizaron en el entorno estadístico R (R Core Team, 2020) utilizando los paquetes patchwork (Pedersen, 2020) y tidyverse (Wickham et al., 2019).

## 1. Análisis bibliométrico

En el año 2007 se publicaron 4 trabajos sobre *S. zygaena* en Ecuador, entre los que se encuentran 1 boletín científico, 2 capítulos de libros y 1 tesis de pregrado, siendo así el año con mayor número de publicaciones (Aguilar et al., 2007, Carrera-Fernández y Martínez-Ortiz, 2007; Martínez-Ortiz et al., 2007, Negrete-Aveiga, 2007). Después de dicho periodo, el número de publicaciones fluctuaron entre 1 y 2 por año, con la excepción de los años 2010 y 2019, en los cuales no se encontraron publicaciones (Figura 1A). Cabe señalar que no se observaron tendencias significativas a lo largo de los años. El tiempo que se necesitó para publicar los datos estuvo en un rango de 1 a 15 años con un promedio de 5.4 años (incluye artículos científicos, boletines científicos, informes técnicos, capítulos de libros y tesis); (Figura 1B), el cual está 1.6 años por debajo de lo encontrado por Santana et al. (2020), quienes, en una revisión sobre los estudios de edad y crecimiento de los peces de agua dulce en América del Sur, informaron un promedio de 7 años. Por otra parte, el 68% de las investigaciones encontradas no han sido publicadas en revistas científicas (Figura 1C) y, por lo tanto, tienen poca difusión e impacto.

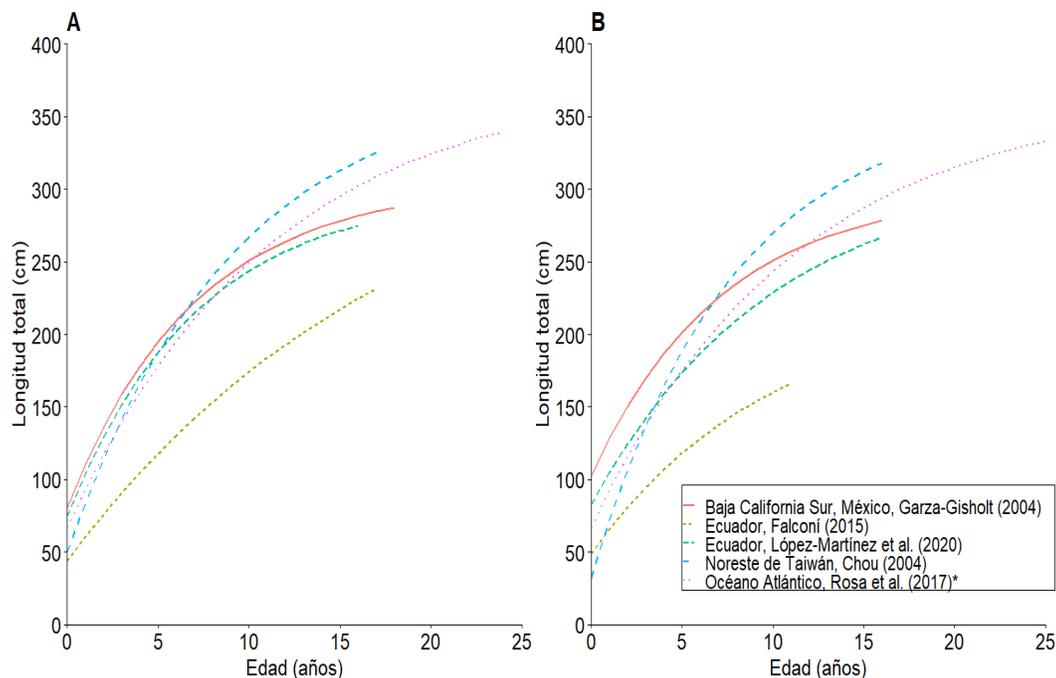


**Figura 1.** Bibliometría de las investigaciones de *S. zygaena* en Ecuador: **A)** Número de publicaciones por año, **B)** Tiempo que se ha requerido para publicar los datos (la línea roja indica el promedio), **C)** Tipo de publicación. **Fuente:** elaboración propia.

## 2. Biología

### 2.1. Edad y crecimiento

En Ecuador existen dos estudios relacionados a la edad y crecimiento del tiburón martillo. El primero realizado por Falconí (2015), reportando una longitud asintótica ( $L_{\infty}$ ) de 225.49 cm LT con un coeficiente de crecimiento ( $k$ ) de 0.09 año<sup>-1</sup> para machos, mientras que las hembras tuvieron una  $L_{\infty}$ = 356 cm LT y un  $k$  = 0.053 año<sup>-1</sup> de acuerdo con el modelo de von Bertalanffy. Posteriormente, López-Martínez et al. (2020), reportaron una  $L_{\infty}$ = 313.85 cm LT y un  $k$  = 0.10 año<sup>-1</sup> para machos, y para hembras una  $L_{\infty}$ = 298.96 cm LT y un  $k$  = 0.14 año<sup>-1</sup> de acuerdo con el modelo de von Bertalanffy. Los resultados en algunos de los parámetros de edad y crecimiento entre estos dos estudios y los de otras regiones varían (Figura 2), lo cual puede estar relacionado con el tamaño de la muestra y el rango de tallas de los tiburones muestreados. Para superar este último problema, se recomienda usar modelos de crecimientos bayesianos que, a diferencia de los modelos frecuentistas —que solamente emplean los datos del muestreo—, utilizan información a priori de los parámetros de crecimiento junto con los datos que se obtienen durante el muestreo. Esta información previa es muy importante, ya que muchas veces se subestiman o sobrestiman los parámetros de crecimiento debido al limitado número de ejemplares de tamaños pequeños y grandes que es causado por la selectividad del arte de pesca. Estos ejemplares de tamaños pequeños y grandes son fundamentales en las estimaciones de los parámetros de crecimiento, ya que son los que fijan los extremos de la curva (Smart y Grammer, 2021). Por esta razón, el uso de modelos bayesianos en los estudios de edad y crecimiento han ido en aumento en los últimos años (Siegfried y Sansó, 2006; Doño et al., 2014; Caltabellotta et al., 2020; Barbini et al., 2021; Campbell et al., 2021; Carrillo-Colín et al., 2021; Emmons et al., 2021; Mukherji et al., 2021; Smart y Grammer, 2021). Finalmente, se sugiere usar un enfoque multimodelo (Gompertz, 1825; von Bertalanffy, 1938; Ricker, 1975; Schnute, 1981) para proporcionar el mejor ajuste y evitar el uso de un modelo inadecuado (Smart et al., 2016).

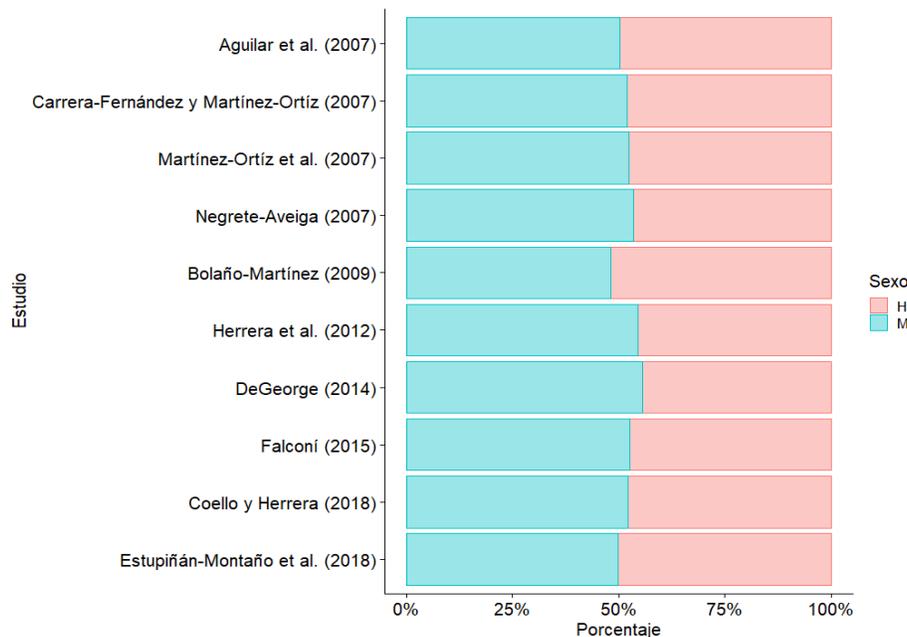


**Figura 2.** Comparación de las curvas de crecimiento de von Bertalanffy entre los distintos estudios realizados en Ecuador y los realizados en otros países para *S. zygaena*: **A)** Hembras, **B)** Machos. \*Las longitudes furcales se convirtieron a longitudes totales. **Fuente:** elaboración propia.

## 2.2. Reproducción

En cuanto a los aspectos reproductivos de *S. zygaena*, Carrera-Fernández y Martínez-Ortiz (2007) dieron a conocer que la talla media de madurez (L50) para machos fue de 215 cm LT, la cual coincide con el L50 = 214 cm LT de Coello et al. (2011). Sin embargo, esto difiere de lo reportado por López-Martínez et al. (2020), quienes notificaron un L50 = 263.7 cm LT. En cuanto a las hembras, López-Martínez et al. (2020) comunicaron un L50 = 239.3 cm LT, concordando con lo obtenido por Compagno (1984) L50 = 240 cm LT, y que varía ligeramente del L50 = 235 cm LT del estudio de Coello et al. (2011). Cortés (2000) menciona que generalmente las hembras tienen una talla media de madurez mayor que los machos, lo cual concuerda con algunos estudios realizados en Ecuador (Carrera-Fernández y Martínez-Ortiz, 2007; Coello et al., 2011) y en otras partes del mundo (Stevens, 1984; Nava-Nava y Márquez-Farías, 2014), no obstante, esta información no concuerda con lo informado por López-Martínez et al. (2020) en territorio ecuatoriano, quienes documentaron una talla media de madurez mayor en machos que en hembras (Tabla 1). Las diferencias en las tallas de madurez en estas investigaciones pueden deberse a varios factores: presión pesquera local, diferencias metodológicas, alimentación, factores ambientales (Baje et al., 2019; Estupiñán-Montaño et al., 2021).

La abundancia entre machos y hembras de *S. zygaena* ha sido muy similar entre los estudios (Figura 3), lo cual permite inferir que, al encontrarse en las mismas zonas (Bolaño-Martínez 2009; Loor-Andrade et al., 2015), están siendo capturados en igual proporción.



**Figura 3.** Porcentaje de hembras y machos desembarcados en los distintos estudios realizados del tiburón martillo (*S. zygaena*) en el Pacífico ecuatoriano (M= machos; H = hembras). **Fuente:** elaboración propia.

## 2.3. Composición de tallas y pesos

En las investigaciones realizadas en territorio ecuatoriano, las hembras parecen tener un rango de talla mayor que los machos (Carrera-Fernández y Martínez-Ortiz, 2007; Martínez-Ortiz et al., 2007; Ruíz y Díaz, 2008; Herrera et al., 2012; Falconí, 2015) (Tabla 1). Sin embargo, Negrete-Aveiga (2007), y Coello y Herrera (2018) encontraron que la talla promedio fue mayor en hembras, lo que sugiere que hay pocos especímenes machos de gran tamaño, coincidiendo así con lo documentado en otras regiones (Smale, 1991; Coelho et al., 2011; Mas et al., 2014; Nava-Nava y Márquez-Farías, 2014; Morán Villatoro, 2018), quienes notificaron un rango de tallas mayor en hembras.

Tabla 1. Parámetros de historia de vida para *S. zygaena* en Ecuador (m = machos; h = hembras; c = sexos combinados; LT = longitud total). Fuente: elaboración propia.

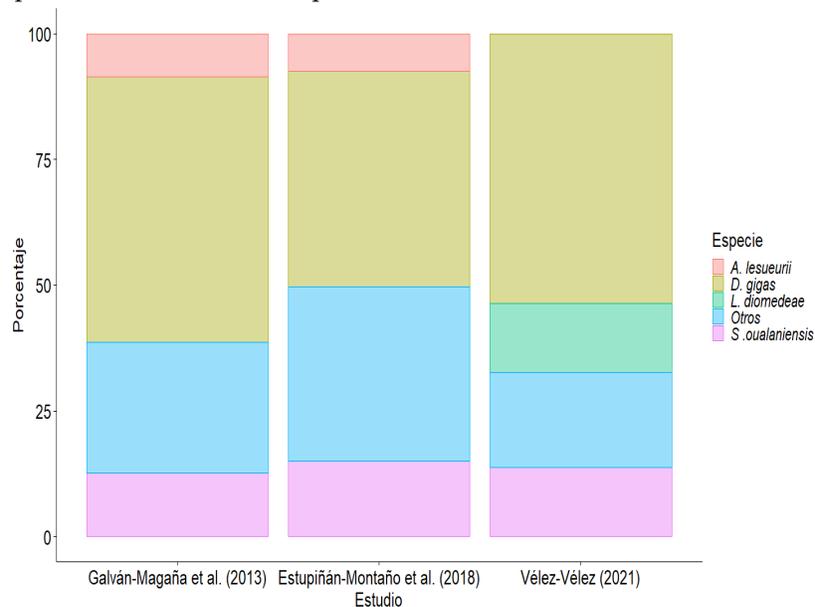
Parámetro	Estimado	Referencia
Tasa de crecimiento (von Bertalanffy K, $L_{\infty}$ )	0.09 año <sup>-1</sup> , $L_{\infty}$ = 225.49 cm LT (m)	Falconí (2015)
	0.053 año <sup>-1</sup> , $L_{\infty}$ = 356 cm LT (h)	
	0.059 año <sup>-1</sup> , $L_{\infty}$ = 327.3 LT (c)	
	0.10 año <sup>-1</sup> , $L_{\infty}$ = 313.85 cm LT (m)	López-Martínez et al. (2020)
	0.14 año <sup>-1</sup> , $L_{\infty}$ = 298.96 cm LT (h)	
0.141 año <sup>-1</sup> , $L_{\infty}$ = 292.86 cm LT (c)		
Rango de tallas	77-296 cm LT (m)	Carrera-Fernández y Martínez-Ortíz (2007)
	77-300 cm LT (h)	
	65-304 cm LT	
	54-296 cm LT (m)	Aguilar et al. (2007)
	77-303 cm LT (h)	Martínez-Ortíz et al. (2007)
	51.4-328.6 cm LT (m)	Negrete-Aveiga (2007)
	52.5-176.8 cm LT (h)	
	65-277 cm LT (m)	Ruíz y Díaz (2008)
	52-300 cm LT (h)	
	56-259 cm LT	
	66-288 cm LT	Bolaño-Martínez (2009)
	71-294 cm LT (m)	Peralta (2009)
	69-305 cm LT (h)	Herrera et al. (2012)
	90-293 cm LT	Loor-Andrade et al. (2015)
	54-194 cm LT (m)	
54-283 cm LT (h)	Falconí (2015)	
60-296 cm LT (m)		
59-295 cm LT (h)		
56-310 cm LT	Coello y Herrera (2018)	
118.4-289.9 cm LT		
Talla media de madurez	215 cm LT (m)	López-Martínez et al. (2020)
	240 cm LT (h)	
	235 cm LT (h)	
	214 cm LT (m)	López-Martínez et al. (2020)
	239.3 cm LT (h)	
	263.7 cm LT (m)	
Talla a la primera captura	209.1 cm LT	López-Martínez et al. (2020)
Longevidad (años)	25.57 (m)	López-Martínez et al. (2020)
	12.08 (h)	
	19.09 (c)	
Índice de crecimiento ( $\phi'$ )	3.99 (m)	López-Martínez et al. (2020)
	4.37 (h)	
	4.08 (c)	
Mortalidad natural	0.23-0.39	López-Martínez et al. (2020)
	Mortalidad por pesca	
	0.01-0.44	
Mortalidad total	0.21-0.37	

Estas diferencias en el tamaño entre hembras y machos se deben a que las hembras tienen la necesidad de alcanzar un tamaño mayor para poder llevar a las crías (Cortés, 2000).

En cuanto al peso, Negrete-Aveiga (2007) dio a conocer que los machos de *S. zygaena* tuvieron un peso total de entre 0.8 y 24.7 kg, con un promedio de 4.3 kg, mientras que las hembras mostraron un peso de entre 0.5 y 17.5 kg, con un promedio de 4.4 kg, lo cual difiere significativamente del informe del Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP) (2017), notificando un peso entre 9 y 90.7 kg, con un promedio de 36.2 kg, asimismo estos resultados del MAGAP (2017) discrepan con los pesos promedios documentados por Nava-Nava y Márquez-Farías (2014) en el Golfo de California, quienes notificaron un rango de peso de 3–77.0 kg con un promedio de 8.4 kg, y en los machos de 5–88.0 kg, con un promedio de 14.1 kg. Es posible que las diferencias en estos resultados se deban a la selectividad del arte de pesca y a un muestro sesgado. Sin embargo, estos estudios no brindan información detallada al respecto, los cuales deben entenderse bien antes de desarrollar estrategia de ordenación pesquera (White et al., 2019).

### 3. Ecología trófica

De acuerdo a los estudios realizados en territorio ecuatoriano, el tiburón martillo parece alimentarse principalmente de cefalópodos como el calamar gigante (*Dosidicus gigas* (d'Orbigny, 1835), el calamar volador (*Sthenoteuthis oualaniensis* (Lesson, 1830), el calamar enope agudo (*Ancistrocheirus lesueurii* (d'Orbigny in Férussac & d'Orbigny, 1842) y el calamar dardo (*Lolliguncula diomedea* (Hoyle, 1904) (Galván-Magaña et al., 2013; Estupiñán-Montaña et al., 2019; Vélez-Vélez, 2021) (Figura 4), lo cual es consistente con investigaciones realizadas en otros países (Smale, 1991; Smale y Cliff, 1998; Rogers et al., 2012; Bornatowski et al., 2014; González Pestana et al., 2017), indicando que esta especie muestra una fuerte preferencia hacia el calamar como fuente de alimento.



**Figura 4.** Porcentaje de presas encontradas en el tiburón martillo (*S. zygaena*) en el Pacífico ecuatoriano. **Fuente:** elaboración propia.

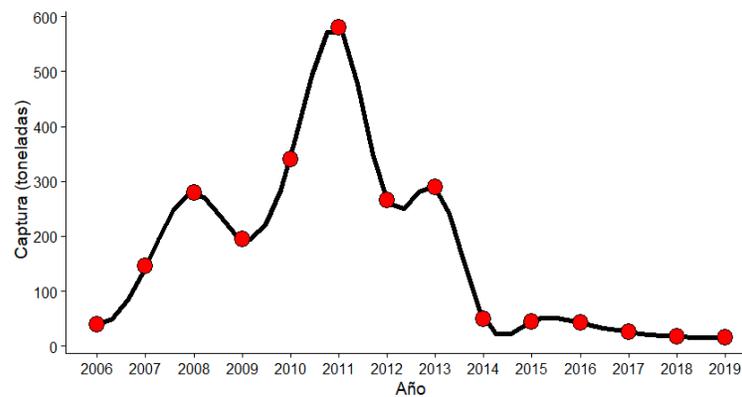
En cuanto al análisis de isótopos estables, Bolaño-Martínez (2009) examinó 35 biopsias musculares de hembras y 41 de machos del año 2007, dando como resultado valores promedios en hembras de  $-15.3 \pm 0.39\text{‰}$  para  $\delta^{13}\text{C}$  y  $15.7 \pm 0.72\text{‰}$  para  $\delta^{15}\text{N}$ , y en machos fue de  $-15.3 \pm 0.31\text{‰}$  para  $\delta^{13}\text{C}$  y  $15.7 \pm 0.49\text{‰}$  para  $\delta^{15}\text{N}$ . Por su parte, Loor-

Andrade et al. (2015) analizaron 38 biopsias musculares de hembras y 26 de machos con un rango de tallas de 90–293 cm LT correspondientes al año 2003, en donde los valores medios de  $\delta^{13}\text{C}$  y  $\delta^{15}\text{N}$  para las hembras de *S. zygaena* fueron de  $-16.1 \pm 0.3 \text{ ‰}$  y  $14.7 \pm 0.8 \text{ ‰}$ , respectivamente, y en los machos los valores medios de  $\delta^{13}\text{C}$  y  $\delta^{15}\text{N}$  fueron de  $-16.1 \pm 0.4 \text{ ‰}$  y  $14.9 \pm 0.8 \text{ ‰}$ , respectivamente. No se encontraron diferencias en los valores promedios de  $\delta^{13}\text{C}$  y  $\delta^{15}\text{N}$  entre sexos en ambos estudios, lo cual da a entender que machos y hembras se alimentan en las mismas zonas y que tienen una dieta parecida.

#### 4. Explotación y Pesca del Tiburón Martillo

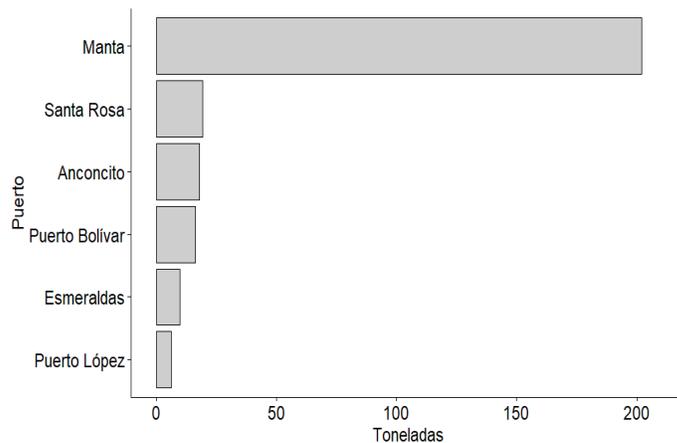
##### 4.1. Pesca ilegal en las Islas Galápagos

En las Islas Galápagos, la zona con mayor biomasa de tiburones del mundo registrada hasta ahora (Salinas-de-León et al., 2016), se han documentado varios casos de pesca ilegal. Carr et al. (2013) notificaron que 379 tiburones, de los cuales 5 corresponden a *S. zygaena*, fueron capturados ilegalmente por el barco palangrero ecuatoriano Fer Mary I, por lo que fue detenido el 19 de julio del 2011. Posteriormente, Bonaccorso et al. (2021), en un caso muy mediático, reportaron la captura ilegal de 7639 tiburones por parte del buque chino Fu Yuan Yu Leng 999, el cual fue aprehendido el 13 de agosto del 2017; del total de tiburones capturados, se analizaron 992 especímenes, de los cuales 67 corresponden a *S. zygaena*, con un rango de tallas que iba desde los 118.4 a los 289.9 cm LT.



**Figura 5.** Capturas del tiburón martillo, *S. zygaena*, por parte de la flota pesquera artesanal ecuatoriana de 2006 a 2019.

**Fuente:** elaboración propia.



**Figura 6.** Desembarque promedio de *S. zygaena* entre 2007-2012 en los principales puertos pesqueros del Ecuador.

**Fuente:** elaboración propia.

## 4.2. Desembarques

Los desembarques de *S. zygaena* entre 2006 y 2019 en territorio ecuatoriano oscilaron entre 16.31 y 580.8 toneladas (t) (Aguilar et al., 2007; Ruíz y Díaz, 2008; Herrera et al., 2012; Vélez-Párraga, 2016; Coello y Herrera, 2018; FishstatJ, 2020), siendo 2011 el año de mayor captura, pero a partir del 2013 hubo un declive significativo (Figura 5), lo cual puede estar relacionado con la implementación del Acuerdo Ministerial 116, el cual permite la pesca incidental de un máximo de 5 tiburones martillos juveniles por embarcación por viaje (Subsecretaría de Recursos Pesqueros, 2013). Manta fue, en promedio, la ciudad con un mayor desembarque de tiburones martillo entre 2007-2012 (Aguilar et al., 2007; Herrera et al., 2012; Coello y Herrera, 2018) (Figura 6).

En cuanto a la variación temporal en los desembarques, Gómez-Zamora (2016) reportó que durante el año 2011 se capturaron un total de 167.77 t de tiburón martillo en el puerto de Manta, de las cuales 97.07 t (57.86%) correspondieron a la época lluviosa y 70.7 t (42.14%) a la época seca, y para el año 2012 se registraron 164.67 t de *S. zygaena*, de las cuales 78.59 t (47.73%) corresponde a la época lluviosa y 86.08 t (52.27%) a la época seca, por lo que el comportamiento del recurso en las capturas fue similar para ambos años. Por su parte, DeGeorge (2014) analizó los desembarques de *S. zygaena* en Puerto López desde abril del 2007 hasta abril del 2013 y encontró que el 99% de individuos capturados no habían alcanzado la madurez sexual, lo cual parece coincidir con lo reportado por Coello et al. (2011) y Herrera et al. (2012). Las concordancias en los resultados de estos trabajos parecen estar asociados a que *S. zygaena* permanece en zonas costeras durante los primeros años de vida (Bolaño-Martínez, 2009), lo cual facilitaría su captura (Carrera-Fernández et al., 2010).

## Conclusiones

Se incluyeron 22 estudios sobre la biología, ecología y pesquería del Tiburón Martillo *S. zygaena* en Ecuador. Sin embargo, la información que existe es todavía muy limitada, en la mayoría de los casos solamente se registran desembarques y composición de tallas. El tiempo de publicación de los resultados de un estudio toman en promedio 5.4 años, lo que parece indicar que tal vez los científicos dedicados a investigar estos temas no cuentan con el tiempo necesario para publicar sus resultados en los diferentes medios de difusión científico. El 68% de los trabajos no han sido publicados en revistas científicas y, por tanto, tienen poca difusión e impacto, y lo que limita el acceso a información que sin duda puede tener un gran valor. En Ecuador la información en cuanto a la parte socioeconómica, toxicológica, uso del hábitat, conectividad y migración de esta especie es muy escasa. Estos vacíos de información son consecuencia del poco apoyo a proyectos enfocados a la protección y conservación de los tiburones en general. Adicionalmente, en el año 2013 el entonces Viceministerio de Acuicultura y Pesca del MAGAP, a través de la Subsecretaría de Recursos Pesqueros (SRP), emitió el Acuerdo Ministerial N. 116 como medida de Manejo y Ordenamiento para las capturas incidentales de tiburones martillos, de las especies denominadas Cachuda Roja (*S. lewini*) y Cachuda Blanca (*S. zygaena*) donde se protege a las especies mayores a 150 cm LT. No obstante, todavía no existe algún informe de la situación actual de la conservación de *S. zygaena* por parte de la entidad gubernamental desde el decreto N. 116. Finalmente, se recomienda mejorar las estimaciones de los parámetros de historia de vida. Para ello, se necesitan estudios con tamaños de muestras más grandes, rangos de tallas más amplios y el uso de multimodelos bayesianos. Estas recomendaciones podrían ayudar a mejorar las estimaciones en los parámetros de historia de vida y, por ende, desarrollar mejores estrategias de gestión y conservación.

**Contribución de los Autores:** Diego Mejía: Conceptualización, análisis de datos, análisis formal de Investigación, Metodología, Software, Redacción-borrador original, Redacción-revisión y edición. Juan Mero-Jiménez: Conceptualización, Investigación, Metodología, Redacción Borrador original, Redacción-revisión y edición. Jesús Briones-Mendoza: Conceptualización, análisis de datos, análisis formal de Investigación, Metodología, Software, Redacción-borrador original, Redacción-revisión y edición.

**Financiamiento:** Esta investigación no recibió financiamiento externo.

**Agradecimientos:** Los autores agradecen a Javier Quijije (Universidad Laica Eloy Alfaro) por las observaciones y recomendaciones en el manuscrito.

**Conflictos de Intereses:** Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

## Referencias

- Aguilar, F., Revelo, W., Coello, D., Cajas, J., Ruiz, W., Díaz M. y Moreno, J. (2007).** Desembarques artesanales de tiburones y rayas en los principales puertos pesqueros del Ecuador durante 2006. Instituto Nacional de Pesca. <https://studylib.es/doc/7391689/guayaquil-2007---viceministerio-de-acuacultura-y-pesca-de...>
- Baje, L., Smart, J. J., Grant, M. I., Chin, A., White, W. T. y Simpfendorfer, C. A. (2019).** Age, growth and maturity of the Australian blackspot shark (*Carcharhinus coatesi*) in the Gulf of Papua. *Pacific Conservation Biology*, 25(4): 403–412. <https://doi.org/10.1071/PC18069>
- Barbini, S. A., Sabadin, D. E., Román, J. M., Scarabotti, P. A. y Lucifora, L. O. (2021).** Age, growth, maturity and extinction risk of an exploited and endangered skate, *Atlantoraja castelnaui*, from off Uruguay and northern Argentina. *Journal of Fish Biology*. <https://doi.org/10.1111/jfb.14839>
- Bolaño-Martínez, N. (2009).** Ecología trófica de juveniles del tiburón martillo *Sphyrna zygaena* (Linnaeus, 1758) en aguas ecuatorianas [tesis de maestría, Instituto Politécnico Nacional]. <https://www.repositoriodigital.ipn.mx/handle/123456789/13661>
- Bonaccorso, E., Ordóñez-Garza, N., Pazmiño, D. A., Hearn, A., Páez-Rosas, D., Cruz, S., Muñoz-Pérez, J. P., Espinoza, E., Suárez, J., Muñoz-Rosado, L. D., Vizúete, A., Chaves, J. A., Torres, M. de L., Bustos, W., Rueda, D., Hirschfeld, M., y Guayasamin, J. M. (2021).** International fisheries threaten globally endangered sharks in the Eastern Tropical Pacific Ocean: The case of the Fu Yuan Yu Leng 999 reefer vessel seized within the Galápagos Marine Reserve. *Scientific Reports*, 11(1): 14959. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-94126-3>
- Bornatowski, H., Braga, R. R., Abilhoa, V. y Corrêa, M. F. M. (2014).** Feeding ecology and trophic comparisons of six shark species in a coastal ecosystem off southern Brazil. *Journal of Fish Biology*, 85(2): 246–263. <https://doi.org/10.1111/jfb.12417>
- Caltabellotta, F. P., Siders, Z. A., Cailliet, G. M., Motta, F. S. y Gadig, O. B. F. (2020).** Preliminary age and growth of the deep-water goblin shark *Mitsukurina owstoni* (Jordan, 1898). *Marine and Freshwater Research*, 72(3): 432–438. <https://doi.org/10.1071/MF19370>
- Campbell, M. J., McLennan, M. F., Courtney, A. J. y Simpfendorfer, C. A. (2021).** Life-history characteristics of the eastern shovelnose ray, *Aptychotrema rostrata* (Shaw, 1794), from southern Queensland, Australia. *Marine and Freshwater Research*, 72(9): 1280–1289. <https://doi.org/10.1071/MF20347>
- Carr, L. A., Stier, A. C., Fietz, K., Montero, I., Gallagher, A. J., y Bruno, J. F. (2013).** Illegal shark fishing in the Galápagos Marine Reserve. *Marine Policy*, 39: 317–321. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2012.12.005>
- Carrera-Fernández, M. y Martínez-Ortiz, J. (2007).** Aspectos reproductivos de los tiburones martillo *Sphyrna lewini* (Griffith 360 & Smith, 1834) y *S. zygaena* (Linnaeus, 1758) en aguas del Ecuador. En J. Martínez-Ortiz y F. Galván-Magaña (eds.), *Tiburones en el Ecuador: Casos de Estudio* (pp. 51–56). Fundación Escuela de Pesca del Pacífico Oriental (EPESPO) Programa de Manejo de Recursos Costeros (PMRC).
- Carrera-Fernández, M., Galván-Magaña, F. y Ceballos-Vázquez, P. B. (2010).** Reproductive biology of the blue shark *Prionace glauca* (Chondrichthyes: Carcharhinidae) of Baja California Sur, Mexico. *Aqua: International Journal of Ichthyology*, 16(3): 101–111. [https://www.academia.edu/15233099/Reproductive\\_biology\\_of\\_the\\_blue\\_shark\\_Prionace\\_glauca\\_Chondrichthyes\\_Carcharhinidae\\_off\\_Baja\\_California\\_Sur\\_M%C3%A9xico](https://www.academia.edu/15233099/Reproductive_biology_of_the_blue_shark_Prionace_glauca_Chondrichthyes_Carcharhinidae_off_Baja_California_Sur_M%C3%A9xico)
- Carrillo-Colín, L. D., Márquez-Farías, F., Lara-Mendoza, R. E. y Zamora-García, O. G. (2021).** Bayesian estimation of the age and growth of the golden cownose ray (*Rhinoptera steindachneri*) in the southern Gulf of California in Mexico. *Fishery Bulletin*, 119(1). 10.7755/FB.119.1.3

- Chou, Y. C. (2004).** Edad y el crecimiento del tiburón martillo liso, *Sphyrna zygaena* en aguas del noreste de Taiwán [tesis de maestría, Universidad Nacional Oceánica de Taiwán]. <http://ethesys.lib.ntou.edu.tw/cgi-bin/cdrfb3/gswweb.cgi?o=dstdcdr&i=sG0T91470010.id#XXXX>
- Coelho, R., Fernandez-Carvalho, J., Amorim, S. y Santos, M. N. (2011).** Age and growth of the smooth hammerhead shark, *Sphyrna zygaena*, in the Eastern Equatorial Atlantic Ocean, using vertebral sections. *Aquatic Living Resources*, 24(4): 351–357. <https://doi.org/10.1051/alr/2011145>
- Coello, D. y Herrera, M. (2018).** Desembarque de tiburones en las pesquerías Ecuador 2012. *Revista Científica Ciencias Naturales y Ambientales*, 12 (1): 1–8. <https://doi.org/10.53591/cna.v12i1.269>
- Coello, D., Herrera, M., Calle, M., Castro, R., Medina, C. y Chalén, X. (2011).** Incidencia de tiburones, rayas, aves, tortugas y mamíferos marinos en la pesquería artesanal con enmalle de superficie en la caleta pesquera de Santa Rosa (Provincia de Santa Elena). *Boletín Especial. Instituto Nacional de Pesca*. <https://www.oceandocs.org/handle/1834/4562>
- Compagno, L.J.V. (1984).** FAO species catalogue. Sharks of the World. An annotated and illustrated catalogue of shark species known to date. Part 2. Carchariformes. FAO Fisheries Synopsis. <http://www.fao.org/3/ad123e/ad123e00.htm>
- Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES). (2013).** Proposal to include Hammerhead Sharks in Appendix II. Sixteenth meeting of the Conference of Parties. <https://cites.org/sites/default/files/eng/cop/16/prop/E-CoP16-Prop-43.pdf>
- Cortés, E. (2000).** Life History Patterns and Correlations in Sharks. *Reviews in Fisheries Science*, 8(4): 299–344. <https://doi.org/10.1080/10408340308951115>
- DeGeorge, L. (2014).** Smooth Hammerhead Target Fishing and By-catch in Puerto López, Ecuador: Trends in Catch and Recommendations for Mitigation [tesis de honor, Universidad de Colorado Boulder]. <https://www.semanticscholar.org/paper/Smooth-Hammerhead-Target-Fishing-and-By-catch-in-in-DeGeorge/41c2be7cef2dd632e9f53c27b4e3ece2c5f4719c>
- Doño, F., Montealegre-Quijano, S., Domingo, A. y Kinas, P. (2014).** Bayesian age and growth analysis of the shortfin mako shark *Isurus oxyrinchus* in the Western South Atlantic Ocean using a flexible model. *Environmental Biology of Fishes*, 97. <https://doi.org/10.1007/s10641-014-0284-1>
- Emmons, S., D'Alberto, B., Smart, J. y Simpfendorfer, C. (2021).** Age and growth of tiger shark (*Galeocerdo cuvier*) from Western Australia. *Marine and Freshwater Research*. <https://doi.org/10.1071/MF20291>
- Estupiñán-Montaño, C., Carrera-Fernández, M. y Galván-Magaña, F. (2021).** Reproductive biology of the scalloped hammerhead (*Sphyrna lewini*) in the central-eastern Pacific Ocean. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 101(2): 465–470. <https://doi.org/10.1017/S0025315421000138>
- Estupiñán-Montaño, C., Cedeño-Figueroa, L., Estupiñán-Ortiz, J. F., Galván-Magaña, F., Sandoval-Londoño, A., Castañeda-Suarez, D. y Polo-Silva, C. J. (2019).** Feeding habits and trophic level of the smooth hammerhead shark, *Sphyrna zygaena* (Carcharhiniformes: Sphyrnidae), off Ecuador. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 99(3): 673–680. <https://doi.org/10.1017/S0025315418000474>
- Falconí, M. (2015).** Edad y crecimiento del tiburón martillo (*Sphyrna zygaena*) en las costas de Puerto López – Ecuador, durante el año 2013 [tesis de pregrado, Universidad Internacional del Ecuador]. <https://repositorio.uide.edu.ec/handle/37000/876>
- FishStatJ, F. A. O. (2020).** FishStatJ-Software for fishery and aquaculture statistical time series. <https://www.fao.org/fishery/en/statistics/software/fishstatj/en>
- Gallagher, A. J. y Klimley, A. P. (2018).** The biology and conservation status of the large hammerhead shark complex: The great, scalloped, and smooth hammerheads. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 28(4): 777–794. <https://doi.org/10.1007/s11160-018-9530-5>
- Galván-Magaña, F., Polo-Silva, C., Berenice Hernández-Aguilar, S., Sandoval-Londoño, A., Ruth Ochoa-Díaz, M., Aguilar-Castro, N., Castañeda-Suárez, D., Cabrera Chávez-Costa, A., Baigorri-Santacruz, Á., Edén Torres-Rojas, Y. y Andrés Abitia-Cárdenas, L. (2013).** Shark predation on cephalopods in the Mexican and Ecuadorian Pacific

- Ocean. Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography, 95: 52–62. <https://doi.org/10.1016/j.dsr2.2013.04.002>
- Garza-Gisholt, E. (2004).** Edad y Crecimiento de *Sphyrna zygaena* (Linnaeus, 1758) en las costas de Baja California Sur, México [tesis de pregrado, Universidad Autónoma de Baja California Sur]. <https://docplayer.es/84379391-Edad-y-crecimiento-de-sphyrna-zygaena-linnaeus-1758-en-las-costas-de-baja-california-sur-mexico-t-e-s-i-s-que-para-obtener-el-titulo-de.html>
- Gómez-Zamora, W. M. (2016).** Variación temporal en el desembarque de Peces Pelágicos grandes y tiburones de la Flota Palangrera Oceánica en Manta, Ecuador [tesis de maestría, Universidad de Guayaquil]. <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/11871>
- Gompertz, B. (1825).** On the Nature of the Function Expressive of the Law of Human Mortality, and on a New Mode of Determining the Value of Life Contingencies. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, 115: 513–583. <https://doi.org/10.1098/rstl.1825.0026>
- González-Pestana, A., Acuña-Perales, N., Coasaca-Céspedes, J., Córdova-Zavaleta, F., Alfaro Shigueto, J., Mangel, J. y Espinoza, P. (2017).** Trophic ecology of the smooth hammerhead shark (*Sphyrna zygaena*) off the coast of northern Peru. *Fishery Bulletin*, 115: 451–459. <https://doi.org/10.7755/FB.115.4.2>
- Herrera, M., Coello, D. y Cajas J. (2012).** Desembarques y aspectos biológicos de elasmobranchios en las pesquerías artesanales del Ecuador durante 2011. *Boletín Científico y Técnico. Instituto Nacional de Pesca*. [https://www.cms.int/sites/default/files/document/MOS1\\_Inf\\_6\\_2\\_Report\\_Ecuador\\_Sonly\\_0.pdf](https://www.cms.int/sites/default/files/document/MOS1_Inf_6_2_Report_Ecuador_Sonly_0.pdf)
- Loor-Andrade, P., Galván-Magaña, F., Elorriaga-Verplancken, F. R., Polo-Silva, C. y Delgado-Huertas, A. (2015).** Population and individual foraging patterns of two hammerhead sharks using carbon and nitrogen stable isotopes. *Rapid Communications in Mass Spectrometry*, 29(9): 821–829. <https://doi.org/10.1002/rcm.7169>
- López-Martínez, J., Cabanilla-Carpio, C., Choez, W. R. y Arzola-Sotelo, E. A. (2020).** Interannual variability of distribution, abundance and population dynamics of the smooth hammerhead *Sphyrna zygaena* (Linnaeus, 1758) in the central-southeast Pacific Ocean. *Journal of Fish Biology*, 97(2): 341–353. <https://doi.org/10.1111/jfb.14360>
- Martínez-Ortiz, J. y García-Domínguez, M. (2013).** Guía de Campo Condrictios del Ecuador. Quimeras, Tiburones y Rayas. Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP) / Viceministerio de Acuacultura y Pesca (VMAP) / Subsecretaría de Recursos Pesqueros (SRP). [https://issuu.com/jflores2/docs/libro\\_guia\\_de\\_campo\\_condrictios\\_de\\_e](https://issuu.com/jflores2/docs/libro_guia_de_campo_condrictios_de_e)
- Martínez-Ortiz, J., Galván-Magaña, F., Carrera-Fernández, M., Mendoza-Intriago, D., Estupiñán-Montaño, C. y Cedeño-Figueroa, L. (2007).** Abundancia estacional de Tiburones desembarcados en Manta-Ecuador. En J. Martínez-Ortiz y F. Galván-Magaña (eds.), *Tiburones en el Ecuador: Casos de Estudio* (pp. 9-27). EPESPO-PMRC. [https://www.researchgate.net/publication/273764289\\_Abundancia\\_estacional\\_de\\_Tiburones\\_desembarcados\\_en\\_Manta-EcuadorSeasonal\\_abundance\\_of\\_Sharks\\_landings\\_in\\_Manta-Ecuador](https://www.researchgate.net/publication/273764289_Abundancia_estacional_de_Tiburones_desembarcados_en_Manta-EcuadorSeasonal_abundance_of_Sharks_landings_in_Manta-Ecuador)
- Mas, F., Forselledo, R. y Domingo, A. (2014).** Length-length relationships for six pelagic shark species commonly caught in the southwestern Atlantic Ocean. *Collective Volume of Scientific Papers ICCAT*, 70, 2441-2445. [https://www.researchgate.net/publication/265301338\\_LENGTH-LENGTH\\_RELATIONSHIPS\\_FOR\\_SIX\\_PELAGIC\\_SHARK\\_SPECIES\\_COMMONLY\\_CAUGHT\\_IN\\_THE\\_SOUTH\\_WESTERN\\_ATLANTIC\\_OCEAN](https://www.researchgate.net/publication/265301338_LENGTH-LENGTH_RELATIONSHIPS_FOR_SIX_PELAGIC_SHARK_SPECIES_COMMONLY_CAUGHT_IN_THE_SOUTH_WESTERN_ATLANTIC_OCEAN)
- Mason, J. G., Alfaro-Shigueto, J., Mangel, J. C., Crowder, L. B. y Ardoin, N. M. (2020).** Fishers' solutions for hammerhead shark conservation in Peru. *Biological Conservation*, 243: 108460. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2020.108460>
- Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP). (2017).** Informe puerto de Manta 2013. Plan de Acción Nacional para la Conservación y Manejo de Tiburones de Ecuador (PAT-EC). [https://issuu.com/oscarcornejo/docs/informe\\_2013\\_artesanalvp](https://issuu.com/oscarcornejo/docs/informe_2013_artesanalvp)
- Morán-Villatoro, J. M. (2018).** Edad y crecimiento del tiburón martillo *Sphyrna zygaena* (Linnaeus, 1758) en la costa occidental de Baja California Sur [tesis de maestría, Instituto Politécnico Nacional]. <http://www.repositoriodigital.ipn.mx/handle/123456789/26227>

- Mukherji, S., Smart, J., D'Alberto, B., Baje, L., Chin, A., White, W. y Simpfendorfer, C. A. (2021).** Preliminary age and growth estimates of the blue shark (*Prionace glauca*) from Papua New Guinea. *Environmental Biology of Fishes*, 104(9): 1163–1176. <https://doi.org/10.1007/s10641-021-01146-z>
- Nava-Nava, P. y Márquez-Farías, J. F. (2014).** Talla de madurez del tiburón martillo, *Sphyrna zygaena*, capturado en el Golfo de California. *Hidrobiológica*, 24(2): 129–135. [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0188-88972014000200005](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-88972014000200005)
- Negrete-Aveiga, A. M. (2007).** Composición de los desembarques de la pesca artesanal de tiburón en Puerto López, Manabí, con énfasis en las dos especies más abundantes: *Sphyrna zygaena* y *Squatina californica* [tesis de pregrado, Universidad San Francisco de Quito]. <https://repositorio.usfq.edu.ec/handle/23000/874>
- Pedersen, T. L. (2020).** Patchwork: The Composer of Plots. R package version 1.1.1. <https://CRAN.R-project.org/package=patchwork>
- Peralta, M. (2009).** Desembarques de la pesca artesanal de peces pelágicos gran-des y tiburones en la costa ecuatoriana durante el 2008. *Boletín Científico y Técnico. Instituto Nacional de Pesca*. <https://www.oceandocs.org/handle/1834/4781>
- R Core Team. (2020).** R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <https://www.R-project.org/>
- Ricker, W. E. (1975).** Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. *Bulletin of the Fisheries Research Board of Canada*, 191: 1-382. <https://waves-vagues.dfo-mpo.gc.ca/Library/1485.pdf>
- Rigby, C.L., Barreto, R., Carlson, J., Fernando, D., Fordham, S., Herman, K., Jabado, R.W., Liu, K.M., Marshall, A., Pacoureau, N., Romanov, E., Sherley, R.B. y Winker, H. (2019).** *Sphyrna zygaena*. The IUCN Red List of Threatened Species 2019: e.T39388A2921825. <https://www.iucnredlist.org/species/39388/2921825>
- Rogers, P. J., Huveneers, C., Page, B., Hamer, D. J., Goldsworthy, S. D., Mitchell, J. G. y Seuront, L. (2012).** A quantitative comparison of the diets of sympatric pelagic sharks in gulf and shelf ecosystems off southern Australia. *ICES Journal of Marine Science*, 69(8): 1382–1393. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fss100>
- Rosa, D., Coelho, R., Fernandez-Carvalho, J. y Santos, M. N. (2017).** Age and growth of the smooth hammerhead, *Sphyrna zygaena*, in the Atlantic Ocean: Comparison with other hammerhead species. *Marine Biology Research*, 13(3): 300–313. <https://doi.org/10.1080/17451000.2016.1267366>
- Ruíz, W. y Díaz, M. (2008).** Desembarques artesanales de tiburones y rayas en los principales puertos pesqueros del Ecuador durante el 2007. Instituto Nacional de Pesca. [http://oa.upm.es/14340/2/Documentacion/1\\_Memoria/Informes\\_INP\\_Desem/Informe\\_final\\_de\\_tiburon\\_2007.pdf](http://oa.upm.es/14340/2/Documentacion/1_Memoria/Informes_INP_Desem/Informe_final_de_tiburon_2007.pdf)
- Salinas-de-León, P., Acuña-Marrero, D., Rastoin, E., Friedlander, A. M., Donovan, M. K., y Sala, E. (2016).** Largest global shark biomass found in the northern Galápagos Islands of Darwin and Wolf. *PeerJ*, 4, e1911. <https://doi.org/10.7717/peerj.1911>
- Santana, H. S. de, Dei Tos, C. y Minte-Vera, C. V. (2020).** A review on the age and growth studies of freshwater fish in South America. *Fisheries Research*, 222, 105410. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2019.105410>
- Santos, C. C. y Coelho, R. (2018).** Migrations and habitat use of the smooth hammerhead shark (*Sphyrna zygaena*) in the Atlantic Ocean. *PLOS ONE*, 13(6): 1–17. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0198664>
- Santos, C. C. y Coelho, R. (2019).** Distribution patterns and indicators of the smooth hammerhead shark (*Sphyrna zygaena*) in the Atlantic Ocean. *Fisheries Research*, 212: 107–113. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2018.12.015>
- Schnute, J. (1981).** A Versatile Growth Model with Statistically Stable Parameters. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 38: 1128–1140. <https://doi.org/10.1139/f81-153>
- Siegfried, K. I. y Sansó, B. (2006).** Two Bayesian methods for estimating parameters of the von Bertalanffy growth equation. *Environmental Biology of Fishes*, 77(3): 301–308. <https://doi.org/10.1007/s10641-006-9112-6>
- Smale, M. J. (1991).** Occurrence and feeding of three shark species, *Carcharhinus brachyurus*, *Carcharhinus obscurus* and *Sphyrna zygaena*, on the Eastern Cape coast of South Africa. *South African Journal of Marine Science*, 11(1): 31–42. <https://doi.org/10.2989/025776191784287808>

- Smale, M. J. y Cliff, G. (1998).** Cephalopods in the diets of four shark species (*Galeocerdo cuvier*, *Sphyrna lewini*, *S. zygaena* and *S. mokarran*) from KwaZulu-Natal, South Africa. *South African Journal of Marine Science*, 20(1): 241–253. <https://doi.org/10.2989/025776198784126610>
- Smart, J. J. y Grammer, G. L. (2021).** Modernising fish and shark growth curves with Bayesian length-at-age models. *PLOS ONE*, 16(2): 955–971. e0246734. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0246734>
- Stevens, J. D. (1984).** Biological observations on sharks caught by sport fisherman of New South Wales. *Marine and Freshwater Research*, 35(5): 573–590. <https://doi.org/10.1071/mf9840573>
- Subsecretaría de Recursos Pesqueros. (2013).** Acuerdo ministerial N° 116. Consultado el 28 de febrero de 2022. [http://www.galapagos.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/08/9\\_MANEJO\\_Y\\_ORDENAMIENTO\\_DE\\_LOS\\_TIBURONES\\_MARTILLO\\_EN\\_EL\\_ECUADOR\\_13\\_sep\\_2013.pdf](http://www.galapagos.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/08/9_MANEJO_Y_ORDENAMIENTO_DE_LOS_TIBURONES_MARTILLO_EN_EL_ECUADOR_13_sep_2013.pdf).
- Vélez-Párraga, S. E. (2016).** La pesca incidental del tiburón en el Ecuador y su efecto en las exportaciones principalmente de las aletas de tiburón [tesis de maestría, Universidad de Guayaquil]. <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/14373>
- Vélez-Vélez, Y. G. (2021).** Espectro trófico del tiburón martillo, *Sphyrna zygaena*, desembarcado en el puerto pesquero de Santa Rosa, Ecuador [tesis de pregrado, Universidad Estatal Península de Santa Elena] <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/5943>
- von Bertalanffy, L. (1938).** A quantitative theory of organic growth (inquiries on growth laws. II). *Human Biology*, 10(2): 181–213. <https://www.jstor.org/stable/41447359>
- Weigmann, S. (2016).** Annotated checklist of the living sharks, batoids and chimaeras (Chondrichthyes) of the world, with a focus on biogeographical diversity. *Journal of Fish Biology*, 88(3): 837–1037. <https://doi.org/10.1111/jfb.12874>
- White, W. T., Baje, L., Appleyard, S. A., Chin, A., Smart, J. J. y Simpfendorfer, C. A. (2019).** Shark longline fishery of Papua New Guinea: Size and species composition and spatial variation of the catches. *Marine and Freshwater Research*, 71(6): 627–640. <https://doi.org/10.1071/MF19191>
- Wickham, H., Averick, M., Bryan, J., Chang, W., D'Agostino McGowan, L., François, R., Grolemond, G., Hayes, A., Henry, L., Hester, J., Kuhn, M., Pedersen, T.L., Miller, E., Bache, S. M., Müller, K. Ooms, J., Robinson, D., Seidel, D.P., Spinu, V., Takahashi, K., Vaughan, D., Wilke, C., Woo, K., e Yutani, H. (2019).** Welcome to the Tidyverse. *Journal of Open Source Software*, 4(43): 1686. <https://doi.org/10.21105/joss.01686>