



<b>CAPÍTULO 2.2.1.8: CORNUDA CRUZ</b>	<b>AUTORES: MILLER P., DOMINGO A., FORSELLEDO R. y MAS F.</b>	<b>ÚLTIMA ACTUALIZACIÓN: agosto de 2022 Original: español</b>
---	---	---

## 2.2.1.8 Descripción de la cornuda cruz (SPZ)

### 1. Nombres

#### 1. a. Clasificación y taxonomía

**Nombre de la especie:** *Sphyrna zygaena* (Linnaeus, 1758)

**Sinónimos:** *Squalus zygaena* (Linnaeus, 1758), *Squalus malleus* (Shaw y Nodder, 1796), *Squalus (Cestrorhinus) caroliniensis* (Blainville, 1816), *Squalus (Cestrorhinus) pictus* (Blainville, 1816), *Zygaena malleus* (Valenciennes 1822), *Zygaena vulgaris* (Cloquet, 1830), *Zygaena subarcuata* (Storer, 1848).

**Código de especie ICCAT:** SPZ

**Nombres ICCAT:** Cornuda cruz (español), requin marteau commun (francés), smooth hammerhead (inglés).

Según la ITIS (Integrated Taxonomy Information System), la cornuda cruz se clasifica de la siguiente manera:

- Phylum: Chordata
- Subphylum: Vertebrata
- Superclase: Gnathostomata
- Clase: Chondrichthyes
- Subclase: Elasmobranchii
- Superorden: Euselachii
- Orden: Carcharhiniformes
- Familia: Sphyrnidae
- Género: *Sphyrna*

#### 1. b. Nombres comunes

Lista de nombres vernáculos utilizados en diversos países, según ICCAT, FAO, Fishbase ([www.fishbase.org](http://www.fishbase.org)) y Compagno (2001). La lista de países no es exhaustiva y podrían no haberse incluido algunas denominaciones locales.

**Albania:** Peshk çekiç, Peshk karabinier, Peshk karabinier, Peshku çekan, Peshku çekiç

**Alemania:** Gemeiner Hammerfisch, Gemeiner Hammerhai, Glatter Hemmerhai, Hammerhai, Meerschlägel, Schlägelfisch

**Antillas Holandesas:** common hammerhead, hamerhaai, hammerhead shark, tribon di cruz

**Australia:** common hammerhead shark, hammerhead shark, smooth hammerhead, smooth hammerhead shark

**Azores:** cornuda, peixe martelo, smooth hammerhead, tubarão-martelo

**Brasil:** cação-martelo, cambeba, cambeva, cambeva-preta, chapéu-armado, cornuda, cornudo, martelo, pata, peixe-canga, peixe-martelo, tubarão-martelo

**Cabo Verde:** martelo, peixe-cornudo, peixe-martelo, tubarão-martelo

**China:** 丫髻鲨, 双过仔, 双髻鲨, 牦头沙, 锤头双髻鲨, 锤头双髻鲨

**Chipre:** zygaena

**Colombia:** cachona, pez martillo, sarda de cachas

**Corea:** 귀상어

**Croacia:** jaram

**Cuba:** cabeza de martillo, common hammerhead, cornuda, pez martillo, smooth hammerhead

**Dinamarca:** almindelig hammerhaj, hammerhaj

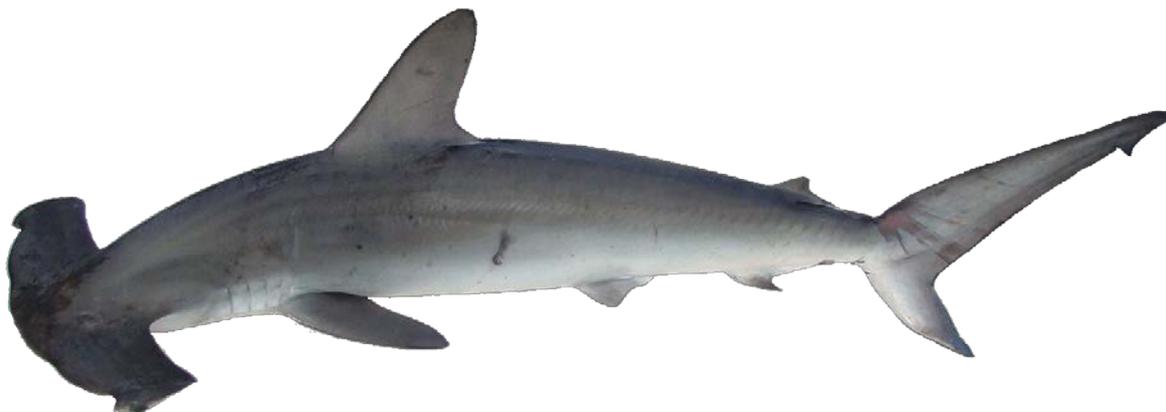
**Ecuador:** cachona

**Egipto:** abou bornita

- España:** cachona, carnuda, corna, cornúa, cornuda, cornudilla, cornuilla, leunada, martell, martillo, medialuna, pez martillo, sarda de cachas, tailandano, tollo cruz
- Estados Unidos:** common hammerhead, smooth hammerhead
- Filipinas:** awal, balagbagan, bingkungan, binkugan, buntok martillo, kodosan, korsan, krusan, kuros na pating, pating, sarikan, tampugan
- Finlandia:** vasarahai
- Francia:** cagnole, lou pei judiou, marteau, pantoufflier lavaco, pei jouziou, pei martel, peis judieú, requinmarteau, requin-marteau commun, scroesna
- Grecia:** αργιόψαρο, ζύγαϊνα, προπέλα, πατερίτσα, δεκανίκι, paterítsa, pateritza, σφύρνα, zygaena, zygaina, zygena
- Hawái:** mano kihikihi
- Hong kong:** hammerhead shark, tai tse sha
- India:** बतू, कान मुशी, కణ ముశి, कनीर, कनीरर, ചടയൻ, ക റൊമ്പൻ കുരൊ, ക റൊമ്പൻ സുറൊവ്, ക റൊമ്പൻ സുരവ്, ക റൊമ്പൻ കുരൊ, ചട്ടിത്തലയൻ സുറൊവ്, ചൊടയൻ, ചെർപ്പ, കൂർ, boat, boot, chadayan, chattithalayan sravu, kan moosi, kan mushi, kaner, kaneri, koma sorrah, komban-sorrah, kombansurav, shark, variocha
- Indonesia:** hiu bingkoh, hiu capil, hiu caping
- Israel:** patishan
- Isla madeira:** cornuda
- Italia:** capa a martiello, magniusa, magnosa, magnose, magna, martello, pei judiu, pesca martello, pesce carabinieri, pesce martello, pesce martiello, pescio scrossua, pisci carabbineri, pisci crozza, pisci marteddu, pisci matteddu, ribello, squalo martello, stampella
- Japón:** shiro-shumokuzame
- Líbano:** iskandar
- Madagascar:** viko
- Malasia:** jerong tenggiri, yu bengkong, yu mata jauh, yu palang, yu parang, yu sanggul, yu tukul
- Malta:** kurazza, kurazza komuni, pesce martello, pixximartell, smooth hammerhead
- Mauritania:** diarandoye, pez martillo, requin marteau, smooth hammerhead
- Mauricio:** hammerhead shark, requin marteau, requin marteau lisse
- México:** cornuda cruz, cornuda prieta
- Montenegro:** jaram mlat
- Mozambique:** tubarão martelo liso
- Myanmar:** nga-man-than-woot
- Noruega:** hamerhai
- Nueva Zelanda:** hammerhead shark, kakere, mango-pare, mangopare, smooth hammerhead, smooth hammerhead shark
- Omán:** abu-garn, jarjur, jarjur al graram
- Países Bajos:** gladde hamerhaai, hamerhaai
- Pakistán:** bodher-buther
- Palaos:** ulach
- Perú:** tiburón martillo
- Polonia:** rekin plot a. glowomlot pospolity
- Portugal:** cornuda, tubarão-martelo
- Puerto Rico:** cornuda, pez martillo
- Reino Unido:** common hammerhead shark, common smooth hammerhead shark, hammerhead shark, smooth hammerhead
- Rumania:** rechin ciocan
- Rusia:** молот-рыба
- Samoa:** mata'italiga
- Serbia:** jaram, mlat
- Sudáfrica:** gladde hamerkop, smooth hammerhead
- Suecia:** hammarhaj, hammerhaj
- Surinam:** hamerhaai, Hammerhead, sartji
- Taipei Chino:** 丫髻鯊.
- Trinidad y Tobago:** hammerhead shark, pantoufflier, smooth hammerhead
- Türkiye:** çekiç, cekiç baligi, çekiç balığı
- Uruguay:** tiburón martillo, cornuda
- Vietnam:** cá nhám búa

**2. Identificación** (Basado principalmente en Gilbert 1967 y Compagno 1984).

**Características de *Sphyrna zygaena* (ver Figura 1).**



**Figura 1.** Cornuda cruz (*Sphyrna zygaena*) (Linnaeus, 1758). Foto: Programa nacional de observadores a bordo de la flota atunera uruguaya (PNOFA-DINARA-Uruguay).

### **Tallas**

A lo largo de este documento, siempre que se haga referencia a tallas, se hará en función del longitud total (LT), salvo en los casos en que se especifique lo contrario (por ejemplo, longitud a la horquilla: LH, y longitud precaudal: LPC). La cornuda cruz se encuentra entre las especies más grandes de la familia Sphyrnidae, alcanzando tallas máximas de entre 370 y 400 cm, siendo las tallas más observadas cercanas a los 256 cm para los machos y 304 cm para las hembras (Compagno, 1984).

### **Coloración**

Coloración oliva oscuro o marrón grisáceo en el dorso y más claro o blanco en el vientre. En algunos individuos es posible encontrar la punta de la superficie ventral de las aletas pectorales oscuras.

### **Características externas**

Fácilmente reconocible por su gran tamaño y cabeza en forma de martillo, sostenida por el alargamiento de cartílagos preorbitales y postorbitales. El borde anterior de la cabeza es curvo y, a diferencia de otras especies del género, no presenta una hendidura central. Los ojos se ubican en la parte externa de la cabeza, y en la cara anterior, hacia los extremos, se ubican las narinas. No posee espiráculos. La boca se encuentra en posición ventral y tiene una forma curva muy marcada. El ancho de la cabeza es de entre el 26 y 29 % de la longitud total, y la distancia desde el borde anterior hasta la inserción del borde posterior de la cabeza es menor a 1/2 del ancho de la cabeza. Primera aleta dorsal levemente curvada, el origen se encuentra por delante de la axila de las aletas pectorales, y el extremo posterior libre se sitúa muy por delante de las aletas pélvicas. Segunda aleta dorsal pequeña con el borde posterior levemente curvo, el margen interno del extremo posterior libre es casi el doble de la altura de la aleta. El borde posterior de las aletas pélvicas es recto, y el borde posterior de la aleta anal presenta una muy marcada forma de "V". Posee dentículos dérmicos densamente distribuidos, con el margen posterior en forma de "W". Los dentículos son tan largos como anchos. En individuos pequeños, los dentículos poseen tres crestas que se extienden desde el centro hasta el margen posterior. Individuos más grandes poseen de cinco a siete crestas que se extienden hasta la mitad desde el margen anterior, y en el margen posterior poseen de tres a cinco dientes, siendo el del medio el más largo.

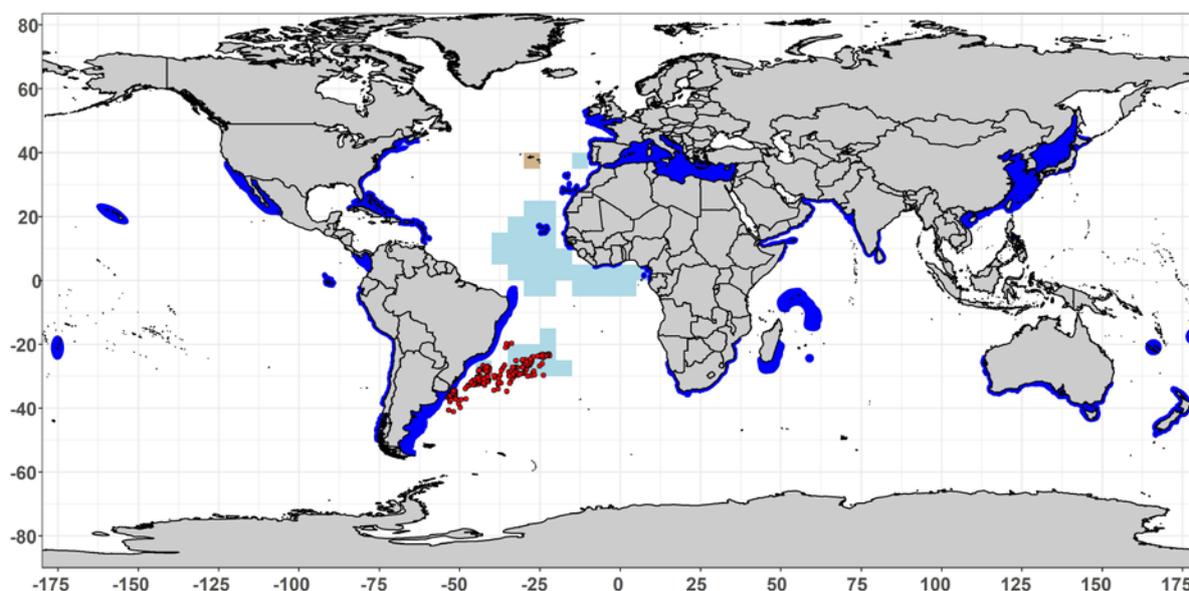
### **Características internas**

A cada lado de la mandíbula superior tienen de 13 a 15 dientes, de forma triangular y bordes lisos, en algunos casos puede haber un pequeño diente sinfisiario. En la mandíbula inferior, a cada lado, poseen de 12 a 14 dientes lisos o levemente aserrados con un único diente sinfisiario. El número total de vértebras varía entre 193 y 206.

### 3. Distribución y ecología de población

#### 3. a. Distribución geográfica

La cornuda cruz se encuentra en todos los océanos, en aguas tropicales y templadas. En el Atlántico oeste se encuentra desde Nueva Escocia (Canadá) hasta el golfo de México (Estados Unidos), Cuba, Haití, islas Vírgenes, Venezuela y Guayanas; Brasil, Uruguay y Argentina (Compagno, 1984; Menni, 1976; Casper *et al.*, 2005; Bezerra *et al.*, 2017; Deacy *et al.*, 2020; Logan *et al.*, 2020; Martinazzo *et al.*, 2022). Los reportes más al norte, en Canadá, corresponden principalmente a capturas de individuos pequeños durante el verano (Vladykov 1935; Castro 2011). En el Atlántico este se encuentra en las islas británicas e Irlanda, Francia, España, Portugal, Marruecos, islas Canarias, Cabo Verde, Azores, Mauritania, Senegal, Guinea y Côte d'Ivoire, con registros en el golfo de Guinea, Santo Tomé y Príncipe, Gabón, Angola, Namibia y Sudáfrica (Afonso *et al.*, 2022; Compagno, 1984; Casper *et al.*, 2005; Zaera y Alcalá, 2005; Clavareau *et al.*, 2018; Couto *et al.*, 2018; Santos y Coelho, 2018; Santos y Coelho, 2019). Los reportes más al norte corresponden a las islas británicas, siendo una especie rara en esta área ya que tan sólo existen seis registros confirmados entre 1829 y 2004 (Southall y Sims, 2005). La especie se encuentra presente en toda la costa del mar Mediterráneo, con un registro para el mar Negro (Serena, 2005). El conocimiento sobre la distribución general de esta especie, principalmente en áreas tropicales, es incompleto debido a que puede ser confundida con *S. lewini*, e incluso muchas veces la información sobre sus capturas y desembarques se presenta agregada con esta especie (Casper *et al.*, 2005; Kotas *et al.*, 2008; Bezerra *et al.*, 2016; Miller, 2016; Gallagher y Klimley, 2018).



**Figura 2.** Mapa de distribución de la cornuda cruz (*Sphyrna zygaena*). Tomado y modificado de la UICN (IUCN SSC Shark Specialist Group 2018. *Sphyrna zygaena*. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2021-1). Los puntos en rojo (DINARA, datos no publicados) y los polígonos celestes (Santos y Coelho, 2019) y marrón (Afonso *et al.*, 2022) refieren a registros confirmados de la especie en aguas por fuera del rango de distribución propuesto por la UICN. La revisión de nuevos registros fuera de la zona distribución de la UICN fue efectuada solo para el Océano Atlántico.

#### 3. b. Preferencias de hábitat

*Sphyrna zygaena* es una especie semipelágica de distribución global en aguas tropicales, subtropicales y templadas, siendo particularmente más abundante en zonas templadas debido a su mayor tolerancia a aguas frías en comparación con otras especies de su género. A lo largo de su rango de distribución suele encontrarse tanto en las proximidades de la costa como sobre aguas de plataforma, sobre el talud y aguas oceánicas, con reportes que van desde la superficie hasta los 200 m de profundidad (Compagno, 1984; Compagno *et al.*, 2005). Esta especie ha sido observada en el Indian River, Florida, Estados Unidos, (Casper *et al.*, 2005) y tanto en la desembocadura como dentro del Río de la Plata, Uruguay (Menni, 1976; Menni y García, 1985; Doño, 2008). Diversos estudios coinciden en que la cornuda cruz se caracteriza por exhibir una marcada segregación por clases de edad, siendo muy raro encontrar individuos adultos en aguas costeras, donde sí se encuentran neonatos y juveniles. En el sur de Brasil, Amorim *et al.* (2011) observaron que las mayores abundancias de *S. zygaena* se dan durante el otoño y

la primavera. En un estudio posterior analizando las capturas de *S. zygaena* en el sudeste y en el sur de Brasil, Kotas *et al.* (2012) constataron que si bien la especie fue encontrada en gran rango de profundidades (33-3100 m.), la mayor parte de las capturas ocurrieron en las proximidades del quiebre de plataforma, y reportaron que para un total de 354 individuos desembarcados, la profundidad media del sitio de captura fue de 226 m. Algo similar fue constatado por Mas (2012), quien encontró que las abundancias relativas de los lances realizados en aguas sobre el talud continental superior fueron mucho mayores que aquellas observadas más allá de los dos mil metros de profundidad. En el mismo trabajo se observó que en aguas de la ZEE de Uruguay la especie es capturada con palangres pelágicos operando en aguas con temperatura superficiales abarcan un rango relativamente amplio (13-24,5 °C), pero las capturas ocurrieron mayoritariamente en aquellos lances en los que la temperatura superficial oscilaba entre los 18,5 y 22 °C. Resultados similares fueron observados en Sudáfrica por Smale (1991), quien halló las mayores abundancias de *S. zygaena* durante la primera mitad del año, cuando la temperatura del agua entre la superficie y los primeros 10 m se hallaba en promedio entre los 19 y 22 °C. La ocurrencia de neonatos y pequeños juveniles han sido registrada entre noviembre y marzo (primavera y verano) a lo largo de varios años en aguas costeras de Uruguay a profundidades menores a 20 m, en diversas áreas localizadas desde el Río de la Plata hasta la costa atlántica, lo cual implica que *S. zygaena* utiliza esta zona como área de cría (Doño, 2008). El mismo estudio señala que el rango de temperatura del agua en el área de estudio durante dicho período va de 17 a 24°C, mientras que la salinidad osciló entre 7,5-32,5 debido al aporte fluvial del Río de la Plata. La presencia de esta especie en zonas de agua fría, como por ejemplo las islas británicas, puede ser excepcional y deberse a la intrusión ocasional de masas de agua más cálidas (Southall y Sims, 2005).

Sobre la base del análisis de datos obtenidos por observadores en la flota palangrera de Portugal dirigida al pez espada en el océano Atlántico, Santos y Coelho (2019) encontraron que los individuos de tallas mayores fueron hallados en mayor proporción en aguas oceánicas alejadas de la costa, en tanto que los individuos más pequeños fueron generalmente encontrados en aguas oceánicas más próximas al continente africano y grupos de islas.

A partir de una extensa serie de datos históricos de capturas de *S. zygaena* en aguas muy someras en la costa este de Sudáfrica, Dicken *et al.* (2018) constataron que las mayores capturas se produjeron durante el invierno y la primavera, mientras que en verano se registraron las menores capturas, e indicaron que este patrón estacional en las capturas probablemente está relacionado con la temperatura del mar (la cual en verano es mayor). En este mismo estudio, se realizó la disección de un total de 1.073 machos y 1.322 hembras, a partir de lo cual se determinó que todos ellos eran juveniles o adolescentes, evidenciando una clara segregación espacial en el uso de este hábitat.

Si bien la utilización de marcas electrónicas en conjunto con la telemetría satelital ha permitido generar bastante información sobre el uso de hábitat y las preferencias ambientales de varias especies de grandes tiburones, son pocos los estudios que han sido desarrollados sobre *S. zygaena*. En el primero de ellos, Francis (2016) analizó los datos obtenidos de tres individuos juveniles equipados con marcas satelitales en aguas costeras del norte de Nueva Zelanda, encontrando que dos de ellos estuvieron muy próximos a la costa durante todo el tiempo (6 y 55 días respectivamente), permaneciendo dentro de la misma bahía en la cual fueron inicialmente capturados. El tercer individuo fue objeto de seguimiento durante 250 días con una marca de archivo, y si bien la reconstrucción de sus movimientos horizontales no fue muy precisa, se estimó que pasó la mayor parte del tiempo sobre la plataforma continental. Durante los primeros 70 días de seguimiento, este individuo permaneció más del 90 % del tiempo en los primeros 10 m de la columna de agua (96,3 % durante el día y 89,9 % durante la noche); luego su comportamiento cambió abruptamente, y durante los siguientes seis meses permaneció 55,2 % del tiempo a profundidades entre 40-60 metros, permaneciendo tan sólo 12,7 % del tiempo en los primeros 10 m de la columna de agua. Durante los meses de verano, el rango de temperatura del agua donde se ubicó este individuo varió diariamente hasta 5-6 °C, mientras que en los meses de invierno el rango de variación diario de temperaturas fue muy pequeño, al estar menos estratificada la columna de agua. Las temperaturas mínimas estuvieron en el entorno de los 15 °C.

A partir del análisis de los datos obtenidos de siete individuos equipados con marcas de archivo en aguas oceánicas en la región central del Atlántico norte ecuatorial, Santos y Coelho (2018) determinaron que los individuos permanecieron la mayor parte del tiempo cerca de la superficie, a profundidades inferiores a 50 metros, donde las temperaturas estuvieron por encima de los 23 °C. Los autores notaron que los movimientos verticales no exhibieron un patrón diario cíclico, encontrando que las diferencias entre los períodos diurno y nocturno fue muy pequeña. La profundidad media para el conjunto de individuos monitoreados fue de  $13,62 \pm 19,77$  m, y la temperatura media tuvo un valor de  $26,28 \pm 2,06$  °C, se observaron inmersiones a profundidades mayores de forma ocasional, seguidos de rápidos ascensos. La profundidad máxima registrada fue de 260,9 m, y la temperatura mínima alcanzó los 12,80 °C. Los 10 m superiores de la columna de agua fue el rango más utilizado, independientemente del momento del día y del grado de madurez de los individuos. Los adultos permanecieron en dicho rango durante el 67,9 y 63,9 % del tiempo durante el día y la noche respectivamente, mientras que los juveniles lo hicieron durante el 74,8 y el 47,8 %.

Logan *et al.* (2020) analizaron las áreas de uso de seis hembras juveniles capturadas en aguas costeras de la costa este de Estados Unidos (Atlántico NW), constatando que todos los individuos permanecieron en aguas costeras sin abandonar la plataforma continental durante el tiempo en que fueron objeto de seguimiento, que tuvo una duración de entre 49 y 441 días. Los individuos permanecieron la mayor parte del tiempo en zonas donde la temperatura superficial estaba entre 17-25 °C. En este estudio se encontró que los individuos realizaron movimientos estacionales entre las áreas de mayor uso, logrando caracterizar áreas de residencia durante el verano distanciadas de las utilizadas durante fines de invierno y principios de primavera. Al analizar la frecuencia con la cual cuatro de los individuos emergieron a superficie, Logan *et al.* (2020) encontraron que estos, en general, emergieron más frecuentemente durante los períodos justo antes de la salida del sol, y justo después de la puesta del sol. Esto contrasta con lo observado por Francis (2016), quien realizó un análisis similar sobre un individuo, encontrando que emergía mayoritariamente durante la noche.

A partir de datos obtenidos utilizando diferentes marcas satelitales y acústicas para el seguimiento de 18 individuos, Afonso *et al.* (2022) analizaron el uso de hábitat y el comportamiento de juveniles de cornuda cruz en la costa norte de Faial (Azores). Al haber obtenido una extensa serie de datos, que incluye ocho individuos objeto de seguimiento durante más de dos años (alcanzando un máximo de cuatro años), los autores lograron determinar que, si bien casi todos los individuos realizaron desplazamientos entre las islas de Faial y Pico, las zonas de mayor uso para todos ellos estuvieron aglomeradas en aguas costeras situadas al norte de Faial, con muy bajo o nulo uso de otras zonas costeras alrededor de ambas islas. Los resultados de este estudio indican que estos individuos juveniles son residentes permanentes en el hábitat de la plataforma costera de las islas, además de mostrar que los individuos se agregan estacionalmente en áreas discretas durante los primeros años de vida, con alta residencia estacional y fidelidad anual al sitio, configurando lo que generalmente se denomina áreas de crianza. Se encontró un patrón diario en el uso de las áreas de cría, observándose que los individuos utilizaron zonas muy próximas a la costa principalmente durante el día, moviéndose hacia zonas más alejadas en las proximidades del quiebre de plataforma durante la noche. Esta oscilación diaria en los movimientos fue acompañada por un incremento en la actividad durante la noche, evidenciada en los movimientos horizontales.

### 3. c. Migraciones

Hasta el momento es poco lo que se sabe sobre los aspectos migratorios de *S. zygaena*, por lo que no es posible hacer una descripción detallada de estos. Bass *et al.* (1975) comunicaron que en Sudáfrica se han registrado grandes agrupaciones de juveniles de esta especie viajando juntos, pero sin haberse observado grandes desplazamientos. Los estudios basados en marcado y recaptura aún son limitados como para explicar las migraciones de la cornuda cruz. Kohler *et al.* (1998) reportaron que, en general, las recapturas de los individuos de esta especie marcados en el Atlántico noroeste fueron en áreas próximas a las del marcado. Posteriormente, Kohler y Turner (2001), basándose en 64 estudios de marcado con marcas convencionales, observaron que en tan sólo seis de estos se trabajó con *S. zygaena*, habiéndose marcado un total de 1.427 individuos de los cuales se recapturaron únicamente seis. La distancia máxima recorrida comunicada fue de 1.122 km y el tiempo máximo en libertad de 2,1 años. En el Atlántico, en el marco del *Cooperative Shark Tagging Program* del *National Marine and Fisheries Service*, se marcaron un total de 269 ejemplares entre 1962 y 2013, de los cuales solo siete fueron recapturados. La distancia máxima recorrida comunicada fue de 919 km y el tiempo máximo en libertad de 2,1 años (Kohler y Turner, 2020).

En la costa este de Sudáfrica, se marcaron un total de 1.342 individuos entre 1984-2009, obteniéndose una tasa de recaptura del 1,5 % de estos (Diemer *et al.*, 2011). La distancia promedio recorrida por los individuos recapturados fue de  $141,8 \pm 20,4$  km, mientras que la distancia máxima alcanzó 384 km. El tiempo en libertad medio fue de  $603,5 \pm 192,9$  días. Un individuo fue recapturado en el mismo sitio en el que fue marcado trascurridos 80 días, mientras que seis individuos fueron recapturados entre 1-100 km del sitio inicial trascurridos 293-3.075 días, nueve individuos se recapturaron entre 101-200 km trascurridos 45-2.963 días, y cuatro individuos fueron recapturados a más de 200 km de distancia trascurridos 52-601 días. El desplazamiento mínimo por día se estimó en una tasa de movimiento de 5,1 km por día, correspondiendo a un individuo de 109 cm PCL que fue recapturado a una distancia de 384 km del sitio en el que fue marcado al cabo de 75 días.

Recientemente, se logró determinar mediante el uso de marcado electrónico que *S. zygaena* es capaz de desarrollar extensos traslados en el ambiente oceánico del Atlántico (Santos y Coelho, 2018). En este estudio se registró un desplazamiento máximo de 6.610 km que tuvo una duración de 150 días, correspondiente a una hembra adulta que se trasladó desde el sur de Cabo Verde hasta aguas ubicadas en el extremo sur de la ZEE de Angola, lo que evidencia que esta especie realiza movimientos transecuatoriales de gran escala. Para el total de individuos objeto de seguimiento, todos ellos partiendo de aguas internacionales de la región central del Atlántico ecuatorial norte, se calculó que se desplazaron una distancia promedio de 33,4 km por día.

En un estudio posterior, enfocado en investigar los movimientos y uso de hábitat de individuos juveniles capturados y marcados en aguas someras de la costa este de Estados Unidos (Atlántico noroeste), Logan *et al.* (2020) encontraron que todos los individuos monitoreados permanecieron casi exclusivamente en aguas sobre la plataforma continental, sin aventurarse en el ambiente oceánico. El mismo estudio determinó que los individuos juveniles de *S. zygaena* son capaces de recorrer grandes distancias mientras permanecen en aguas costeras, habiendo registrado desplazamientos diarios medios de entre 16 y 23 km por día para cinco individuos que fueron monitoreados durante periodos de entre 4 y 14 meses. El desplazamiento máximo registrado fue realizado por una hembra juvenil que recorrió un total de 7.320 km en un periodo de 441 días. En el transcurso de ese tiempo, el individuo desarrolló migraciones estacionales en la zona comprendida entre aproximadamente 35°N y 41°N. Para el conjunto de los individuos, se observó un patrón de estacionalidad similar en lo relacionado con sus áreas de mayor uso, habiendo ocupado las mayores latitudes durante el verano, tras lo cual realizaron una transición durante el otoño hacia un área ubicada en latitudes menores, la cual fue utilizada durante el invierno. El mismo estudio indicó que basándose en las características ambientales de las áreas de mayor uso, la temperatura superficial del mar y la productividad parecieron ser importantes impulsores del patrón de movimientos estacionales que fue observado. El hecho de que todos estos individuos, objeto de seguimiento durante varios meses, hayan exhibido extensos periodos de residencia en aguas costeras, es un interesante complemento a lo constatado por Santos y Coelho (2018), que determinaron la presencia y permanencia de individuos también jóvenes en el ambiente oceánico durante varias semanas.

#### 4. Biología

##### 4. a. Crecimiento

En el océano Atlántico, hasta el momento existen dos trabajos que analizan la edad y crecimiento de la cornuda cruz (**Tabla 1**). En el primero, Coelho *et al.* (2011) comenzaron determinando la mejor técnica para la lectura de las vértebras, y encontraron que los anillos de crecimiento son fácilmente observables utilizando alguna técnica de tinción. La edad estimada para machos fue de 4 a 21 años y para hembras de 4 a 18 años. Los individuos de 4 años medían entre 136 y 140 cm FL, por lo que considerando la talla de nacimiento propuesta por Compagno (1984) de 29 a 39 cm FL (50-61 cm TL), los autores estimaron que la especie tiene un crecimiento de aproximadamente 25 cm por año. Este crecimiento se observa al menos en los primeros años de vida, ya que las tasas de crecimiento disminuyen a medida que los individuos crecen. En dicho trabajo la hipótesis de formación anual de los anillos de crecimiento no fue validada (Coelho *et al.*, 2011). Posteriormente, Rosa *et al.* (2017) realizaron un análisis sobre una muestra de individuos más amplia, adicionando a las muestras empleadas por Coelho *et al.* (2011) una cantidad aún mayor de individuos, logrando cubrir un mayor rango de tallas que representa un área más extensa del Atlántico. Dicho estudio estimó edades de 4 a 25 años para los machos, y de 3 a 24 años para hembras. Las curvas de crecimiento de ambos sexos fueron similares hasta los 10 años, a partir de la cual los machos exhibieron una considerable reducción en la tasa de crecimiento, mientras que las hembras mostraron una menor reducción de su tasa de crecimiento, la cual se manifiesta a una edad mayor. Los autores indican que los individuos jóvenes deben de tener una tasa de crecimiento muy alta durante los primeros años, ya que a su individuo más joven le fue asignada una edad de 3 años cuando medía 126 cm FL. Wray-Barnes (2016) analizó muestras de individuos capturados en la costa este de Australia (Pacífico sudoeste), y observó un crecimiento lento similar a lo comunicado por Rosa *et al.* (2017) para el Atlántico. Además, informó que la hembra más longeva fue estimada en 34 años con una talla de 279 cm, mientras que el macho más longevo alcanzó una edad de 17 años a los 257 cm.

**Tabla 1.** Parámetros de crecimiento para *Sphyrna zygaena* según el modelo de crecimiento de von-Bertalanffy. L<sub>∞</sub>: longitud máxima asintótica (cm), k: coeficiente de crecimiento (años<sup>-1</sup>), t<sub>0</sub>: edad teórica a talla 0 (años).

Parámetro de Crecimiento			Área	Referencia	Sexo	Método
L <sub>∞</sub>	k	t <sub>0</sub>				
272 (FL)	0,060	-9,4	Atlántico oeste-central	Coelho <i>et al.</i> (2011)	Machos	Vértebras
285 (FL)	0,070	-7,3	Atlántico oeste-central	Coelho <i>et al.</i> (2011)	Hembras	Vértebras
212 (FL)	0,220	29 (FL) <sup>a</sup>	Atlántico oeste-central	Coelho <i>et al.</i> (2011)	Machos	Vértebras
229 (FL)	0,180	29 (FL) <sup>a</sup>	Atlántico oeste-central	Coelho <i>et al.</i> (2011)	Hembras	Vértebras
214 (FL)	0,200	39 (FL) <sup>a</sup>	Atlántico oeste-central	Coelho <i>et al.</i> (2011)	Machos	Vértebras
231 (FL)	0,170	39 (FL) <sup>a</sup>	Atlántico oeste-central	Coelho <i>et al.</i> (2011)	Hembras	Vértebras
284,6 (FL)	0,09	52,2 (FL) <sup>b</sup>	Atlántico	Rosa <i>et al.</i> (2017)	Machos	Vértebras
293,9 (FL)	0,09	52,7 (FL) <sup>b</sup>	Atlántico	Rosa <i>et al.</i> (2017)	Hembras	Vértebras
288,2 (FL)	0,09	52,4 (FL) <sup>b</sup>	Atlántico	Rosa <i>et al.</i> (2017)	Ambos	Vértebras
301 (TL)	0,139	-2,45	Pacífico noroeste	Garza (2004)	Ambos	Vértebras
340,7 (TL)	0,06	102 (TL) <sup>c</sup>	Pacífico sudoeste	Wray-Barnes 2016	Machos	Vértebras
302,2 (TL)	0,06	112 (TL) <sup>c</sup>	Pacífico sudoeste	Wray-Barnes 2016	Hembras	Vértebras
298,5 (TL)	0,07	106,2 (TL) <sup>c</sup>	Pacífico sudoeste	Wray-Barnes 2016	Ambos	Vértebras

TL: longitud total (cm); FL: longitud a la horquilla (cm). <sup>a</sup> Se utilizó una versión modificada de von-Bertalanffy con la talla de nacimiento fija. <sup>b</sup> Se utilizó una versión de von-Bertalanffy re-parametrizada para estimar L<sub>0</sub> en lugar de t<sub>0</sub>, y datos retrocalculados (Dahl-Lea). <sup>c</sup> Se utilizó una versión de von-Bertalanffy re-parametrizada para estimar L<sub>0</sub> en lugar de t<sub>0</sub>.

**4. b. Relación talla-peso**

Existen pocas relaciones talla-peso en la bibliografía para esta especie. Las halladas en la presente revisión bibliográfica se detallan en la **Tabla 2**.

**Tabla 2.** Relaciones talla-peso publicadas para *Sphyrna zygaena*. TW: peso total (kg); GW: peso eviscerado (sin cabeza, vísceras ni aletas; kg); TL: longitud total (cm); CL: longitud de la carcasa (cm).

Ecuación	N	Rango de talla	R <sup>2</sup>	Área	Referencia
GW = 8,00x10 <sup>-6</sup> x (CL) <sup>3,23</sup>	62	-	0,87	Atlántico sudoccidental	Amorim <i>et al.</i> (2011)
GW = 5,00x10 <sup>-6</sup> x (CL) <sup>3,34</sup>	29	-	0,93	Atlántico sudoccidental	Amorim <i>et al.</i> (2011) <sup>1</sup>
GW = 2,00x10 <sup>-6</sup> x (CL) <sup>3,08</sup>	33	-	0,84	Atlántico sudoccidental	Amorim <i>et al.</i> (2011) <sup>2</sup>
TW = 0,008508 x (TL) <sup>2,84</sup>	97	66-140,5	0,901	Atlántico sudoccidental	Motta <i>et al.</i> (2014) <sup>1</sup>
TW = 0,016206 x (TL) <sup>2,70</sup>	113	70-115,5	0,837	Atlántico sudoccidental	Motta <i>et al.</i> (2014) <sup>2</sup>
TW = 0,011697 x (TL) <sup>2,77</sup>	210	66-140,5	0,869	Atlántico sudoccidental	Motta <i>et al.</i> (2014) <sup>3</sup>
TW = 2,183x10 <sup>-8</sup> x (PCL) <sup>2,90</sup>	776	54-150	0,88	Índico occidental	Dicken <i>et al.</i> (2018) <sup>1</sup>
TW = 1,083x10 <sup>-8</sup> x (PCL) <sup>3,0</sup>	894	48-143	0,91	Índico occidental	Dicken <i>et al.</i> (2018) <sup>2</sup>
TW = 1,455x10 <sup>-8</sup> x (PCL) <sup>2,96</sup>	1.674	48-150	0,90	Índico occidental	Dicken <i>et al.</i> (2018) <sup>3</sup>

<sup>1</sup> y <sup>2</sup> ecuaciones de conversión para machos y hembras, respectivamente. <sup>3</sup> ecuación para ambos sexos combinados.

#### 4. c. Factores de conversión

A continuación, se presentan las relaciones talla-talla para la cornuda cruz (*Sphyrna zygaena*) encontradas en la revisión bibliográfica.

**Tabla 3.** Relaciones talla-talla publicadas para *Sphyrna zygaena*. TL: longitud total; FL: longitud a la horquilla; PCL: longitud precaudal; DDC: distancia inserción posterior 1ª dorsal a surco precaudal.

Ecuación	N	Rango de talla	R <sup>2</sup>	Área	Referencia
FL = 0,5598 x (TL) + 17,666	56	155-371	0,890	Atlántico noroeste	Kohler <i>et al.</i> (1995)
TL = 1,280 x (FL)	194	95-165	0,983	Atlántico sudoccidental	Mas <i>et al.</i> (2014) <sup>1</sup>
TL = 1,280 x (FL) - 0,616	344	90-255	0,983	Atlántico sudoccidental	Mas <i>et al.</i> (2014) <sup>2</sup>
TL = 1,3597 x (PCL) + 5,8532	272	83-228	0,983	Atlántico sudoccidental	Mas (2012) <sup>1</sup>
TL = 1,3627 x (PCL) + 5,1988	505	80-232	0,982	Atlántico sudoccidental	Mas (2012) <sup>2</sup>
FL = 1,063 x (PCL) + 4,908	199	83-150	0,988	Atlántico sudoccidental	Mas <i>et al.</i> (2014) <sup>1</sup>
FL = 1,063 x (PCL) + 5,222	351	80-232	0,988	Atlántico sudoccidental	Mas <i>et al.</i> (2014) <sup>2</sup>
TL = 2,10 x (DDC) + 30,52	33	-	0,99	Atlántico sudoccidental	Kotas <i>et al.</i> (2012)
FL = 0,972 x (PCL) + 49,765	1.697	48-170	0,86	Índico occidental	Dicken <i>et al.</i> (2018)
TL = 1,2225 x (FL) + 9,0821	71	114-262	0,983	Índico occidental	Ariz <i>et al.</i> (2007)
FL = 0,8039 x (TL) - 4,3490	71	135-328	0,983	Índico occidental	Ariz <i>et al.</i> (2007)
TL = 1,261 x (FL) + 1,922	144	64-284	0,98	Pacífico sudoccidental	Wray-Barnes (2016)
TL = 1,323 x (PCL) + 7,260	144	64-284	0,95	Pacífico sudoccidental	Wray-Barnes (2016)

<sup>1</sup> y <sup>2</sup> ecuaciones de conversión para machos y hembras, respectivamente.

#### 4. d. Reproducción

##### Gestación y parición

Es una especie vivípara placentaria y, al igual que en otras especies de tiburones, solo el ovario derecho es funcional (Wourms, 1977). El período de gestación es de aproximadamente 10 a 11 meses tras los cuales los nacimientos se producen en aguas costeras someras. Compagno (1984) comunica una talla al nacer de entre 50-61 cm. Basándose en la observación de neonatos con cicatriz umbilical todavía abierta, la talla de nacimiento sería de 49 a 55 cm en la región del Atlántico sudoccidental frente a las costas de Uruguay (Doño, 2008). Posteriormente, se analizaron dos hembras grávidas en Uruguay, cuyos embriones presentaron tallas medias que alcanzaron 54 y 52 cm, respectivamente (Mas, 2012). Para el sur de Brasil, Vooren *et al.* (2005) comunicaron una talla al nacer de entre 49 y 55 cm. Smale (1991) indicó que las tallas al nacer están en el rango entre 59 a 63 cm para Sudáfrica. En el océano Atlántico, se ha comunicado que las costas del sur de Brasil y Uruguay son áreas de parición y cría (Vooren *et al.*, 2005; Doño, 2008). En el sureste de Brasil, Gadig *et al.* (2002) han informado que la pesca artesanal con redes de enmalle, operando a entre 5 y 19 millas de la costa y a profundidades de entre 8 y 15 m, captura individuos juveniles de 86 cm en promedio durante los meses de invierno. En el mismo sentido, Kotas *et al.* (2012) informaron que el 100 % de los individuos de *S. zygaena* desembarcados por buques operando con redes de enmalle de fondo en aguas costeras del sur de Brasil, eran individuos juveniles. De acuerdo con Amorim *et al.* (2011) en el sur de Brasil las hembras grávidas migran hacia áreas costeras entre octubre y febrero para parir. Este patrón de migración hacia áreas costeras podría proteger a las crías así como proveerlas de una mejor área de alimentación. En la costa de São Paulo, lo harían entre noviembre y febrero (Bittencourt *et al.*, 2003). Para la costa de Sudáfrica, Bass *et al.* (1975) informaron sobre la observación en el mes de febrero de una hembra de *S. zygaena* la cual aparentaba haberse apareado recientemente, y en noviembre de una hembra con embriones a término. Para la costa este de Australia, de acuerdo con Stevens (1984) la época de parición ocurriría entre los meses de enero y marzo, con el período de ovulación aproximadamente en la misma época.

En el Pacífico este, Pérez-Jiménez y Venegas-Herrera (1997) analizaron 11 hembras grávidas, y encontraron que las tallas máximas de los embriones alcanzaron 55,3 y 55,7 cm para machos y hembras respectivamente.

Francis (2016) encontró que la frecuencia de ocurrencia de neonatos y pequeños juveniles en aguas costeras al norte de Nueva Zelanda alcanza un máximo durante el verano y otoño, e informó de que la ocurrencia de individuos juveniles en dicha región fue registrada durante todas las estaciones y durante varios años, señalando que posiblemente existan varias áreas de cría en diferentes bahías y golfos a lo largo de la costa norte de dicho país.

*Madurez*

De acuerdo con Compagno (1984) la talla de madurez sería entre 210 y 240 cm para ambos sexos. Para el área del golfo de Guinea, Castro y Mejuto (1995) informaron sobre hembras grávidas de entre 220 y 225 cm de longitud a la horquilla (FL). En Australia, Stevens (1984) comunicó que los machos maduran a una talla de entre 250 y 260 cm y las hembras cerca de 265 cm.

En el Pacífico este, Pérez-Jiménez y Venegas-Herrera (1997) encontraron una talla mínima de hembras grávidas correspondiendo a 196,3 cm, siendo esta hembra la que presentó el menor número de embriones (nueve individuos) del total analizado.

*Proporción de sexos*

En el sur de Brasil las hembras fueron un poco más frecuentes (0,9:1) en la proporción de machos y hembras. Si bien en el análisis estacional no se observaron diferencias significativas. Amorim *et al.* (2011) observaron más hembras durante la primavera y más machos durante el invierno. Kotas *et al.* (2012) encontraron que para un conjunto de 261 individuos menores a 110 cm TL capturados en el sur y sudeste de Brasil, la proporción de sexos fue muy cercana a 1:1. En aguas de la ZEE de Uruguay, del total de individuos capturados por la flota de palangre en el período 1998-2009, el 37,2 % fueron machos y el 62,8 % hembras, lo que representa una proporción sexual (machos:hembras) de 1:1,7. A nivel mensual, la proporción de machos fue significativamente inferior a la de hembras entre abril y agosto, y superior durante noviembre, no encontrándose diferencias entre proporciones para los meses restantes (Mas, 2012). En base al análisis de datos obtenidos por observadores en la flota de Portugal que opera con palangre pelágico en el Atlántico, Santos y Coelho (2019) encontraron una proporción de sexos de 1,4 machos: 1 hembra para un conjunto de 562 individuos capturados mayoritariamente en el Atlántico ecuatorial y tropical noreste.

Para aguas costeras del norte de Nueva Zelanda, Francis (2016) reportó una proporción de sexos 1:1. González-Pestana (2019) informó de que para una muestra de 7.485 individuos capturados por la flota que opera con redes de enmalle de deriva en Perú, la proporción de sexos en general fue de a 1:1,2 machos a hembras. Para los neonatos y juveniles en particular, la proporción también fue de 1:1,2 favorable a las hembras, mientras que considerando únicamente los individuos adultos se encontró un predominio muy fuerte de las hembras, con 1 macho:7 hembras.

Basándose en el análisis de 2.395 individuos juveniles capturados en aguas muy someras en la costa este de Sudáfrica, Dicken *et al.* (2018) encontraron una proporción de sexos favorable a las hembras (1,23 hembras:1 macho).

La proporción de sexos en los embriones de una misma camada es cercana a 1:1 (Stevens, 1984; Castro y Mejuto, 1995; Pérez-Jiménez y Venegas-Herrera, 1997). En las regiones sudeste y sur de Brasil, Bittencourt *et al.* (2003) encontraron una proporción en embriones de 1:0,8 machos a hembras. Mientras que en Uruguay, en dos camadas observadas, la proporción en los embriones fue de 1:1 (Mas, 2012).

*Fecundidad*

Según Compagno (1984), el tamaño de camada de *Sphyrna zygaena* es de 29 a 37 individuos. Para el golfo de Guinea, Castro y Mejuto (1995) comunicaron que la media de individuos en una camada sería de 33,5. En Uruguay, se observaron en dos hembras grávidas camadas de 18 y 27 individuos (Mas, 2012). En el Pacífico este, Pérez-Jiménez y Venegas-Herrera (1997) analizaron 11 hembras grávidas, encontrando que el tamaño de camada varió entre 9 y 35 individuos, con una media de 23,4 individuos. Salvo dos hembras, las demás contenían al menos 20 embriones. En el este de Australia (Pacífico oeste), Stevens (1984) observó que el tamaño de camada osciló entre 20 y 49 individuos, con una media de 32.

**4. e. Dieta**

La cornuda cruz se alimenta de una gran variedad de presas, entre las cuales se encuentran algunos pequeños condrictios, crustáceos, cefalópodos y peces óseos, siendo estos dos últimos los más comunes en su dieta (Compagno, 1984; Smale, 1991; Cortés, 1999; Casper *et al.*, 2005). En una revisión sobre la dieta y el nivel trófico de varias especies de tiburones, Cortés (1999) encontró que de 243 individuos cuyos contenidos estomacales fueron analizados el 68,9 % contenía cefalópodos como ítems dominantes, mientras que para un 29,8 % de los individuos los peces óseos constituyeron los principales ítems alimenticios. Los condrictios y crustáceos fueron los principales ítems en una proporción muy baja de los individuos analizados (0,9 % y 0,4 % respectivamente) (Cortés, 1999). Sobre la base de estos datos se calculó el nivel trófico para la especie en 4,3 (Cortés, 1999). De acuerdo con el índice de Levin, en aguas de Ecuador, *Sphyrna zygaena* es un depredador especialista ya que basa su alimentación en algunas especies de cefalópodos (Bolaño, 2009). A pesar de que existen varios informes de consumo de condrictios por esta especie, principalmente por parte de los individuos de mayor tamaño, en un estudio realizado en Sudáfrica se observó que tan sólo el 0,7 % de los individuos contenían restos de éstos (Dudley y Cliff, 1993).

En un estudio realizado sobre la base de individuos capturados sobre la plataforma continental del sur de Brasil, se observó en el análisis de los contenidos estomacales que la dieta de esta especie se compone principalmente de cefalópodos (*Illex argentinus* y *Chiroteuthis* sp.) y pequeños peces óseos (*Balistes* sp., *Diodon* sp. y *Aluterus* sp.) (Bornatowski y Schwingel, 2009). Bornatowski *et al.* (2007), también en el sur de Brasil, observaron en la mayoría de los estómagos analizados la presencia de calamares del género *Loligo* sp., pudiendo considerarse a estos calamares como una fuente de alimento de extrema importancia para la especie. Además, Bornatowski *et al.* (2007) consideraron que la cantidad de calamar consumida por la especie puede estar subestimada, ya que la musculatura del calamar puede ser rápidamente digerida, por lo que en los estómagos podría observarse una cantidad menor a la real. Estos calamares son nectónicos y representan aproximadamente el 80 % de los cefalópodos que se encuentran en el sur de Brasil. Un estudio posterior, en el cual se analizaron los estómagos de 77 individuos juveniles capturados con redes de enmalle en aguas costeras (< 30 m profundidad) del SE de Brasil, volvió a encontrar que *Sphyrna zygaena* preda principalmente sobre cefalópodos (61,4 % IRI), en particular los calamares *Doryteuthis* sp. y *Lolliguncula brevis* (Bornatowski *et al.*, 2014). El mismo trabajo informa que si bien los teleósteos tuvieron una menor importancia relativa, alcanzaron casi el 81 % en términos de peso consumido. En la costa sur de Sudáfrica, se observó que la dieta de *Sphyrna zygaena* se compone principalmente de calamar (*Loligo v. reynaudii*) y peces óseos como merluza, jurel, caballa e individuos de la familia Trachipteridae (Smale, 1991).

Algo similar ha sido comunicado para Australia, donde un estudio reveló que el 76 % de los estómagos analizados contenían calamar y el 54 % peces óseos (Stevens, 1984). En las costas de Baja California, México, las principales presas para la cornuda cruz son los cefalópodos, tales como *Dosidicus gigas*, *Onychoteuthis banksii*, *Ancistrocheirus lesueurii* y *Sthenoteuthis oualaniensis* (Ochoa-Díaz, 2009, Galván-Magaña *et al.*, 2013). Basándose en los resultados de los contenidos estomacales, esta especie consume sus presas tanto en la zona costera como en la oceánica y se desplaza hacia la superficie en las noches para alimentarse de cefalópodos en la zona oceánica (Ochoa-Díaz, 2009). Algo similar fue observado en las costas de Ecuador, donde la dieta de la especie consistía en cefalópodos, bivalvos y peneidos. El grupo más importante fueron los cefalópodos *D. gigas* (hábitat costero-oceánico), *Lolliguncula diomedea* (hábitat costero) y *S. oualaniensis* de hábitos oceánicos (Bolaño, 2009). Este autor (Bolaño, 2009) observó que al incrementar la talla, *Sphyrna zygaena* cambia su preferencia alimenticia, disminuyendo el consumo de *L. diomedea* y aumentando el de *D. gigas*. Esto podría deberse a que debido al tamaño aumenta su capacidad de natación e incrementa sus necesidades nutricionales. Trabajos posteriores realizados también en Ecuador (Galván-Magaña *et al.*, 2013, Estupiñán-Montaño *et al.*, 2019), que analizaron los estómagos de 127 y 335 individuos respectivamente, encontraron que los cefalópodos fueron el ítem más importante, en coincidencia con lo comunicado previamente por Bolaño (2009). Las especies más importantes también fueron coincidentes entre los tres estudios (*D. gigas*, *S. oualaniensis* y *A. lesueurii*).

Sobre la base del análisis de 485 ejemplares desembarcados en diferentes puertos del norte de Perú, González-Pestana *et al.* (2017) encontraron que *Sphyrna zygaena* consume al menos 14 especies de teleósteos y 11 de cefalópodos. De acuerdo con el IRI, las especies más importantes fueron los cefalópodos *Doryteuthis gahi* (37 %) y *Dosidicus gigas* (27 %). Los autores también reportan que encontraron diferencias significativas en la dieta de los individuos al analizar por separado diferentes clases de tallas. En un posterior estudio, González-Pestana *et al.* (2021) reportaron nuevamente que en la costa norte de Perú *Sphyrna zygaena* se alimenta principalmente de cefalópodos en el ambiente pelágico, y reiteraron que las principales especies consumidas fueron *D. gahi* y *D. gigas*, informando que el índice de importancia relativo específico para cada presa (PSIRI) correspondió al 31 % y 30 % respectivamente. Además, indicaron que la anchoíta peruana (*Engraulis ringens*) también podría ser un ítem importante para *S. zygaena*, tal como observado por Castañeda (2001), particularmente durante años en los cuales predominaron aguas de menores temperaturas, donde *E. ringens* junto con otra especie de Engráulido fueron los ítems más importantes. Un reciente estudio realizado por Segura-Cobeña *et al.* (2021) comparó la composición isotópica de carbono y nitrógeno, así como también la concentración de ácidos grasos esenciales de tres grupos de *Sphyrna zygaena* capturados en diferentes áreas de cría situadas en la región norte de Perú, obteniendo resultados que indican que los individuos de las diferentes áreas de cría presentan diferencias significativas en sus nichos tróficos. Los autores señalaron que las diferencias están principalmente determinadas por la influencia de la corriente de Humboldt y el afloramiento asociado que facilitan un incremento de la productividad diferencial entre las tres áreas de cría, y recomendaron que los esfuerzos de conservación y ordenación para esta especie deberían considerar cada una de ellas como un stock de juveniles separado, asociados a ecosistemas diferentes.

Basándose en el análisis de los contenidos estomacales de 933 individuos capturados en aguas muy someras en la costa este de Sudáfrica, Dicken *et al.* (2018) determinaron que los teleósteos fueron el grupo funcional de presas más importante (IRI %), habiendo sido registrados en un 93,7 % de los estómagos analizados. En total se encontraron 61 especies de teleósteos (representando a 28 familias), de los cuales los más importantes fueron pequeños pelágicos, entre ellos, sardina (*Sardinops sagax*), anchoa (*Pomatomus saltatrix*) y caballa (*Scomber japonicus*). Los cefalópodos fueron el segundo grupo funcional en términos de importancia relativa, habiéndose

encontrado en 23,1 % de los estómagos analizados, representados por sepias, al menos 19 especies de calamares, y cinco especies de pulpos. La presencia de elasmobranchios y crustáceos fue muy baja (0,3 % IRI).

#### 4. f. Fisiología

Varias ventajas sensoriales han sido descritas para la forma de la cabeza de los tiburones martillo, pero hasta el momento ninguna en particular para *Sphyrna zygaena*. Dentro de estas ventajas sensoriales se encuentra la hipótesis de una mayor capacidad olfatoria, para la cual ha sido demostrado que el ancho de la cabeza les permitiría explorar una mayor proporción de agua rastreando olores. Además, la separación entre las narinas les ayuda a identificar la procedencia de los olores, derecha o izquierda, aunque no se ha comprobado que posean una mayor agudeza olfatoria. De todas formas, estas ventajas olfatorias, junto con un mayor número de electrorreceptores en el ancho de la cabeza, aumentan la probabilidad de encontrar presas (Kajiura *et al.*, 2005). Además, se ha propuesto también que la forma de la cabeza provee estabilidad hidrodinámica en las curvas, facilitando mayor maniobrabilidad que puede ser importante en la eficacia para capturar presas (Gaylord *et al.*, 2020)

De acuerdo con un estudio realizado por Escobar-Sánchez *et al.* (2010) en el océano Pacífico de México, la cornuda cruz presenta niveles de mercurio que se encuentran dentro de los niveles aceptables para consumo humano. Los resultados mostraron que las concentraciones son bajas en comparación con las encontradas por García-Hernández *et al.* (2007) en el golfo de California, donde se observó que, de 11 especies de tiburones, *Sphyrna zygaena* fue la que presentó los valores más elevados. En contraste, Besnard *et al.* (2021) reportaron que la concentración de mercurio en músculo de *Sphyrna zygaena* fue menor que la encontrada en *Prionace glauca* e *Isurus oxyrinchus*. La relación entre la longitud total y la bioacumulación de mercurio no fue significativa para esta especie, por lo que la concentración de este no aumenta con el tamaño de los tiburones (García-Hernández *et al.*, 2007; Escobar-Sánchez *et al.*, 2010). En las costas de Baja California sur, las principales presas de la cornuda cruz son los cefalópodos (Ochoa-Díaz, 2009). De acuerdo con Bustamante *et al.* (2006) los cefalópodos tienen la capacidad especial de acumular metales pesados a diferentes niveles de tejido. Por esta razón, estas presas pueden ser la fuente principal de mercurio para *Sphyrna zygaena* (Escobar-Sánchez *et al.*, 2010). Algunas de las especies de tiburones más capturadas en el golfo de California (*Sphyrna zygaena*, *Alopias pelagicus*, *Rhizoprionodon longurio*, *Carcharhinus obscurus*, *Sphyrna lewini*, *Nasolamia velox*) son aquellas que presentan las mayores concentraciones de mercurio, por lo que García Hernández *et al.* (2007) recomiendan que se difunda información sobre el consumo de estas especies.

En el sur de Brasil, de tres especies analizadas (*Prionace glauca*, *Isurus oxyrinchus* y *Sphyrna zygaena*), la cornuda cruz fue la que presentó el mayor valor medio de concentración de mercurio (Mársico *et al.*, 2007). Los valores reportados fueron menores que los encontrados en el Pacífico noreste (García-Hernández *et al.*, 2007; Escobar-Sánchez *et al.*, 2010; Besnard *et al.*, 2021). En cambio, las concentraciones de mercurio para esta especie en el Mediterráneo son elevadas, observándose que la concentración en el hígado duplica la concentración en el músculo. Esto se debe al rol que cumple el hígado en la biotransformación de contaminantes (Storelli *et al.*, 2003). En este estudio también se observó la presencia de otros contaminantes, y desde un punto de vista toxicológico, se debería prestar más atención a los altos niveles de arsénico y a la presencia de PCB (policlorobifenilos) (Storelli *et al.*, 2003).

### 5. Biología de pesquerías

#### 5. a. Poblaciones/estructura de stock

Diversos estudios coinciden en señalar que existen varias poblaciones de *Sphyrna zygaena* a lo largo de su distribución (Testerman *et al.*, 2008; Testerman, 2014; Bolaño-Martínez *et al.*, 2019; Félix-López *et al.*, 2019; Kuguru *et al.*, 2019; Ferrette *et al.*, 2021). Existen evidencias que indican que la filopatría reproductiva de las hembras es uno de los elementos que explican la alta estructuración genética entre las distintas poblaciones (Testerman, 2014; Félix-López *et al.*, 2019; Ferrette *et al.*, 2021).

Basándose en el análisis genéticos de mtCR de individuos capturados en el Atlántico, Pacífico norte, Pacífico sudeste e Indo-Pacífico, Testerman *et al.* (2008) encontraron una fuerte subdivisión geográfica en cuatro poblaciones separadas, sin haber encontrado evidencia de flujo genético entre las mismas, y con estructuras genéticas muy reducidas a no detectables dentro de cada una de dichas poblaciones. A pesar de que el estudio fue realizado sobre una cantidad de muestras relativamente modesta, los autores indicaron que los datos obtenidos sugieren que la subdivisión genética podría ser muy alta, sugiriendo que el adecuado manejo de la especie requeriría un abordaje multirregional.

Posteriormente, en un estudio realizado sobre una mayor cantidad de muestras y con un abordaje más amplio considerando también marcadores nucleares, Testerman (2014) encontró que ambos marcadores revelaron una fuerte separación genética entre el Atlántico y el Indo-Pacífico, los cuales no comparten haplotipos o genotipos.

Los datos mitocondriales mostraron una estructuración dentro de cada una de las cuencas, con al menos ocho poblaciones regionales genéticamente diferenciadas (al menos dos en el Atlántico oeste, una en el Índico oeste, y cinco en el Pacífico). Los resultados contrastantes entre los marcadores nucleares y mitocondriales podrían ser indicativos de la filopatría reproductiva de las hembras y el flujo genético mediado por los machos (Testerman, 2014).

A partir de un estudio genético de individuos provenientes de diversas regiones de los océanos Atlántico, Pacífico e Índico, Ferrete *et al.* (2021) determinaron que existen al menos seis poblaciones de *S. zygaena*, encontrando que la especie presenta una fuerte estructuración genética a nivel poblacional entre los tres océanos. Dentro del Atlántico, el mismo trabajo indica que hay una moderada diferenciación entre el sudoeste y el golfo de Guinea, precisando que existen tres poblaciones en este océano (una en el sudoeste, y dos en Atlántico central este). Además, indicaron la existencia de una población en el Índico sudoeste, y dos en el Pacífico. El alto grado de estructuración genética de las poblaciones de *S. zygaena*, que resultó mayor que lo determinado para *S. lewini*, evidencia un menor flujo genético entre regiones distantes, lo que puede implicar la necesidad de asumir diferentes unidades de ordenación para la conservación de esta especie a lo largo de su rango de distribución (Ferrete *et al.*, 2021). En el mismo trabajo, los autores determinaron que históricamente existieron conexiones migratorias entre poblaciones muy distantes, lo cual coincide con la capacidad que la especie tiene de desarrollar desplazamientos de largas distancias (Santos y Coelho, 2018). Estos elementos sugieren que la fuerte estructuración poblacional encontrada en *S. zygaena* podría ser explicada por comportamientos reproductivos como la filopatría de las hembras, tal como previamente sugerido por Testerman (2014) y también propuesto por Félix-López *et al.* (2019) para esta especie, de modo similar a lo señalado también para *S. lewini* (Duncan y Holland, 2006; Daly-Engel *et al.*, 2012).

### 5. b. Descripción de las pesquerías

Debido a las dificultades para su correcta identificación, frecuentemente sucede que las especies de tiburones martillo son registradas de forma agregada en los partes de pesca, e incluso en algunas situaciones también en muestreos de desembarque y programas de observadores, lo que resulta en una reducida disponibilidad de registros sobre las capturas de cornuda cruz (Kotas *et al.*, 2008; Camhi *et al.*, 2009; Bezerra *et al.*, 2016; Miller, 2016; Gallagher y Klimley, 2018).

La cornuda cruz es capturada por una gran diversidad de pesquerías, desde artesanales costeras hasta industriales pelágicas, empleando una diversidad de artes de pesca incluyendo palangres pelágicos, palangre demersales, líneas de mano, redes de enmalle, cerco y arrastre pelágico y de fondo (Casper *et al.*, 2005; Kotas *et al.*, 2008; Kotas *et al.*, 2012; Francis, 2016; Reed *et al.*, 2017; Gallagher y Klimley, 2018; Rigby *et al.*, 2019). Capturas de esta especie han sido comunicadas para pesquerías dirigidas a la captura de tiburones en Estados Unidos, Brasil y España, y también como captura fortuita en un gran número de pesquerías no dirigidas a los tiburones (Bonfil, 1994; Kotas *et al.*, 2012; Francis, 2016). Aparentemente, las capturas en las pesquerías pelágicas corresponderían a individuos de mayor tamaño, mientras que los juveniles serían más comunes en pesquerías más costeras (Casper *et al.*, 2005; Francis, 2016; Gallagher y Klimley, 2018; Kotas *et al.*, 2012).

En algunas áreas, las aletas de esta especie son cada vez más codiciadas debido al aumento en la demanda y a su valor comercial. En el mercado internacional, las aletas de los tiburones martillo son el segundo grupo de especies más abundantes (Clarke *et al.*, 2004). Según Clarke *et al.* (2006a) el comercio de aletas de tiburón es una de las principales causas de la disminución en las poblaciones de tiburones, y se estima que entre 1,3 y 2,7 millones de *S. zygaena* y/o *S. lewini* se encuentran representados en el mercado de aletas de tiburón. De acuerdo con Clarke *et al.* (2006b) las grandes especies de martillos (*S. lewini*, *S. mokarran* y *S. zygaena* combinadas) llegan a representar aproximadamente el 6 % del mercado de Hong Kong.

Actualmente, *S. zygaena* se encuentra catalogada a nivel global como *Vulnerable* dentro de las listas rojas de la IUCN (Rigby *et al.*, 2019), y la misma ha sido incluida junto con *S. lewini* y *S. mokarran* en el Apéndice II de CITES (Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres). A partir de evaluaciones de riesgo ecológico, la cornuda cruz fue calificada como de vulnerabilidad baja (en comparación con otras especies de condrictios) a las flotas que operan con palangre pelágico en el océano Atlántico (Cortés *et al.*, 2010; Cortés *et al.*, 2015), principalmente debido a su productividad relativamente alta y a una susceptibilidad media-baja frente a las flotas consideradas. A pesar de esto, y de acuerdo con la Recomendación 10-08 de ICCAT, se prohíbe retener a bordo, transbordar, desembarcar, almacenar, vender u ofrecer para su venta cualquier parte o la carcasa entera de los tiburones martillo de la familia Sphyrnidae (a excepción de *S. tiburo*), capturados en la zona del Convenio en asociación con las pesquerías de ICCAT (ICCAT, 2010).

*Atlántico noreste y mar Mediterráneo*

En el Atlántico noreste y el mar Mediterráneo la cornuda cruz es principalmente capturada de forma incidental en las pesquerías de palangre dirigidas al pez espada y a los atunes, y en redes de enmalle (Casper *et al.*, 2005). Buencuerpo *et al.* (1998) comunicaron los mayores valores de captura de esta especie en las pesquerías españolas que operan en la costa de África, cercanas al estrecho de Gibraltar. De acuerdo con Ferretti *et al.* (2008), de las poblaciones de grandes tiburones que habitan el mar Mediterráneo, el grupo de los *Sphyrna sp.* es el que ha sufrido las disminuciones poblacionales más drásticas (aproximadamente un 99,99 % tanto para abundancia como para biomasa).

En un estudio basado en datos obtenidos entre 2003-2016 por observadores en la flota palangrera de Portugal dirigida a la captura de pez espada en el océano Atlántico, Santos y Coelho (2019) analizaron un conjunto de datos correspondiente a aproximadamente 2,5 millones de anzuelos, en los cuales se registró la captura de un total de 638 individuos de *S. zygaena*. La presencia de *S. zygaena* fue observada en el 15 % del total de los lances observados. Los resultados indicaron que las abundancias relativas de *S. zygaena* en zonas próximas al continente africano (principalmente entre el golfo de Guinea y Cabo verde) fueron mayores que las observadas en aguas más alejadas del continente en el mismo rango latitudinal.

Las flotas cerqueras dirigidas a atunes tropicales en el Atlántico oriental capturan varias especies de elasmobrancios de forma incidental, dentro de los cuales se encuentra a *S. zygaena* (Clavareau *et al.*, 2018, Lezama-Ochoa *et al.*, 2018). Entre 2005-2017, la captura de un total de 532 individuos (3,4 % del total de elasmobrancios) fue registrada por observadores a bordo de la flota francesa (Clavareau *et al.*, 2018). En este estudio, los autores determinaron que el 99,8 % eran individuos juveniles, y la tasa de mortalidad alcanzó el 54,7 %. Lezama-Ochoa *et al.* (2018) reportaron que entre 2003-2011 se observó la captura de 52 individuos en un total de 1.591 lances realizados por las flotas española y francesa operando en el Atlántico tropical este.

*Atlántico noroeste*

Se ha estimado que, en el Atlántico noroeste, debido a la intensa presión pesquera, el grupo de las cornudas (*S. lewini*, *S. mokarran* y *S. zygaena*) ha disminuido su abundancia en un 89 % desde 1986 (Baum *et al.*, 2003). Aunque la cornuda cruz se encuentra dentro de este grupo, basándose en el programa de muestreo del Virginia Institute of Marine Science, se observó que la especie más abundante del grupo es *S. lewini*, con una proporción de más de diez a uno sobre *S. zygaena* (Ha, 2006). Sin embargo, parte de los datos y métodos empleados por Baum *et al.* (2003) para determinar esto han sido seriamente cuestionados (Burgess *et al.*, 2005) por lo que no existe certeza sobre la situación real de la o las poblaciones de *S. zygaena* en dicho período. A partir de una exhaustiva revisión de la información disponible sobre las capturas de la cornuda cruz en el Atlántico noroeste, Miller (2016) señaló que la ocurrencia de esta especie en las capturas de las pesquerías de Estados Unidos es relativamente baja. Para la flota que opera con palangre pelágico, Miller (2016) indicó que esta desembarcó un promedio anual de 181 tiburones martillo entre 2005 y 2009, de los cuales la mayoría probablemente fueran *S. lewini* y solamente una minoría fueran *S. zygaena*. En el mismo trabajo, se señala que, en base a los datos del programa de observadores en la pesquería con palangre demersal dirigida a tiburones, se capturaron solamente seis *S. zygaena* entre los años 2005-2014, en un total de 3.032 lances realizados en 833 mareas de pesca.

*Atlántico sudoccidental*

En el Atlántico sudoccidental, la especie enfrenta un intenso esfuerzo pesquero en todas las etapas de su ciclo de vida, ya que los neonatos y juveniles son capturados en áreas costeras por las pesquerías de enmalle y arrastre de fondo (Kotas y Petrere, 2002; Kotas, 2004; Vooren *et al.*, 2005; Doño, 2008; Kotas *et al.*, 2012; Bernasconi *et al.*, 2018), así como también por pesquerías recreacionales en aguas costeras del sudeste de Brasil (Martinazzo *et al.*, 2022), mientras que juveniles y adultos son capturados en áreas sobre la plataforma continental y oceánicas por las pesquerías de arrastre y palangre pelágico (Kotas y Petrere, 2002; Kotas, 2004; Kotas *et al.*, 2008; Kotas *et al.*, 2012, Mas, 2012). La flota de palangre pelágico de São Paulo captura *S. lewini* y *S. zygaena*, con una proporción aproximada del 60 % y 40 % respectivamente. Los valores de captura de estas especies han variado a lo largo del tiempo, con una tendencia creciente desde 1971 (7 t) hasta 1990 (290 t) y una tendencia decreciente desde 1991 (Amorim *et al.*, 1998). En trabajos más recientes para la misma área, se mencionan capturas aproximadas de 9 t en 2002 y 55 t en 2005, con variaciones estacionales de abundancia, siendo *S. lewini* más abundante (Vooren *et al.*, 2005; Silveira, 2007). Algo similar fue comunicado por Kotas (2004) quien observó que si bien las capturas de *S. zygaena* en Santa Catarina, Brasil, ocurren durante todo el año, las mismas varían de forma estacional, siendo más abundantes durante el otoño e invierno (asociado con aguas más frías). Amorim *et al.* (2011) hallaron que para la flota palangrera al sur de Brasil las capturas de tiburón martillo entre 2007 y 2008 ocurrieron principalmente sobre el talud, y comunicaron que las capturas de *S. zygaena* y *S. lewini*, en conjunto, representaron el 6,3 % de la captura total de tiburones en peso. En total, *S. zygaena* constituyó el 65 % de los peces martillo capturados, mientras que *S. lewini* representó el restante 35 %. Kotas *et al.* (2012) observaron que para la flota que opera en el sur y sudeste de Brasil con enmalle de fondo dirigida a la captura de corvina

(*Micropogonias furnieri*) desde los dos principales puertos de Santa Catarina, *S. zygaena* representó el 19,6 % del total de peces martillo desembarcados en el periodo 2008-2009, y *S. lewini* constituyó el restante 80,4 %. Para el conjunto de pesquerías industriales que desembarcan en dichos puertos, el mismo estudio reporta que luego de un pico de 381 t de tiburón martillo desembarcadas en 2005, las capturas declinaron fuertemente hasta alcanzar un mínimo de 43 t en 2012. Mas (2012) encontró que, en aguas dentro de la ZEE de Uruguay, *S. zygaena* representó el 3,6 % del total de tiburones capturados por la flota de palangre pelágico en el período 1998-2009, siendo la cuarta especie más abundante. Además, observó que más del 99 % de los individuos capturados, tanto machos como hembras eran juveniles, y que los valores más altos de CPUE se observaron durante el otoño, mientras que los más bajos durante el invierno. En relación con la distribución espacial de las capturas, Mas (2012) señaló que la mayoría de las capturas ocurrieron en lances de pesca realizados en las proximidades del quiebre de plataforma, siendo muy pocas las capturas en lances realizados a profundidades superiores a 2.000 m. Bezerra *et al.* (2016) analizaron datos de captura y esfuerzo de las flotas palangreras fletada y nacional de Brasil para el periodo 2004-2011, encontrando que las capturas de tiburón martillo (*S. lewini*, *S. mokarran* y *S. zygaena* en conjunto) alcanzaron un total de 6.172 individuos en 29.418 lances de pesca, representando el 0,40 % del total de individuos capturados. Dicho estudio también indica que la captura por unidad de esfuerzo media para todos los lances de palangres superficiales fue casi el doble que la de los palangres profundos. La especie también ha sido comunicada como captura incidental por las flotas asiáticas que operan en el área (Matsushita y Matsunaga, 2002; Joung *et al.*, 2005)

Recientemente, Coelho *et al.* (2012) analizaron la mortalidad por captura de una gran variedad de elasmobranchios en buques palangreros operando en el Atlántico. De acuerdo con estos autores, entre las especies más capturadas, *S. zygaena* es la que presentó mayor mortalidad (71,0 %, n=372) seguida por *Carcharhinus falciformis* (55,8 %, n=310) y *Alopias superciliosus* (50,6 %, n=1.061). De acuerdo con este trabajo, la cornuda cruz sería una especie particularmente vulnerable, ya que un alto porcentaje de los individuos capturados muere, por lo que la recomendación de descarte no sería muy eficiente y esta debería ser evaluada a nivel de especie (Coelho *et al.*, 2012).

#### Otras regiones

Datos obtenidos entre 1998-2005 por observadores en las pesquerías palangreras de Sudáfrica dirigidas a grandes pelágicos, indican que los tiburones martillo representaron el 0,6 % del total de tiburones capturados (Petersen *et al.*, 2009). Los autores indican que dicho valor corresponde al conjunto de *S. zygaena*, *S. lewini* y *S. mokarran*, sin proporcionar valores para cada especie. A partir del análisis de las capturas en las redes del programa de protección de bañistas en la costa este de Sudáfrica, Dicken *et al.* (2018) encontraron que 2.512 *S. zygaena* fueron capturados entre 1978 y 2014. Estas capturas, que ocurrieron en aguas muy someras situadas muy cerca de la costa, correspondieron en su gran mayoría a individuos juveniles y adolescentes, de edades estimadas entre los 2 y 4 años (93,1 % del total de individuos capturados) (Dicken *et al.*, 2018). Reed *et al.* (2017) informaron de que, en aguas del sur de la ZEE de Sudáfrica, *S. zygaena* es capturada de forma fortuita por la pesquería con arrastre pelágico dirigida a la caballa (*Trachurus capensis*), la cual opera principalmente en las proximidades del quiebre de la plataforma continental.

En el Pacífico este, existen diversas pesquerías que han tenido a *S. zygaena* dentro del conjunto de especies desembarcadas. Basándose en los muestreos de desembarque realizados entre 1995-1996 en La Cruz de Huanacastle (Nayarit, México), Pérez-Jiménez y Venegas-Herrera (1997) determinaron que *S. zygaena* representó casi el 35 % del total de tiburones desembarcados (n = 2.004), siendo la principal especie desembarcada alcanzando un total de 700 individuos desembarcados por 20 embarcaciones en un período menor a cinco meses. En Perú, González-Pestana (2019) monitoreó la flota que opera con redes de enmalle de deriva desde los puertos de Máncora, Bayovar, San José y Salaverry, y reportó la captura de al menos 7.485 individuos entre los años 2009-2017. En Ecuador, López-Martínez *et al.* (2020) monitorearon los desembarques realizados por un conjunto de flotas artesanales a industriales operando desde varios puertos, e informaron que la captura anual de *S. zygaena* varió entre 62 y 582 t para el período 2007-2013, con el máximo correspondiendo al año 2011.

En Nueva Zelanda se ha registrado la captura de *S. zygaena* con diversos artes de pesca, incluyendo redes de enmalle de fondo, palangres de fondo, arrastre demersal y palangre de superficie (Francis, 2016). La mayor parte de las capturas fueron registradas en aguas costeras, a profundidades de entre 9-110 m, si bien también se registraron algunas capturas con palangre pelágico en aguas oceánicas por fuera de la isóbata de 1.000 m.

## 6. Bibliography

- Afonso, P., Gandra, M., Graça, G., Macena, B., Vandeperre, F., Fontes, J. 2022. The Multi-Annual Residency of Juvenile Smooth Hammerhead Shark in an Oceanic Island Nursery. *Frontiers in Marine Science* 9, 844893.
- Amorim, A.F., Arfelli, C.A., Fagundes, L. 1998. Pelagic elasmobranchs caught by longliners off Southern Brazil during 1974-97: an overview. *Marine and Freshwater Research* 49: 621–632.
- Amorim, A.F., Della-Fina, N., Piva-Silva, N. 2011. Hammerhead sharks, *Sphyrna lewini* and *S. zygaena* caught by longliners off southern Brazil, 2007-2008. *ICCAT Collective Volume of Scientific Papers* 66(5): 2121–2133.
- Ariz, J., A. Delgado de Molina, M.L. Ramos, Santana, J.C. 2007. Length-weight relationships, conversion factors and analyses of sex-ratio, by length-range, for several species of pelagic sharks caught in experimental cruises on board Spanish longliners in the South Western Indian Ocean during 2005. *IOTC- 2007-WPEB-04*.
- Bass, A.J., D'Aubrey, J.D., Kistnasamy, N. 1975. Sharks of the East coast of southern Africa. III. The families Carcharhinidae (excluding *Mustelus* and *Carcharhinus*) and Sphyrnidae. South African Association for Marine Biological Research. Oceanographic Research Institute. Investigational Reports.
- Baum, J.K., Myers, R.A., Kehler, D.G., Worm, B., Harley, S.J, Doherty, P.A. 2003. Collapse and conservation of shark populations in the Northwest Atlantic. *Science* 299: 389–392.
- Bernasconi, F., Monsalvo, M., Prosdociami, L., Navarro, G. 2018. Condricios: Análisis de las declaraciones de desembarque de Tiburón martillo (*Sphyrna* sp.) INFORME DPyGP N° 03/2018. Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, Ministerio de Agroindustria, Presidencia de la Nación, Argentina.
- Bezerra, N.P.A., Travassos, P., Hazin, F.H.V. 2016. Vulnerability to longline fisheries of three hammerhead shark *Sphyrna* species in the south-western and equatorial Atlantic Ocean. *J Fish Biol* 89, 1419–1433.
- Bezerra, N., Macena, B.C.L., Mendonça, S.A., Bonfil, R., Hazin, F.H.V. 2017. First record of the smooth hammerhead shark (*Sphyrna zygaena*) in Saint Peter and Saint Paul Archipelago: range extension for the equatorial region. *Lat. Am. J. Aquat. Res* 45, 481–484.
- Bittencourt, I. F., Mancini, P.L., Amorim, A.F. 2003. Aspectos do Ciclo Reprodutivo de *S. zygaena* no sudeste e sul do Brasil. In: II Workshop sobre Chondrichthyes, Santos. 22p.
- Bolaño, N. 2009. Ecología trófica de juveniles del tiburón martillo *Sphyrna zygaena* (Linnaeus, 1758) en aguas ecuatorianas. Tesis de Maestría en Ciencias en Manejo de Recursos Marinos. Instituto Politécnico Nacional. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas. México. 132p.
- Bolaño-Martínez, N., Hernández-Muñoz, S., Uribe-Alcocer, M., Galván-Magaña, F., Ritchie, P.A., García-De León, F.J., Díaz-Jaimes, P. 2019. Population genetic divergence as consequence of past range expansion of the smooth hammerhead shark *Sphyrna zygaena*. *Hydrobiologia* 837(1): 31–46.
- Bonfil, R. 1994. Overview of world elasmobranch fisheries. *FAO Fisheries Technical Paper*. FAO, Rome. 119p.
- Bornatowski, H., Costa, L., de Castro Robert, M., Ventura da Pina, J. 2007. Hábitos alimentares de tubarões-martelo jovens, *Sphyrna zygaena* (Carcharhiniformes: Sphyrnidae), no litoral sul do Brasil. *Biota Neotropica*, v7(n1): 213-216.
- Bornatowski, H., Schwingel, P.R. 2009. Sobre a alimentação do tubarão-martelo, *Sphyrna zygaena* Linnaeus, 1758), capturado por espinhel pelágico no sudeste e sul do Brasil. *Arquivos de Ciências do Mar* 42(2): 1–4.
- Bornatowski, H., Braga, R.R., Abilhoa, V., Corrêa, M.F.M. 2014. Feeding ecology and trophic comparisons of six shark species in a coastal ecosystem off southern Brazil: shark diets off southern Brazil. *J Fish Biol* 85, 246–263.

- BURGESS, G. H., Beerkircher, L.R., Cailliet, G.M., Carlson, J. K., Cortés, E., Goldman, K.J., Grubbs, R.D., Musick, J.A., Musyl, M. K., Simpfendorfer, C.A. 2005a. Is the collapse of shark populations in the Northwest Atlantic and Gulf of Mexico real? *Fisheries* 30: 19–26.
- Buencuerpo, V., Rios, S., Moron, J. 1998. Pelagic sharks associated with the swordfish, *Xiphias gladius*, fishery in the eastern North Atlantic Ocean and the Strait of Gibraltar. *Fishery Bulletin* 96: 667–685.
- Bustamante P., Lahaye, V., Durnez, C., Churlaud, C., Caurant, F. 2006. Total and organic Hg concentrations in cephalopods from the North Eastern Atlantic waters: influence of geographical origin and feeding ecology. *Science of the Total Environment* 368: 585–596
- Camhi, M.D., Valenti, S.V., Fordham, S.V., Fowler, S.L., Gibson, C. 2009. The conservation status of pelagic sharks and rays: report of the IUCN Shark Specialist Group: Pelagic Shark Red List Workshop, Tubney House, University of Oxford, UK, 1923 February 2007. IUCN Species Survival Commission's Shark Specialist Group, Newbury, U.K.
- Casper, B.M., Domingo, A., Gaibor, N., Heupel M.R., Kotas, J.E., Lamónaca, A.F., Pérez-Jimenez, J.C., Simpfendorfer, C.A., Smith, W.D., Stevens, J.D. Soldo, A., Vooren, C.M. 2005. *Sphyrna zygaena*. In: IUCN 2011. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2011.2. <www.iucnredlist.org>. Downloaded on 30 April 2012.
- Castañeda, J. 2001. Biología y pesquería del tiburón martillo (*Sphyrna zygaena*) en Lambayeque, 1991-2000. IMARPE Informe Progresivo, 139, 17–31.
- Castro, J.A., Mejuto, J. 1995. Reproductive parameters of blue shark, *Prionace glauca*, and other sharks in the Gulf of Guinea. *Marine and Freshwater Research* 46: 967–973.
- Castro, J.A. 2011. The sharks of North America. Oxford University Press. 640p.
- Clarke, S., McAllister, M.K., Michielsens, C.G.J. 2004. Estimates of shark species composition and numbers associated with the shark fin trade based on Hong Kong auction data *Journal of Northwest Atlantic Fishery Science* 35: 453–465.
- Clarke, S.C., McAllister, M.K., Milner-Gulland, E.J., Kirkwood, G.P., Michielsens, C.G.J., Agnew, D.J., Pikitch, E.K., Nakano, H., Shivji, M.S. 2006a. Global estimates of shark catches using trade records from commercial markets. *Ecology Letters* 9: 1115–1126.
- Clarke, S.C., Magnussen, J.E., Abercrombie, D.L., McAllister, M.K., Shivji, M.S. 2006b. Identification of Shark Species Composition and Proportion in the Hong Kong Shark Fin Market Based on Molecular Genetics and Trade Records. *Conservation Biology* 20: 201–211.
- Clavareau, L., Sabarros, P.S., Escalle, L., Bach, P., Mérigot, B. 2018. Elasmobranchs bycatch in the French tropical purse-seine fishery of the Eastern Atlantic Ocean: spatio-temporal distributions, life stages, sex-ratio and mortality rates. *Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT* 74(7): 3740–3753.
- Coelho, R., Fernandez-Carvalho, J., Amorim, S., 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: 351–357.
- Coelho, R., Fernandez-Carvalho, J., Lino, P.G., Santos, M.N. 2012. An overview of the hooking mortality of elasmobranchs caught in a swordfish pelagic longline fishery in the Atlantic Ocean. *Aquatic Living Resources* 25 (4): 311–319.
- 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. Carcharhiniformes. FAO Fishery Synopsis 4: 251–655.
- Compagno, L.J.V., Dando, M., Fowler, S. 2005. Sharks of the world. Princeton University Press. Princeton and Oxford. 368p.

- Cortés, E. 1999. Standardized diet compositions and trophic levels of sharks. *ICES Journal of Marine Science* 56: 707–717.
- Cortés, E., Arocha, F., Beerkircher, L., Carvalho, F., Domingo, A., Heupel, M., Holtzhausen, H., Santos, M.N., Ribera, M., Simpfendorfer, C. 2010. Ecological risk assessment of pelagic sharks caught in Atlantic pelagic longline fisheries. *Aquatic Living Resources* 23 (1): 25–34.
- Cortés, E., Domingo, A., Miller, P., Forselledo, R., Mas, F., Arocha, F., Campana, S., Coelho, R., Da Silva, C., Hazin, F.H.V., Holtzhausen, H., Keene, K., Lucena, F., Ramirez, K., Santos, M.N., Semba-Murakami, Y., Yokawa, K. 2015. Expanded ecological risk assessment of pelagic sharks caught in Atlantic pelagic longline fisheries. *Collective Volume of Scientific Papers ICCAT* 71(6): 2637–2688.
- Couto, A., Queiroz, N., Ketchum, J.T., Sampaio, E., Furtado, M., Cid, A.A., Castro, J., Rosa, R. 2018. Smooth hammerhead sharks (*Sphyrna zygaena*) observed off the Portuguese southern coast. *Environmental Biology of Fishes* 101(8): 1261–1268.
- Daly-Engel, T.S., Seraphin, K.D., Holland, K.N., Coffey, J.P., Nance, H.A., Toonen, R.J., Bowen, B.W. 2012. Global Phylogeography with Mixed-Marker Analysis Reveals Male-Mediated Dispersal in the Endangered Scalloped Hammerhead Shark (*Sphyrna lewini*). *PLoS ONE* 7: e29986.
- Deacy, B.M., Moncrief-Cox, H.E., Carlson, J.K. 2020. First Verified Record of the Smooth Hammerhead (*Sphyrna zygaena*) in Coastal Waters of the Northern Gulf of Mexico with a Review of their Occurrence in the Western North Atlantic Ocean. *Southeastern Naturalist* 19, 1–7.
- Dicken, M., Winker, H., Smale, M., Cliff, G. 2018. Sharks caught in the KwaZulu-Natal bather protection programme, South Africa. 14. The smooth hammerhead shark *Sphyrna zygaena* (Linnaeus). *African Journal of Marine Science* 40(2): 157–174.
- Diemer, K.M., Mann, B.Q., Hussey, N.E. 2011. Distribution and movement of scalloped hammerhead *Sphyrna lewini* and smooth hammerhead *Sphyrna zygaena* sharks along the East coast of southern Africa. *African Journal of Marine Science* 33(2): 229–238.
- Doño, F. 2008. Identificación y caracterización de áreas de cría del tiburón martillo (*Sphyrna* spp) en las costas de Uruguay. Biological Sciences Bachelor's Thesis, Science Faculty, UDELAR, Montevideo, Uruguay. 34p.
- Dudley, S.F.J., Cliff, G. 1993. Some effects of shark nets in the Natal nearshore environment. *Environmental Biology of Fishes* 36: 243–255.
- Duncan, K., Holland, K. 2006. Habitat use, growth rates and dispersal patterns of juvenile scalloped hammerhead sharks *Sphyrna lewini* in a nursery habitat. *Marine Ecology Progress Series* 312: 211–221.
- Escobar-Sánchez O., Galván-Magaña, F., Rosiles-Martínez, R. 2010. Mercury and Selenium Bioaccumulation in the Smooth Hammerhead Shark, *Sphyrna zygaena* Linnaeus, from the Mexican Pacific Ocean. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology* 84: 488–491.
- Estupiñán-Montaño, C., Cedeño-Figueroa, L., Estupiñán-Ortiz, J.F., Galván-Magaña, F., Sandoval-Londoño, A., Castañeda-Suarez, D., 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.
- Félix-López, D.G., Bolaño-Martinez, N., Díaz-Jaimes, P., Oñate-González, E.C., Ramírez-Pérez, J.S., García-Rodríguez, E., Corro-Espinosa, D., Osuna-Soto, J.E., Saavedra-Sotelo, N.C. 2019. Possible female philopatry of the smooth hammerhead shark *Sphyrna zygaena* revealed by genetic structure patterns. *Journal of Fish Biology* 94(4): 671–679.
- Ferrette, B.L.S., Coelho, R., Peddemors, V.M., Ovenden, J.R., De Franco, B.A., Oliveira, C., Foresti, F., Mendonça, F.F. 2021. Global phylogeography of the smooth hammerhead shark: Glacial refugia and historical migration patterns. *Aquatic Conservation: Marine Freshwater Ecosystems*: aqc.3629.

- Ferretti, F., Myers, R.A., Serena, F., Lotze, H.K. 2008. Loss of Large Predatory Sharks from the Mediterranean Sea. *Conservation Biology* 22: 952–964.
- Francis, M.P. 2016. Distribution, habitat and movement of juvenile smooth hammerhead sharks (*Sphyrna zygaena*) in northern New Zealand. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research* 50(4): 506–525.
- Gadig, O.B.F., Motta, F.S., Namora, R.C. 2002. Projeto Cacão: a study on small coastal sharks in São Paulo Southeast Brazil. En: *Proceedings of the International Conference on Sustainable Management of Coastal Ecosystem*. P. Duarte (Ed.). Porto, Portugal. pp. 239–246.
- Gallagher, A.J., Hammerschlag, N., Shiffman, D.S., Giery, S.T. 2014. Evolved for Extinction: The Cost and Conservation Implications of Specialization in Hammerhead Sharks. *BioScience* 64(7): 619–624.
- Gallagher, A.J., Klimley, A.P. 2018. The biology and conservation status of the large hammerhead shark complex: the great, scalloped, and smooth hammerheads. *Rev Fish Biol Fisheries* 28 (4): 777–794.
- Galván-Magaña, F., Polo-Silva, C., Hernández-Aguilar, S.B, Sandoval-Londoño, A., Ochoa-Díaz, M.R, Aguilar-Castro, N., Castañeda-Suárez, D., Cabrera Chavez-Costa, A., Baigorri-Santacruz, Á., Eden Torres-Rojas, Y., Abitia-Cárdenas, L.A. 2013. Shark predation on cephalopods in the Mexican and Ecuadorian Pacific Ocean. *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography* 95: 52–62.
- García-Hernández J., Cadena-Cárdenas, L., Betancourt-Lozano, M., García-de la Parra, L.M., García-Rico, L. Márquez-Farías, F. 2007. Total mercury content found in edible tissues of top predator fish from the Gulf of California, Mexico. *Toxicological and Environmental Chemistry* 89: 507–522.
- Garza-Gisholt, E. 2004. Edad y crecimiento de *Sphyrna zygaena* (Linnaeus 1758) en las costas de Baja California Sur, México. Tesis, Universidad Autónoma de Baja California Sur, Área Interdisciplinaria de Ciencias del Mar, La Paz, México.
- Gaylord, M.K., Blades, E.L., Parsons, G.R. 2020. A hydrodynamics assessment of the hammerhead shark cephalofoil. *Scientific Reports* 10: 14495.
- Gilbert, C.R. 1967. A revision of the hammerhead sharks (family Sphyrnidae). *Proceedings of the United States National Museum. Smithsonian Institution, Washington D.C.* vol. 119. 98p.
- González-Pestana, A., Acuna-Perales, N., Coasaca-Cespedes, J., Cordova-Zavaleta, F., Alfaro-Shigueto, J., Mangel, J.C., Espinoza, P. 2017. Trophic ecology of the smooth hammerhead shark (*Sphyrna zygaena*) off the coast of northern Peru. *Fishery Bulletin* 115, 451–459.
- González-Pestana, A. 2019. Habitat Suitability of Juvenile Smooth Hammerhead Shark (*Sphyrna zygaena*) off northern Peru. Tesis de Maestría. James Cook University, Australia.
- González-Pestana, A., Mangel, J.C., Alfaro-Córdova, E., Acuña-Perales, N., Córdova-Zavaleta, F., Segura-Cobeña, E., Benites, D., Espinoza, M., Coasaca-Céspedes, J., Jiménez, A., Pingo, S., Moscoso, V., Alfaro-Shigueto, J., Espinoza, P. 2021. Diet, trophic interactions and possible ecological role of commercial sharks and batoids in northern Peruvian waters. *Journal of Fish Biology* 98(3): 768–783.
- Ha, D. S. 2006. Ecology and Conservation of Virginia Shark Species: Analysis of 30 Years of Virginia Long-Line Shark Census Data, 1974-2004. Ph.D. dissertation, Virginia Institute of Marine Science, College of William and Mary.
- ICCAT. 2010. Recommendation by ICCAT on hammerhead sharks (family Sphyrnidae) caught in association with fisheries managed by ICCAT. ICCAT Recommendation 2010-08. URL: <https://www.iccat.int/Documents/Recs/compendiopdf-e/2010-08-e.pdf>
- IUCN SSC Shark Specialist Group. 2018. *Sphyrna zygaena*. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2021-1. <https://www.iucnredlist.org>. Downloaded on 20 May 2021.
- Joung, S. J., Liu, K.M., Liao, Y.Y., Hsu, H.H. 2005. Observed by-catch of Taiwanese tuna longline fishery in the South Atlantic Ocean. *Journal of the Fisheries Society of Taiwan* 32(1): 69–77.

- Kajiura, S.M., Forni, J.B., Summers, A. P. 2005. Olfactory Morphology of Carcharhinid and Sphyrnid sharks: Does the cephalofoil confer a sensory advantage? *Journal of Morphology* 264: 253–263.
- Kohler, N.E., Casey, J.G., Turner, P.A. 1995. Length-weight relationships for 13 species of sharks from the western North Atlantic. *Fishery Bulletin* 93: 412–418.
- Kohler, N.E., Casey, J.G., Turner, P.A. 1998. NMFS cooperative shark tagging program, 1962–1993: an atlas of shark tag and recapture data. *Marine Fisheries Review* 60: 1–87.
- Kohler, N.E., Turner, P. 2001. Shark tagging: a review of conventional methods and studies. *Environmental Biology of Fishes* 60: 191–223.
- Kohler, N.E., Turner, P.A. 2020. Distributions and Movements of Atlantic Shark Species: A 52-Year Retrospective Atlas of Mark and Recapture Data. *Marine Fisheries Review* 81(2): 1–93.
- Kotas, J.E., Petrere, M. 2002. Estatísticas dos desembarques de tubarão martelo (*Sphyrna* spp) no sudeste e sul do Brasil. Capítulo da tese de doutoramento. Escola de Engenharia de São Carlos. CRHEA- USP.
- Kotas, J.E. 2004. Dinâmica de populações e pesca do tubarão-martelo *Sphyrna lewini* (Griffith & Smith, 1834), capturado no mar territorial e zona económica exclusiva do Sudeste-sul do Brasil. PhD Thesis. Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. 377p.
- Kotas, J.E., Jr, Fiedler, F., Mastrochirico, V., Sales, G. 2008. A pesca de emalhe-de-superfície em Santa Catarina direcionada à captura dos tubarões-martelo, *Sphyrna lewini* (Griffith & Smith 1834) e *Sphyrna zygaena* (Linnaeus 1758). *Atlântica* 30(2): 113–128.
- Kotas, J.E., Petrere, M., Dos Santos, R.A., Bustamante, A., Fernandez Lin, C., Da Silveira Menezes, A.A., Veras Micheletti, E.L. 2012. The horizontal migration of hammerhead sharks along the southern Brazilian coast, based on their exploitation pattern and considerations about the impact of anchored gillnets activities on these species. *Revista CEPESUL-Biodiversidade e Conservação Marinha* 3, 45–68.
- Kuguru, G., Gennari, E., Wintner, S., Dicken, M.L., Klein, J.D., Rhode, C., Bester-van der Merwe, A.E. 2019. Spatio-temporal genetic variation of juvenile smooth hammerhead sharks in South Africa. *Marine Biology Research* 15(1): 568–579.
- Lezama-Ochoa, N., Murua, H., Ruiz, J., Chavance, P., de Molina, A.D., Caballero, A., Sancristobal, I. 2018. Biodiversity and environmental characteristics of the bycatch assemblages from the tropical tuna purse seine fisheries in the eastern Atlantic Ocean. *Marine Ecology* 39(3): e12504.
- Logan, R.K., Vaudo, J.J., Sousa, L.L., Sampson, M., Wetherbee, B.M., Shivji, M.S. 2020. Seasonal Movements and Habitat Use of Juvenile Smooth Hammerhead Sharks in the Western North Atlantic Ocean and Significance for Management. *Front. Mar. Sci.* 7, 566364.
- López-Martínez, J., Cabanilla-Carpio, C., Ruiz Choez, W., 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.
- Mársico E.T., Machado, M.E.S., Knoff, M., São Clemente, S.C. 2007. Total mercury in sharks along the southern Brazilian Coast. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia* 59: 1593–1596.
- Martinazzo, G.M., Giaretta, E.P., Bornatowski, H., Abilhoa, V., Freitas, M. 2022. A look at the unknown: Potential impact of marine recreational fishing on threatened species in the Southern Atlantic Ocean. *Ocean & Coastal Management* 218: 106044.
- Mas, F. 2012. Biodiversidad, abundancia relativa y estructura poblacional de los tiburones capturados por la flota de palangre pelágico en aguas uruguayas durante 1998-2009. Biological Sciences Bachelor's Thesis, UDELAR, Montevideo, Uruguay. 95p.

- Mas, F., Forselledo, R., 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(5)*; 2441–2445.
- Matsushita, Y., Matsunaga, H. 2002. Species composition and CPUE of pelagic sharks observed by Japanese observers for tuna longline fisheries in the Atlantic Ocean. *ICCAT Collective Volume of Scientific Papers 54*: 1371–1380.
- Menni, R. 1967. Presencia de *Sphyrna lewini* (Griffith & Smith, 1834) en el Uruguay (Chondrichthyes, Sphyrnidae). *Studies on Neotropical Fauna and Environment II*. pp. 199–203.
- Menni, R., García, M. L. 1985. Juveniles de *Notorynchus pectorosus* (Hexanchidae) y de *Sphyrna zygaena* (Sphyrnidae) frente a la boca del Río de la Plata (Chondrichthyes). *Hist. Nat. Corrientes, Argentina*. v.5 n.1 pp. 1–10.
- Miller, M.H. 2016. Endangered Species Act Status Review Report: Smooth Hammerhead Shark (*Sphyrna zygaena*). Report to National Marine Fisheries Service, Office of Protected Resources, Silver Spring, MD. June 2016. 167 pp.
- Motta, F.S., Caltabellotta, F.P., Namora, R.C., Gadig, O.B.F. 2014. Length-weight relationships of sharks caught by artisanal fisheries from southeastern Brazil. *J. Appl. Ichthyol.* 30(1): 239–240.
- Ochoa-Díaz, M.R. 2009. Espectro trófico del tiburón martillo *Sphyrna zygaena* (Linnaeus, 1758) en Baja California Sur: aplicación de  $\delta^{13}C$  y  $\delta^{15}N$ . Tesis de Maestría en Ciencia en Manejo de Recursos Marinos. Instituto Politécnico Nacional. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas. México. 82p.
- Pérez-Jiménez, J.C., Venegas-Herrera, A., 1997. Análisis biológico-pesquero de tiburones de las familias Sphyrnidae, Alopiidae y Lamnidae (Elasmobranchii) capturados por la principal flota artesanal del sur de Nayarit, México. Temporada 1995-1996. Tesis de Licenciatura en Biología). Universidad de Guadalajara, Las Agujas, Zapopan, Jalisco, México.
- Petersen, S.L., Honig, M.B., Ryan, P.G., Underhill, L.G., Compagno, L.J. 2009. Pelagic shark bycatch in the tuna- and swordfish-directed longline fishery off southern Africa. *African Journal of Marine Science* 31(2): 215–225.
- Reed, J., Kerwath, S., Attwood, C. 2017. Analysis of bycatch in the South African midwater trawl fishery for horse mackerel *Trachurus capensis* based on observer data. *African Journal of Marine Science* 39(3): 279–291.
- Rigby, C.L., Barreto, R., Carlson, J., Fernando, D., Fordham, S., Herman, K., Jabado, R.W., Liu, K.M., Marshall, A., Pacoureaux, N., Romanov, E., Sherley, R.B., Winker, H. 2019. *Sphyrna zygaena*. The IUCN Red List of Threatened Species 2019: e.T39388A2921825. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2019-3.RLTS.T39388A2921825.en>. Downloaded on 22 June 2021.
- Rosa, D., Coelho, R., Fernandez-Carvalho, J., 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.
- Santos, C.C., Coelho, R. 2018. Migrations and habitat use of the smooth hammerhead shark (*Sphyrna zygaena*) in the Atlantic Ocean. *PLoS ONE* 13, e0198664.
- Santos, C.C., Coelho, R. 2019. Distribution patterns and indicators of the smooth hammerhead shark (*Sphyrna zygaena*) in the Atlantic Ocean. *Fisheries Research* 212: 107–113.
- Segura-cobeña, E., Alfaro-Shigueto, J., Mangel, J., Urzua, A., Górski, K. 2021. Stable isotope and fatty acid analyses reveal significant differences in trophic niches of smooth hammerhead *Sphyrna zygaena* (Carcharhiniformes) among three nursery areas in northern Humboldt Current System. *PeerJ* 9, e11283.
- Serena, F. 2005. Field identification guide to the sharks and rays of the Mediterranean and Black Sea. *FAO Species Identification Guide for Fishery Purposes*. Rome, FAO. 97p.

- Silveira, M. da. 2007. Conservação do tubarão-martelo-recortado, *Sphyrna lewini* (Griffith & Smith, 1834) e do tubarão-martelo-liso, *Sphyrna zygaena* (Linnaeus, 1758). Graduação, Thesis, Faculdade de Ciências Biológicas-UNISANTA, Santos.
- Smale, M.J. 1991. Occurrence and feeding of three shark species, *Carcharhinus brachyurus*, *C. obscurus* and *Sphyrna zygaena*, on the Eastern Cape coast of South Africa. *South African Journal of Marine Science* 11: 31–42.
- Southall, E.J., Sims, D.W. 2005. A smooth hammerhead shark (*Sphyrna zygaena*) from South-West England. *JMBA2 – Biodiversity Records*. 1: e9. DOI: <http://dx.doi.org/10.1017/S1755267206000984>.
- Stevens, J.D. 1984. Biological observations on sharks caught by sports fishermen off New South Wales. *Australian Journal of Marine and Freshwater Research* 35: 573–590.
- Storelli, M.M., Ceci, E., Storelli, A., Marcotrigiano, G.O. 2003. Polychlorinated biphenyl, heavy metal and methylmercury residues in hammerhead sharks: contaminant status and assessment. *Marine Pollution Bulletin* 46: 1035–1048.
- Testerman, C.B., Prodohl, P.A., Shivji, M.S. 2008. Global Phylogeography of the Great (*Sphyrna mokarran*) and Smooth (*Sphyrna zygaena*) Hammerhead Sharks. American Elasmobranch Society 24th Annual Meeting, Montreal, Canada, July 23-28, 2008.
- Testerman, C.B. 2014. Molecular Ecology of Globally Distributed Sharks. Doctoral dissertation, Nova Southeastern University.
- Vladykov, V.D. 1935. Some unreported and rare fishes for the coast of Nova Scotia. *Proceedings of the Nova Scotian Institute of Science* 19(1).
- Vooren, C. M., Klippel, S., Galina, A.B. 2005. Biologia e status conservação dos tubarão-martelo *Sphyrna lewini* e *S. zygaena*. En: Vooren C. M. & Klippel S. (Eds.), *Ações para a conservação de tubarões e raias no sul do Brasil*. Igaré, Porto Alegre. pp. 97–112.
- Wourms, J. P. 1977. Reproduction and Development in Chondrichthyan Fishes. *American Zoologist* 17: 379–410.
- Wray-barnes, A. 2016. Age, growth and patterns of occurrence in smooth hammerhead sharks (*Sphyrna zygaena*) off the coast of New South Wales, Australia. (Master's degree thesis), The University of Newcastle, Australia.
- Zaera, D., Alcalá, A. 2005. First record of *Sphyrna zygaena* (Chondrichthyes: Sphyrnidae) from Angola. *Cybium* 29(4): 417–418.