

**SECRETARÍA DEL MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS  
NATURALES (SEMARNAT),  
SUBSECRETARIO DE FOMENTO Y NORMATIVIDAD  
AMBIENTAL DE LA SEMARNAT.  
PRESIDENCIA DEL COMITÉ CONSULTIVO NACIONAL DE NORMALIZACIÓN DEL MEDIO  
AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES.  
P R E S E N T E .**

**ASUNTO:** Se solicita modificación de NOM-  
SEMARNAT-059-2010, en términos del artículo 56 de  
la Ley General de Vida Silvestre.

Alejandro Olivera Bonilla, en mi calidad de representante legal de Biological Diversity INC, carácter que acredito mediante la copia certificada de la escritura número: 13,388 de fecha 7 de febrero de 2020, otorgada ante la fe del Lic. Karim Francisco Martínez Lizarraga, notario público número: 22, con ejercicio en la ciudad de La Paz, estado de Baja California Sur, cuyas facultades no me han sido revocadas, limitadas, ni modificadas, señalando como domicilio para oír y recibir todo tipo de documentos, notificaciones y citas el ubicado en la calle de Isleños #312 Fraccionamiento Paseos del Cortés, La Paz, B. C. S., C.P:23017, con correo electrónico para recibir notificaciones: umavsil@yahoo.com.mx y/o lic.alex.leyva@gmail.com y autorizando para los mismos efectos e incluso para practicar todo tipo de diligencias que por virtud de la presente demanda constitucional se deban de realizar al suscrito, con las facultades más amplias en los términos del segundo párrafo del artículo 19 de la Ley Federal de Procedimiento Administrativo, al Lic. Alejandro Leyva Hernández y/o Lic. Iván Antonio Castro Beltrán y/o al Licenciado Edson Darío Gonzáles Olachea, y/o Ing. Adrián Morales Enciso, autorización que se le concede para facultarlos para actuar en forma conjunta o separada con el suscrito, ante usted respetuosamente expongo:

Que con fundamento en lo así regulado por los artículos 4º, 8, 14, 16, y demás relativos aplicables de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (en adelante CPEUM), artículos 15 fracciones I, III, VII y VIII, 79 fracciones I, III y VII, 80 fracciones I, II y IV, 83, 84, y demás relativos aplicables de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (en adelante LGEEPA), 1º, 5º fracción VIII, 56 segundo párrafo, 57, 58 y demás

relativos aplicables de la Ley General de Vida Silvestre (en adelante LGVS), 1º, 2º, 3º fracción I, 5º fracciones VI, X Y XI, 34, 35 fracción I, 41 fracción V y demás relativos aplicables de la Ley Sobre la Ley de Infraestructura de Calidad (en adelante LIC), 28, 30, 39, 40 y de más relativos del Reglamento de la Ley Sobre Metrología y Normalización vigente (en adelante RLMN) 8, fracciones III, IV y V del Reglamento Interior de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (en adelante RIS) y Principios 7, 10, 11 y 15 de la Declaración de Río, Sobre el Ambiente y Desarrollo de fecha 14 de junio de 1992, vengo a solicitar a esta Subsecretaría se inicie el proceso de modificación del Anexo Normativo III, Lista de especies en riesgo de la NOM-SEMARNAT-059-2010 con el propósito de incluir en este estatus de protección a las especies que más adelante se precisan y bajo los argumentos, información y razones que se esgrimen y contienen en los estudios correspondientes de cada especie que se acompañan a esta petición, siendo las especies de interés en este asunto las siguientes:

1. Tiburón Mako de aleta corta (*Isurus oxyrinchus*),
2. Tiburón Martillo Común (*Sphyrna lewini*),
3. Gran Tiburón Martillo (*Sphyrna mokarran*) y
4. Tiburón Martillo Baya o Cornuda Prieta (*Sphyrna zygaena*),
5. Pepino de Mar (*Parastichopus parvimensis*).

Se precisa destacar el hecho relevante para sustentar aún más esta solicitud, de que el tiburón Mako de aleta corta aquí propuesta, fue incluida en el apéndice II durante la COP 18 de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES), por iniciativa del Gobierno de México, a la que se sumaron Bangladesh, Benín, Brasil, Burkina Faso, Bután, Cabo Verde, Chad, Côte d'Ivoire, Egipto, Gabón, Gambia, Jordania, Líbano, Liberia, Maldivas, Malí, Nepal, Níger, Nigeria, Palau, República Dominicana, Samoa, Senegal, Sri Lanka, Sudán, Togo y Unión Europea.

Así mismo, se incluyeron cinco especies de tiburones y todas las mantarrayas en el Apéndice II en la CoP16 en 2013. Estas especies se añadieron a las otras especies de tiburones y peces sierra (elasmobranquios) que ya se habían incluido en los Apéndices de la CITES en la última

década. Incluyendo las especies de Tiburon Martillo aquí enlistadas, las cuales fueron apoyadas por el Gobierno de México.

Hecho este que permite entender la relevancia de esta petición y destaca especialmente lo impostergable para ser incluidas en el estatus de protección regulado por la NOM-SEMARNAT-059-2010.

Asimismo, se solicita se considere la inclusión de la especie de Pepino de Mar, *Parastichopus parvimensis*, al presentar a esta fecha condiciones de extrema vulnerabilidad. Se estima que se ha producido una disminución del 30 a 40% en todo el rango de la especie en las últimas 3 generaciones. Conforme se explica y se acredita en sus extremos en el estudio que de esta especie se acompaña a esta solicitud.

De aquí que se presente relevante en este momento, que a partir de esta petición, esta Subsecretaría inicie, con nuestra participación, el procedimiento de modificación de la NOM-SEMARNAT-059-2010 para la inclusión en el anexo normativo III de las especies inmediatamente aquí precisadas, con sustento en los estudios respectivos que se adjuntan a esta petición, la cual se sustenta y tiene fundamento en lo así previsto en el artículo 56 segundo párrafo de la LGVS vigente que a saber en este tema previene expresamente lo siguiente:

***Las listas respectivas serán revisadas y, de ser necesario, actualizadas cada 3 años o antes si se presenta información suficiente para la inclusión, exclusión o cambio de categoría de alguna especie o población. Las listas y sus actualizaciones indicarán el género, la especie y, en su caso, la subespecie y serán publicadas en el Diario Oficial de la Federación y en la Gaceta Ecológica.***

Por lo que aun cuando se encuentra recientemente realizada la modificación del anexo normativo III en comento, estimamos que en esa modificación, por razones que desconocemos, no se consideró debidamente la condición de riesgo y amenaza que tienen estas especies hoy en día, por lo que al otorgárenos el invocado artículo 56 de la LGVS el derecho para proponer esta inclusión antes de transcurridos tres años de la publicación de la

última modificación, al presentar para ello la información suficiente y completa que sustenta en sus extremos esta solicitud, es que estimamos procedente conforme a derecho que se inicie este procedimiento de evaluación, petición que se robustece al cotejar lo regulado en el artículo 41 en su fracción V de la nueva LIC, que a saber determina lo siguiente:

***Artículo 41. El procedimiento de modificación de una Norma Oficial Mexicana se ajustará a lo previsto en el artículo 35 de esta Ley.***

***El Reglamento de esta Ley podrá establecer procedimientos simplificados de modificación y cancelación de Normas Oficiales Mexicanas.***

***El procedimiento de modificación o cancelación de las Normas Oficiales Mexicanas podrá iniciarse en cualquier momento, siempre que la Norma Oficial Mexicana haya entrado en vigor, por cualquiera de los siguientes motivos según resulten aplicables al supuesto de que se trate:***

***[...]***

***V. Cuando la Autoridad Normalizadora así lo considere conveniente, siempre que exista una justificación para ello.***

Por lo que al presentar la justificación correspondiente para cada caso propuesto, es que se debe iniciar el proceso sin demora, bajo el sustento de los estudios que aquí se acompañan y prueban en sus extremos que la inclusión pedida se presenta impostergable y como un asunto de interés público y congruente con lo previsto en el artículo 4º de nuestra Carta Magna y en lo previsto en el artículo 10 fracción VIII de la invocada LIC vigente que en este tema previene lo siguiente:

***Artículo 10. Las Normas Oficiales Mexicanas tienen como finalidad atender las causas de los problemas identificados por las Autoridades Normalizadoras que afecten o que pongan en riesgo los objetivos legítimos de interés público. Para efectos de esta Ley, se consideran como objetivos legítimos de interés público:***

***[...]***

***VIII. la protección al medio ambiente y cambio climático;***

Por lo que la inclusión de las especies aquí propuestas en el anexo III de la NOM-SEMARNAT-059-2010, se encuentra íntimamente ligado a un verdadero ejercicio impostergable de respecto al derecho a un medio ambiente adecuado para las personas y la obligación de las autoridades, en este caso de esta Secretaría, de atender los medios para garantizar un medio ambiente adecuado. Que en apoyo a mi dicho invoco la Tesis I.40.A.J/2 de la Décima Época, visible en su página 1627, que a la letra indica:

***DERECHO A UN MEDIO AMBIENTE ADECUADO PARA EL DESARROLLO Y BIENESTAR. ASPECTOS EN QUE SE DESARROLLA.***

*El derecho a un medio ambiente adecuado para el desarrollo y bienestar de las personas, que como derecho fundamental y garantía individual consagra el artículo 40., párrafo quinto, de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, se desarrolla en dos aspectos: a) en un poder de exigencia y un deber de respeto erga omnes a preservar la sustentabilidad del entorno ambiental, que implica la no afectación ni lesión a éste (eficacia horizontal de los derechos fundamentales); y b) en la obligación correlativa de las autoridades de vigilancia, conservación y garantía de que sean atendidas las regulaciones pertinentes (eficacia vertical).*

***CUARTO TRIBUNAL COLEGIADO EN MATERIA ADMINISTRATIVA DEL PRIMER CIRCUITO.***

*Amparo en revisión 496/2006. Ticic Asociación de Nativos y Colonos de San Pedro Tláhuac, A.C. 17 de enero de 2007. Unanimidad de votos. Ponente: Jean Claude TronPetit. Secretaria: Sandra Ibarra Valdez.*

*Amparo en revisión (improcedencia) 486/2008. Asociación de Residentes de Paseos de Las Lomas, A.C. 28 de enero de 2009. Unanimidad de votos. Ponente: Jean Claude TronPetit. Secretaria: Claudia Patricia Peraza Espinoza.*

*Amparo en revisión (improcedencia) 230/2009. Carla Alejandra Chávez V. 24 de junio de 2009. Unanimidad de votos. Ponente: Patricio González-Loyola Pérez. Secretario: Miguel Ángel Betancourt Vázquez.*

*Amparo en revisión 267/2010. Margarita Ornelas Teijo. 18 de noviembre de 2010. Unanimidad de votos. Ponente: Jean Claude TronPetit. Secretaria: Claudia Patricia Peraza Espinoza.*

**Queja 35/2013. Integradora de Empresas Avícolas de La Laguna Durango Coahuila, S.A. de C.V. 6 de junio de 2013. Unanimidad de votos. Ponente: Patricio González-Loyola Pérez. Secretario: José Pablo Sáyago Vargas.**

Es el caso concreto se trata del derecho a un medio ambiente adecuado para el desarrollo y el bienestar, amén de estar el mismo expresamente regulado por la Carta Magna en su artículo 4 párrafo quinto, situación que es de gran relevancia ya que significa que constituye en sí mismo el "interés social" de la sociedad mexicana e implica y justifica restricciones estrictamente necesarias y conducentes a preservar y mantener ese interés, conforme lo precisa y se previenen puntualmente en las leyes que establecen el orden público y así efectivamente evitar el posible deterioro ambiental, asunto no menor y en que cobra aplicación de manera analógica y en lo conducente la Tesis I.40.A.447 A, visible en su página 1799, que a la letra indica:

**MEDIO AMBIENTE ADECUADO PARA EL DESARROLLO Y BIENESTAR.  
CONCEPTO, REGULACIÓN Y CONCRECIÓN DE ESA GARANTÍA.**

*El artículo 40., párrafo quinto, de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, adicionado el 28 de junio de 1999, consagra el derecho subjetivo que tiene todo individuo a un medio ambiente adecuado para su desarrollo y bienestar. Asimismo, la preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al medio ambiente en el territorio nacional está regulada directamente por la Carta Magna, dada la gran relevancia que tiene esta materia. En este sentido, la protección del medio ambiente y los recursos naturales es de tal importancia que significa el "interés social" de la sociedad mexicana e implica y justifica, en cuanto resulten indisponibles, restricciones estrictamente necesarias y conducentes a preservar y mantener ese interés, precisa y puntualmente, en las leyes que establecen el orden público. Es así, que la Norma Oficial Mexicana de Emergencia NOM-EM-136-ECOL-2002, protección ambiental-especificaciones para la conservación de mamíferos marinos en cautiverio, en sus puntos 5.8.7 y 5.8.7.1, prohíbe la exhibición temporal o itinerante de los cetáceos. Ahora bien, de los artículos 40., párrafo cuarto, 25, párrafo sexto y 73, fracción XXIX-G, de la Constitución Federal, interpretados de manera sistemática, causal teleológica y por principios, se advierte que protegen el derecho de las personas a un medio ambiente adecuado para su desarrollo y bienestar, el adecuado uso y explotación de los recursos*

*naturales, la preservación y restauración del equilibrio ecológico y el desarrollo sustentable. La protección de un medio ambiente adecuado para el desarrollo y bienestar, así como la necesidad de proteger los recursos naturales y la preservación y restauración del equilibrio ecológico son principios fundamentales que buscó proteger el Constituyente y, si bien, éste no define de manera concreta y específica cómo es que ha de darse dicha protección, precisamente la definición de su contenido debe hacerse con base en una interpretación sistemática, coordinada y complementaria de los ordenamientos que tiendan a encontrar, desentrañar y promover los principios y valores fundamentales que inspiraron al Poder Reformador.*

**CUARTO TRIBUNAL COLEGIADO EN MATERIA ADMINISTRATIVA DEL PRIMER CIRCUITO.**

***Amparo en revisión 28/2004. Convimar, S.A. de C.V. 26 de mayo de 2004. Unanimidad de votos. Ponente: Jean Claude TronPetit. Secretaria: Cristina Fuentes Macías.***

A esta solicitud se acompañan los siguientes documentos, que contienen los estudios justificativos y que sustentan la inclusión pedida y que corresponde a los siguientes:

1. Estudio Justificativo para el Tiburón Mako de aleta corta, (*Isurus oxyrinchus*),
2. Estudio Justificativo para el Tiburón Martillo Común, (*Sphyrna lewini*),
3. Estudio Justificativo para el Gran Tiburón Martillo, (*Sphyrna mokarran*) y
4. Estudio Justificativo para el Tiburón Martillo Baya o Cornuda Prieta (*Sphyrna zygaena*),
5. Estudio Justificativo para el Pepino de Mar, (*Parastichopus parvimensis*).

Por lo anteriormente motivado y fundado, respetuosamente solicito se sirvan:

**PRIMERO.-** Tenerme por presentado con este escrito y documentos que se acompañan, reconociendo la personalidad con la que actúo, solicitando en los términos así previstos en el segundo párrafo de la LGVS vigente, se inicie el procedimiento de modificación de la NON-SEMARNAT-059-2010 en los términos aquí planteados.

**SEGUNDO.-** Evaluar los estudios justificativos que se acompañan a esta petición y en sustento a los mismos iniciar el procedimiento de modificación planteado.

**BAJO PROTESTA DE DECIR VERDAD**

**La Paz, B. C. S. a 20 de enero de 2021.**



## Evaluación de *Parastichopus parvimensis* de acuerdo a los criterios de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010

### 1. DATOS GENERALES DEL RESPONSABLE DE LA PROPUESTA

Autor y responsable de la propuesta: M. en C. Alejandro Olivera Bonilla,  
Organización: Center for Biological Diversity  
Correo electrónico: [aolivera@biologicaldiversity.org](mailto:aolivera@biologicaldiversity.org)

### 2. NOMBRE CIENTÍFICO VÁLIDO CITANDO LA AUTORIDAD TAXONÓMICA RESPECTIVA

*Parastichopus parvimensis* (H.L. Clark, 1913)<sup>1</sup>

Descripción original de *Stichopus parvimensis*, H.L. Clark, 1913.

### SINÓNIMOS

*Apostichopus parvimensis* (H.L. Clark, 1913)

*Stichopus parvimensis* (H.L. Clark, 1913)

### NOMBRES COMUNES

Pepino de mar (Español)

Warty sea cucumber (Inglés)

### TAXONOMIA

**Reino:** Animalia

**Phylum:** Echinodermata

**Subphylum:** Echinozoa

**Clase:** Holothuroidea

---

<sup>1</sup> Descripción original de Clark, H.L. (1913). Echinoderms from Lower California, with descriptions of new species. Bulletin of the American Museum of Natural History. 32: 185-236, pls. XLIV-XLVI, disponible en: <https://www.biodiversitylibrary.org/page/26890747>



**Subclase:** Actinopoda

**Orden:** Synallactida

**Familia:** Stichopodidae

**Género:** *Parastichopus*



**Figura 1.** Ejemplar de *Parastichopus parvimensis* en su medio natural. Claudio Contreras Koob/CONABIO

### 3. MOTIVO DE LA PROPUESTA

La evaluación de *Parastichopus parvimensis* por medio de la MER sugiere que debe incluirse en la NOM-059 bajo la categoría “Amenazada” (A); debido a su endemismo, limitada distribución y a la explotación que está sujeta su población. Se captura con fines comerciales y ha experimentado una disminución significativa en partes de su rango en el pasado. Actualmente se gestiona con permisos de pesca en California y en México. Se ha estimado que tuvo una reducción de la población de aproximadamente el 50% en Baja California, y una disminución mínima del 30% en California. Por lo tanto, se estima que se ha producido una disminución del 30 a 40% en todo el rango de la especie en las últimas 3 generaciones.<sup>1</sup>



#### 4. MER

##### CRITERIO A. Amplitud de la distribución del taxón en México

- Descripción de la distribución
- Mapa y método de construcción
- Evaluación del tamaño relativo de la distribución

##### Descripción de la distribución

*Parastichopus parvimensis* se distribuye desde el Monterey, California hasta Punta Abreojos, Baja California Sur, México. Habita en una gran variedad de hábitats, en fondos de arena, roca y fango, desde la zona intermareal hasta aproximadamente los 40 metros de profundidad pero su presencia se ha reportado hasta 70 m de profundidad<sup>2,3</sup>. Es un holotúrido detritívoro epibentónico que se alimenta de depósitos, actuando como un “bioturbador” que redistribuye los sedimentos en el proceso de alimentación<sup>4</sup>. Es más abundante en arrecifes poco profundos donde se alimenta de detritos orgánicos contenidos en capas delgadas de suave sedimentos que se acumulan en el fondo<sup>5</sup>.

Se ha reportado una fluctuación estacional en su abundancia, con fluctuaciones estacionales en su densidad, debido a su desplazamiento aguas más profundas, lo que coincide con una evisceración espontánea<sup>6</sup>.

##### Método de construcción del mapa y evaluación del tamaño relativo de la distribución

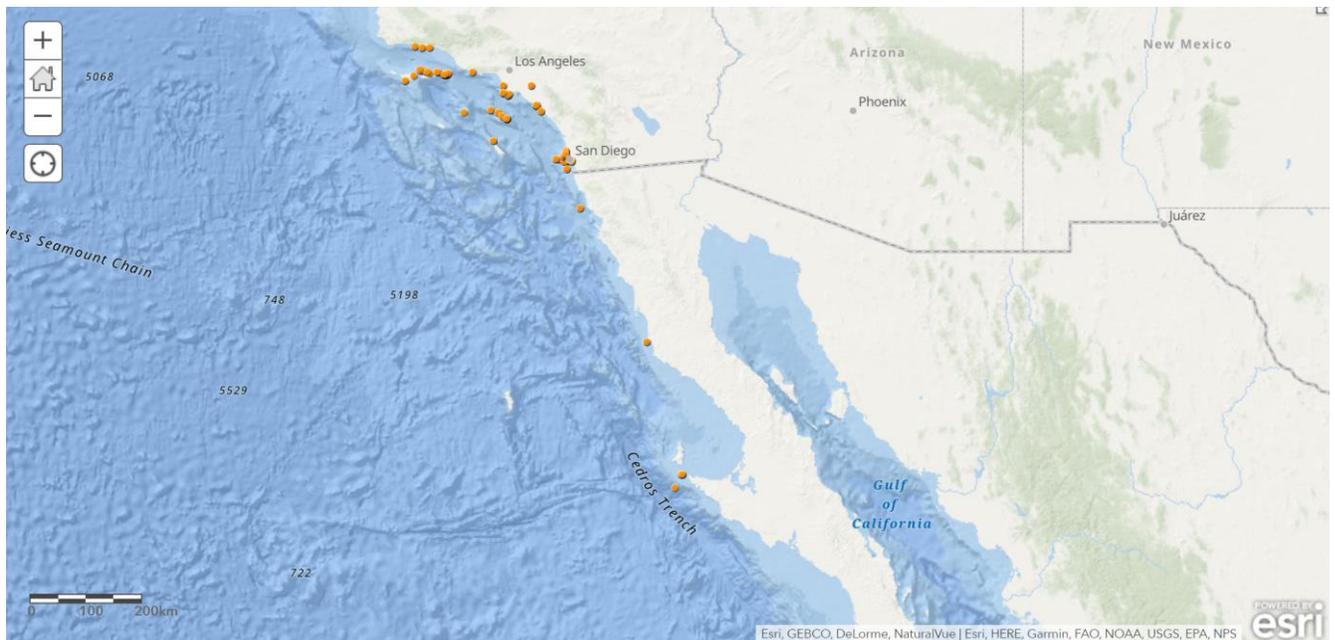
Se elaboró un mapa en el Sistema de Información Geográfica ArcGIS para mostrar la distribución actual. Para ello, se obtuvieron los registros de las bases de datos tanto de *Apostichopus parvimensis* (H.L. Clark, 1913) como de *Parastichopus parvimensis* (H.L. Clark, 1913) del Sistema de Información Biogeográfico del Océano (OBIS) y de la Infraestructura Mundial de Información en Biodiversidad (GBIF)<sup>2</sup>, las cuales incluyen

---

<sup>2</sup> GBIF.org (16 Mar 2020) GBIF Occurrence Download <http://sci-hub.tw/10.15468/dl.pg66ny>



registros de SIO Benthic Invertebrate Collection (1 registro), Formación de una base de datos de la biodiversidad de fauna marina y costera en el Golfo de California (1 registro), iNaturalist Research-grade Observations (107 registros), Ocean Genome Legacy Collection (10 registros), The echinoderm collection (IE) of the Muséum national d'Histoire naturelle (MNHN - Paris) (3 registros), NMNH Extant Specimen Records (8 registros), Catálogo de los equinodermos recientes de México (Fase II) (2 registros), Natural History Museum (London) Collection Specimens (2 registros), Museum of Comparative Zoology (6 registros), Harvard University, CAS Invertebrate Zoology (IZ) (6 registros), Royal BC Museum - Invertebrates Collection (1 registro), International Barcode of Life project (iBOL) (2 registros). Todo los registros se depuraron para obtener registros únicos y evitar duplicados. 2



**Mapa 1.** Distribución geográfica de *Parastichopus parvimensis*. Los puntos señalan los registros de la especie.



**Mapa 2.** Poblaciones existentes de *Parastichopus parvimensis* según UICN 2012.

Como se puede observar, el rango ya limitado de esta especie de pepino ha disminuido considerablemente hasta quedar **muy restringido** por debajo del 1% del territorio nacional.

#### **CRITERIO B. Estado del hábitat con respecto al desarrollo natural del taxón**

- **Análisis diagnóstico del estado actual del hábitat y descripción de cómo se llevó a cabo la diagnosis.**
- **Evaluación del estado actual del hábitat con respecto a las necesidades naturales del taxón**

#### **Antecedentes (tipo de hábitat que la especie ocupa)**

Los equinodermos en general, habitan en todos los mares y desde las aguas litorales a grandes profundidades, muchos suelen vivir en grupos y en gran cantidad. La clase Holothuroidea incluye organismos que tienden a congregarse en áreas donde hay una gran cantidad de materia orgánica en los sedimentos del fondo marino, que habitan



principalmente sobre la superficie de los sedimentos. Por otra parte, la distribución de los pepinos de mar parece que no está determinada por la presión hidrostática, ya que no es un elemento que afecte la ecología o distribución vertical de estos organismos, puesto que se les encuentra en todas las profundidades y su intervalo batimétrico. Por lo que es probable que la temperatura desempeñe el papel más importante en la distribución de los holotúridos. Otra característica que les favorece para vivir en zonas muy profundas es que su esqueleto está constituido por espículas calcáreas microscópicas de diferentes tipos, en general en forma de barrote, espiras, botones, tablas, etc<sup>7</sup>.

Los pepinos de mar remueven anualmente una gran cantidad de sedimento, por lo que son organismos muy necesarios en las comunidades bentónicas, son los responsables de cambios significativos en la composición del sedimento marino y por ende, en el reciclaje de nutrientes. Además, son frecuentes hospederos de diferentes especies de cangrejos, camarones, peces, etc<sup>8</sup>.

El género *Parastichopus* normalmente se encuentra en mayores densidades asociado a sustratos de pedazos de conchas, rocas, y sedimentos gruesos, y en densidades menores en sustratos lodosos o arcillosos<sup>9</sup>. Sin embargo para *P. parvimensis* se ha reportado una preferencia por el fondo suave como hábitat dominante observado en general, en la Isla Anacapa, California. Y hábitats duros y mixtos menos comunes. Así mismo, en cuanto hábitat no suave, el sustrato rocoso también es relativamente común<sup>10</sup>.

### **Análisis diagnóstico del estado actual del hábitat (incluir aquí si existiese, el riesgo de factores ambientales estocásticos y drásticos, como sequías prolongadas o huracanes)**

La acidificación del océano impulsada por el aumento continuo los niveles atmosféricos de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) ejercen potencialmente consecuencias



negativas para los organismos y ecosistemas marinos<sup>11</sup>. 3), además que diversos eventos de extinción masiva están asociados con evidencia de acidificación de los océanos<sup>12</sup>. El pH promedio de la superficie del océano ha disminuido en 0.1 unidades desde la revolución preindustrial. Además, en escenarios similares de emisión de CO<sub>2</sub>, los modelos predicen que la concentración atmosférica de CO<sub>2</sub> podría alcanzar 750 y 1900 ppm, lo que reduciría el pH global de las aguas superficiales en 0.4 y 0.7 unidades por en los años 2100 y 2300, respectivamente<sup>13</sup>.

Los equinodermos controlan la estructura de la comunidad y funcionan como ingenieros dominantes o bioturbadores en ecosistemas marinos<sup>14</sup>. Además, los pepinos de mar son calcificadoras y se predice que serán más sensibles a la acidificación del océano que no calcificadores. Por ello los impactos de la acidificación en los equinodermos ha sido bien estudiada, ya que los pepinos juegan un papel importante en el funcionamiento del ecosistema, en el reciclaje de carbonato y reciclaje de nutrientes.

Al igual que *P. parvimensis* el pepino de mar *Apostichopus japonicus* habita en la zona submareal poco profunda (0 a 50 m) en Asia oriental. Se ha reportado para el hábitat de esta especie una acidificación del agua de mar intensificada con la eutrofización. Además, en tales hábitats, el CO<sub>2</sub> antropogénico adicional conduce a un aumento considerable en el promedio de la *p*CO<sub>2</sub> en el océano superficial. Para *Apostichopus japonicus* cuando el pH disminuye más allá sus bordes de nicho, por ejemplo, a pH 7.41, la reducción del pH no solo afecta significativamente las tasas fisiológicas, sino también el patrón de asignación de energía, lo que obviamente reduce la energía asignada al crecimiento somático<sup>15</sup>.

También se ha documentado que el pH del fluido celómico es significativamente afectado negativamente por la reducción del pH del agua de mar, con una pronunciada acidosis extracelular en pepinos de mar mantenidos a pH 7.7 y 7.4. Esta acidosis se debe a un mayor contenido de carbono inorgánico disuelto y *p*CO<sub>2</sub> del fluido celómico, lo que indica una difusión limitada del CO<sub>2</sub> hacia el medio externo<sup>16</sup>.



Experimentos con el pepino de mar *Cucumaria frondosa* indican que un pH bajo con un  $p\text{CO}_2$  la síntesis de gametos se interfiere, lo que genera discrepancias en la flotabilidad y morfología y desarrollo del ovocito y el embrión, lo que se traduce en un 100% de mortalidad antes de la etapa de la blástula. También se encontraron diferencias en la apariencia microestructural de los huesecillos y el contenido de lípidos de los músculos, las gónadas y los ovocitos engendrados<sup>17</sup>.

Finalmente la Carta Nacional Pesquera (2018) indica que el incremento de temperatura superficial del mar favorece el desove de *P. parvimensis*. La falta de nutrientes asociada a El Niño y La Mancha en áreas de surgencia costera puede afectar la fase larvaria y juvenil. El pepino de mar habita zonas someras (0-50 m) con ausencia de corrientes. En años El Niño/Oscilación del Sur (ENOS), la captura por unidad de esfuerzo (CPUE) pudiera resultar afectada debido al aumento de tormentas.

### **Evaluación del estado actual del hábitat con respecto a las necesidades naturales del taxón**

Los pepinos de mar juegan papeles importantes en la bioturbación. La mayoría se alimentan de depósitos, reduciendo la carga orgánica y redistribuyen los sedimentos superficiales, haciéndolos biorremediadores. Estos excretan nitrógeno y fósforo inorgánicos, mejorando la productividad de la biota bentónica. La alimentación y la excreción de los pepinos de mar también actúan para aumentar la alcalinidad del agua de mar, lo que contribuye a la amortiguación local de la acidificación del océano. Así mismo, albergan más de 200 especies de parásitos y simbioses comensales de siete filos, mejorando así la biodiversidad del ecosistema. Son aprovechado por muchos taxones, transfiriendo así el tejido animal y los nutrientes (derivados de los detritos y microalgas) a niveles tróficos más altos. Es por ello que una sobreexplotación pesquera de los pepinos afecta la salud de los sedimentos, reduce el reciclaje de nutrientes y los posibles beneficios de la alimentación de depósitos a la química del agua de mar,



disminuyendo la biodiversidad de los simbioses asociados y reduciendo la transferencia de materia orgánica de detritos a niveles tróficos más altos<sup>18</sup>.

No existen estudios específicos sobre la afectación del hábitat de *P. parvimensis*, sin embargo la especie es explotada desde 1989, y la captura por unidad de esfuerzo muestra que la tendencia es decreciente desde 1997, como resultado del esfuerzo en las áreas tradicionales de pesca, así mismo, se ha documentado que la captura comercial hay una gran cantidad de ejemplares cuyo peso fue inferior al de primera madurez<sup>19</sup>. Lo que significa que podría haber afectaciones en la salud de los sedimentos, el reciclaje de nutrientes y disminución de los posibles beneficios de la alimentación de depósitos a la química del agua de mar, disminuyendo la biodiversidad de los simbioses asociados y reduciendo la transferencia de materia orgánica de detritos a niveles tróficos más altos<sup>20</sup>.

Estudios con *Apostichopus japonicus* han demostrado que la exposición crónica a metales pesados (Cd, Zn y Cu) inhibe el crecimiento del pepino de mar, y la tasa de crecimiento específica del pepino de mar disminuye con el aumento en la concentración de metales. En la bahía de Todos Santos, Ensenada, lugar de captura de *P. parvimensis* se han detectado que los elementos Cd, Cu y Zn muestran correlaciones significativas ( $p < 0.05$ ) entre factores de enriquecimiento y el índice de efectos adversos biológicos. El Cu mostró una relación de 0.74: 1, lo que significa que cualquier enriquecimiento por encima de 0.74 podría representar efectos biológicos adversos. Se encontró el puerto de Ensenada y la zona próxima al sitio de vertido de dragado mostró enriquecimientos de metales que podrían ser tóxicos<sup>21</sup>.

En la misma bahía de Todos Santos, BC, se han reportado altas concentraciones y enriquecimientos de plata ( $0.051\text{--}0.071 \mu\text{g g}^{-1}$  peso seco) y cadmio ( $1.9 \mu\text{g g}^{-1}$  peso seco) las cuales se asociaron a actividades de dragado portuario y afloramiento costero, respectivamente<sup>22</sup>.



### **CRITERIO C. Vulnerabilidad biológica intrínseca del taxón**

- **Antecedentes (historia de vida de la especie)**
- **Análisis diagnóstico del estado actual de la especie y descripción de cómo se obtuvo dicha diagnosis**
- **Evaluación de qué factores lo hacen intrínsecamente vulnerable**

#### **Antecedentes (historia de vida de la especie).**

Los pepinos de mar son dioicos y la proporción sexual es 1:1 durante la etapa reproductiva; sin embargo, para *P. parvemensis* este periodo varía latitudinalmente en la costa occidental de Baja California, ya que en las poblaciones de las bahías de Todos Santos y del Rosario, ubicadas en el norte de la península de Baja California, sucede en el lapso primavera-verano, mientras que en Isla Natividad y en Bahía Tortugas, localizadas en el centro de la península, es en invierno-primavera. Por otro lado, las gónadas completamente desarrolladas se observan en individuos cuyo peso varía entre 120 y 160 g de peso corporal y comienzan a reproducirse alrededor de los dos años de vida<sup>23</sup>.

Por su demanda y precio en el mercado asiático, *P. parvimensis* es una de las principales especies de importancia comercial en la costa noroeste de la Península de Baja California, zona de distribución de la especie en México. La pesquería de pepino de mar inició en Baja California en 1989. En Baja California Sur inició en Isla Natividad como pesca de fomento en 1996 y de manera comercial en 2004. Las presentaciones del producto son deshidratado, peso completo, eviscerado y precocido-salado; se destina al mercado asiático<sup>24</sup>. Su gran demanda y alto precio en el mercado asiático, aunados a la falta de reglamentación, originaron la sobreexplotación del recurso en Baja California, por lo que de mayo de 2000 a mayo de 2004 su captura fue restringida al régimen de "pesca de fomento" con el fin de aumentar el conocimiento biológico-poblacional del recurso. Se han realizado pocos estudios sobre esta especie en el país. Entre ellos, en



Baja California se han hecho algunos estudios sobre su ciclo reproductor y crecimiento<sup>25</sup>, mientras que en Baja California Sur (BCS) se han realizado investigaciones principalmente sobre índices de abundancia (Centro Regional de Investigación Pesquera-La Paz, Instituto Nacional de Pesca) y distribución de la especie en el estado<sup>26</sup>, así como sobre el desarrollo gonádico por medio de observaciones morfofocromáticas y algunos aspectos de crecimiento. Sin embargo, en BCS no se han realizado investigaciones sobre la biología reproductiva de la especie para sugerir y complementar criterios de manejo<sup>27</sup>.

Fajardo-León y colaboradores (2008) describió el desarrollo gonádico, periodo y aspectos biológicos de la reproducción de *P. parvimensis*, para proponer estrategias de manejo para su aprovechamiento comercial y contribuir con el plan de manejo de la especie en el estado.

La Carta Nacional Pesquera (2018) indica que actualmente se captura en aguas marinas de Jurisdicción Federal de la costa noroccidental de la Península de Baja California, desde Tijuana, Baja California hasta Punta Abreojos, Baja California Sur. Para esto, se utiliza una embarcación menor con motor fuera de borda y equipo de buceo semiautónomo tipo "Hooka".

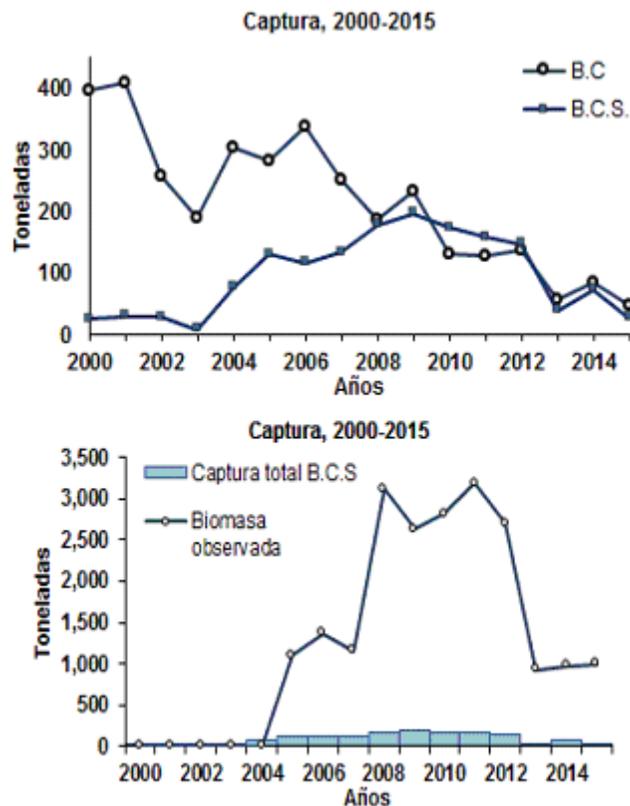
### **Análisis diagnóstico del estado actual de la especie y descripción de cómo se obtuvo dicha diagnosis.**

La captura del verrugoso pepino de mar *Parastichopus parvimensis* frente al noroeste de Baja California disminuyó desde 1997 de 622 toneladas métricas a casi un tercio durante la siguiente década, en una cosecha relativamente estable<sup>28</sup>.

La Carta Nacional Pesquera (2018) indica que *P. parvimensis* está **aprovechado al máximo sustentable**. En Baja California la captura promedio en el periodo 2000-2015 fue 217.6 t; la tendencia en este periodo fue negativa y en 2015 se registró el valor histórico más bajo (54.4 t). En Baja California Sur la captura promedio en el periodo 2000-

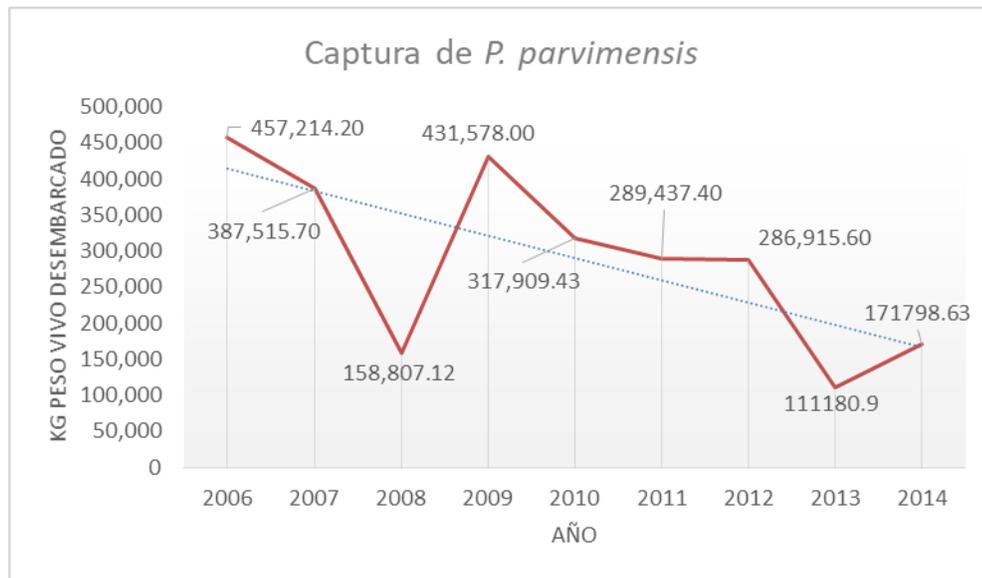


2015 fue 99 t. La captura presentó una tendencia positiva entre los años 2003-2009; en los últimos 6 años la tendencia fue negativa, con un registro de 31 t en 2015. La biomasa estimada en Baja California Sur mostró tendencia positiva en el periodo 2005-2011 y a partir de este año y hasta el 2015 se presentó una disminución de 2,000 t. La investigación pesquera se realiza en esquema de co-manejo y corresponsabilidad entre el INAPESCA y los usuarios del recurso.



Captura en peso fresco eviscerado. (Carta nacional Pesquera 2018)

Al ser *P. parvimensis* una especie sujeta a la captura comercial, se obtuvieron datos de capturas en kilogramos de peso vivo de las oficinas de la costa del océano Pacífico de los Estados de Baja California y Baja California Sur, toda vez que es la única especie de pepino con esos volúmenes de aprovechamiento.



Registros de captura de *P. parvimensis* de las oficinas de pesca de El Rosario, San Quintín, Ensenada, Villa de Jesús María e Isla Cedros en Baja California y Bahía Asunción, Bahía Tortugas y San Carlos en Baja California Sur<sup>3</sup>.

Existe evidencia de sobreexplotación de los reclutas que presentan un sesgo notable hacia la explotación de pepinos juveniles por los pescadores, en comparación con las frecuencias de peso registrado a partir de muestreos independientes de la pesca. Esto es lo que se conoce en biología pesquera como sobrepesca de reclutamiento<sup>29</sup>.

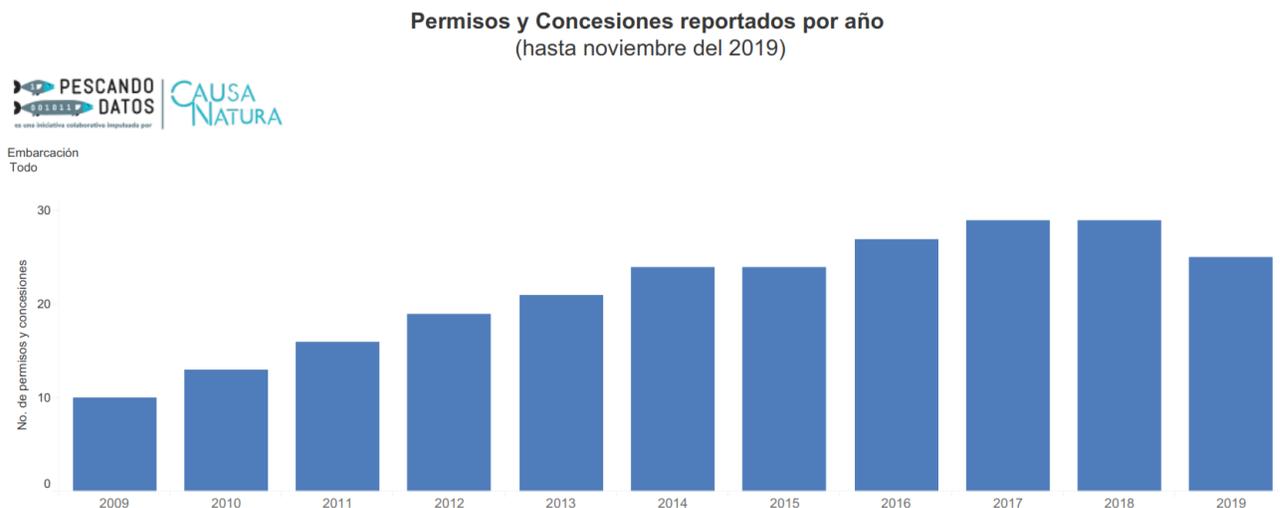
Si bien no hay información reciente sobre el estado de la pesquería, la Carta Nacional Pesquera, publicada en 2018 y con datos de hasta 2015, indica que *P. parvimensis* está **“aprovechado al máximo sustentable y recomienda “no incrementar el esfuerzo en toda la zona donde se realiza al aprovechamiento comercial”**, sin embargo, el esfuerzo pesquero se ha incrementado. Ya con una tendencia a la baja en la población y con registro de aumento pesquero hasta en los años subsecuentes, las poblaciones del pepino de mar podrían estar ya gravemente disminuidas. Además, el registro de

<sup>3</sup>. Fuente: Información Estadística por Especie y Entidad, Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca. [https://www.conapesca.gob.mx/wb/cona/informacion\\_estadistica\\_por\\_especie\\_y\\_entidad](https://www.conapesca.gob.mx/wb/cona/informacion_estadistica_por_especie_y_entidad)



captura de la Carta Nacional Pesquera (2018) indica que las capturas han disminuido por lo menos en dos tercios en volumen de los registros máximos históricos.

Se ha estimado que ha tenido una reducción de la población de aproximadamente el 50% en Baja California, y una disminución mínima del 30% en California, según los niveles de explotación en las Islas del Canal en EEUU. Por lo tanto, se estima que un 30-40% se ha producido un descenso en todo el rango de la especie en las últimas 3 generaciones y es por lo tanto aparece como Vulnerable bajo el criterio de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza<sup>30</sup>.



Permisos de pesca comercial de pepino de mar en Baja California.<sup>4</sup>

## Evaluación de qué factores lo hacen vulnerable

La principal amenaza para *P. parvimenis* es la sobre pesca y el cambio climático. El incremento de temperatura superficial del mar (TSM) favorece el desove de esta especie. La falta de nutrientes asociada a El Niño en áreas de surgencias costeras puede afectar la fase larvaria y juvenil. El pepino de mar habita zonas someras (0-50 m) con

<sup>4</sup> Bases de datos "Permisos y Concesiones de Pesca Comercial" y "Embarcaciones que ampara el permiso o concesión" obtenidas a través de solicitudes de información a la Conapesca vía INAI, realizada en octubre de 2018 y 2019. Vease: Pescandodatos.org



ausencia de corrientes. En años El Niño/Oscilación del Sur (ENOS), la captura por unidad de esfuerzo (CPUE) pudiera resultar afectada debido al aumento de tormentas<sup>31</sup>.

*P. parvmensis* habita en aguas con influencia de la corriente de California, el cual es un sistema de surgencia de límite oriental que se caracteriza por una alta productividad primaria respaldada por la surgencia de aguas ricas en nutrientes desde la profundidad. Estas aguas también son naturalmente corrosivas, con una  $p\text{CO}_2$  relativamente alta y pH relativamente bajo. Los efectos combinados de la corriente ascendente corrosiva y la difusión del  $\text{CO}_2$  antropogénico en las aguas superficiales ya han comenzado a causar degradación de las conchas en los pterópodos a lo largo de la plataforma continental<sup>32</sup>.

A pesar de tener un decremento en las capturas desde hace varios años, la especie no cuenta con instrumentos de regulación como una Norma Oficial Mexicana o Plan de manejo Pesquero.

#### **CRITERIO D. Impacto de la actividad humana sobre el taxón**

- **Factores de riesgo reales y potenciales con la importancia relativa de cada uno de ellos.**
- **Análisis pronóstico de la especie.**
- **Evaluación del impacto.**

#### **Factores de riesgo reales y potenciales con la importancia relativa de cada uno de ellos**

Además de los riesgos ambientales y de sobrepesca de la especie, la especie enfrenta riesgos al ser sobre explotada y no contar con una Norma Oficial Mexicana para regular el aprovechamiento, un Plan de Manejo Pesquero para ordenar el



aprovechamiento del recurso, el incremento en el esfuerzo en toda la zona donde se realiza al aprovechamiento comercial. La falta de orden en los polígonos o zonas de captura para evitar traslapes de dos o más permisionarios en una misma zona en Baja California. Tampoco se ha establecido una veda de febrero a mayo para proteger el proceso reproductivo, un programa de monitoreo y seguimiento de la pesquería que permita evaluar su impacto bajo la coordinación y supervisión del INAPESCA, ni un programa de ordenamiento pesquero para promover zonas integrales de pesca de recursos bentónicos o semi-sésiles de importancia comercial en Baja California, de manera que un solo permisionario u organización pueda aprovechar todos los recursos en una misma zona de pesca en lugar de que diferentes usuarios aprovechen diferentes recursos en una misma zona.

### **Análisis pronóstico de la especie**

A pesar de que no existen estudios recientes poblacionales de la especie existen graves tendencias de decremento de la especie. Sin políticas pesqueras regulatorias, incremento de esfuerzo, y la falta del análisis reciente de la población, la población podría verse gravemente afectada.

Lo anterior se refuerza con el análisis de distribución realizado a partir de las poblaciones existentes actualmente (mapa 2, ver arriba), en el cual la presencia de la especie se restringió a la costa occidental de la península ocupando menos del 1% del mar territorial mexicano.

### **Evaluación del impacto**

Elaborar con dictamen del Inpaesca (se pidió por transparencia)

### **Valor asignado total del MER (la suma de los valores de los criterios A + B + C + D)**

De acuerdo a los expertos, el valor de la MER para *P. parvimensis* es el siguiente:

A= 4 Dado que es una especie con escasa distribución en México (menor a 5% del Territorio Nacional).



B= 1 el estado de su hábitat es propicio o poco limitante

C= 1 Baja vulnerabilidad biológica intrínseca del taxón

D= 4 Alto impacto de la actividad humana sobre el taxón

**A = 4, B = 1, C = 1 y D = 4. Total = 10.**

La puntuación sugiere que la especie *P. parvimensis* debe integrarse en la NOM-059-2010 bajo la categoría de “**Amenazada**” (A)

## 5. BIBLIOGRAFÍA

<sup>1</sup> Mercier, A., Hamel, J.-F., Alvarado, J.J., Paola Ortiz, E., Benavides, M. & Toral-Granda, T.-G. 2013. *Apostichopus parvimensis*. The IUCN Red List of Threatened Species 2013: e.T180368A1621102. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2013-1.RLTS.T180368A1621102.en>. Descargado el 05 Mar 2020

<sup>2</sup> Gluyas-Millán, María Georgina, Quiñónez-Velázquez, Casimiro, González-Ania, Luis Vicente, & Turrubiates-Morales, José R.. (2013). Distribución y abundancia de *Parastichopus parvimensis* (Holothuroidea) en islas de la costa occidental de Baja California Sur, México, durante el periodo reproductivo. *Hidrobiológica*, 23(1), 09-16. Recuperado en 05 de mayo de 2020, de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0188-88972013000100002&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-88972013000100002&lng=es&tlng=es)

<sup>3</sup> de Lourdes Salgado-Rogel, M., Palleiro-Nayar, J. S., Rivera-Ulloa, J. L., Aguilar-Montero, D., Vázquez-Solórzano, E., & del Carmen Jiménez-Quiroz, M. (2009). La pesquería y propuestas de manejo del pepino de mar *Parastichopus parvimensis* en Baja California, México. *Ciencia Pesquera*, 17(1), 18.

<sup>4</sup> Woodby, D., Smiley, S., & Larson, R. (2000). Depth and habitat distribution of *Parastichopus californicus* near Sitka, Alaska. *Alaska Fishery Research Bulletin*, 7(1), 22-32.

<sup>5</sup> Schroeder, S. C., Reed, D. C., Kushner, D. J., Estes, J. A., & Ono, D. S. (2001). The use of marine reserves in evaluating the dive fishery for the warty sea cucumber, *Parastichopus parvimensis* in California, USA. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 58, 1771-1781.

<sup>6</sup> Muscat, A. M. (1984). POPULATION DYNAMICS AND THE EFFECT ON THE INFAUNA OF THE DEPOSIT-FEEDING HOLOTHURIAN *PARASTICHOPUS PARVIMENSIS* (CLARK).

<sup>7</sup> Barnes, R. S. K., P. Calow & P. J. Olive. (1995). *The Invertebrates: a new synthesis*. Blackwell Science Ltd. Great Britain, U.K. 488 p.

<sup>8</sup> Calva, L. G. (2002). Hábitos alimenticios de algunos equinodermos. Parte 2. Erizos de Mar y Pepinos de Mar. *ContactoS*, 47, 54-63.

<sup>9</sup> Woodby, D., Smiley, S., & Larson, R. (2000). Depth and habitat distribution of *Parastichopus californicus* near Sitka, Alaska. *Alaska Fishery Research Bulletin*, 7(1), 22-32.

<sup>10</sup> Laueremann, A., Lovig, H., & Goshorn, G. (2019). Assessment of Warty Sea Cucumber Abundance at Anacapa Island.

<sup>11</sup> Dupont S, Pörtner H-O (2013) Get ready for ocean acidification. *Nature* 498:429



- <sup>12</sup> Clarkson MO, Kasemann SA, Wood RA, Lenton TM, Daines SJ, Richoz S, Ohnemüller F, Meixner A, Poulton SW, Tipper ET (2015) Ocean acidification and the Permo-Triassic mass extinction. *Science* 348(6231):229–232
- <sup>13</sup> Collard, M., Eeckhaut, I., Dehairs, F., & Dubois, P. (2014). Acid–base physiology response to ocean acidification of two ecologically and economically important holothuroids from contrasting habitats, *Holothuria scabra* and *Holothuria parva*. *Environmental Science and Pollution Research*, 21(23), 13602-13614.
- <sup>14</sup> Schneider K, Silverman J, Woolsey E, Eriksson H, Byrne M, Caldeira K (2011) Potential influence of sea cucumbers on coral reef CaCO<sub>3</sub> budget: a case study at one tree reef. *J Geophys Res* 116:G04032
- <sup>15</sup> Collard, M., Eeckhaut, I., Dehairs, F., & Dubois, P. (2014). Acid–base physiology response to ocean acidification of two ecologically and economically important holothuroids from contrasting habitats, *Holothuria scabra* and *Holothuria parva*. *Environmental Science and Pollution Research*, 21(23), 13602-13614.
- <sup>16</sup> Collard, M., Eeckhaut, I., Dehairs, F., & Dubois, P. (2014). Acid–base physiology response to ocean acidification of two ecologically and economically important holothuroids from contrasting habitats, *Holothuria scabra* and *Holothuria parva*. *Environmental Science and Pollution Research*, 21(23), 13602-13614.
- <sup>17</sup> Verkaik, K., Hamel, J. F., & Mercier, A. (2016). Carry-over effects of ocean acidification in a cold-water lecithotrophic holothuroid. *Marine Ecology Progress Series*, 557, 189-206.
- <sup>18</sup> Purcell, S. W., Conand, C., Uthicke, S., & Byrne, M. (2016). Ecological roles of exploited sea cucumbers. In *Oceanography and marine biology* (pp. 375-394). CRC Press.
- <sup>19</sup> de Lourdes Salgado-Rogel, M., Palleiro-Nayar, J. S., Rivera-Ulloa, J. L., Aguilar-Montero, D., Vázquez-Solórzano, E., & del Carmen Jiménez-Quiroz, M. (2009). La pesquería y propuestas de manejo del pepino de mar *Parastichopus parvimensis* en Baja California, México. *Ciencia Pesquera*, 17(1), 18.
- <sup>20</sup> Purcell, S. W., Conand, C., Uthicke, S., & Byrne, M. (2016). Ecological roles of exploited sea cucumbers. In *Oceanography and marine biology* (pp. 375-394). CRC Press.
- <sup>21</sup> Muñoz-Barbosa, A., Gutiérrez-Galindo, E. A., Daesslé, L. W., Orozco-Borbón, M. V., & Segovia-Zavala, J. A. (2012). Relationship between metal enrichments and a biological adverse effects index in sediments from Todos Santos Bay, northwest coast of Baja California, México. *Marine pollution bulletin*, 64(2), 405-409.
- <sup>22</sup> Gutiérrez-Galindo, E. A., Muñoz-Barbosa, A., Mandujano-Velasco, M. R., Daesslé, L. W., & Borbón, M. O. (2010). Distribution and enrichment of silver and cadmium in coastal sediments from Bahía Todos Santos, Baja California, Mexico. *Bulletin of environmental contamination and toxicology*, 85(4), 391-396.
- <sup>23</sup> de Lourdes Salgado-Rogel, M., Palleiro-Nayar, J. S., Rivera-Ulloa, J. L., Aguilar-Montero, D., Vázquez-Solórzano, E., & del Carmen Jiménez-Quiroz, M. (2009). La pesquería y propuestas de manejo del pepino de mar *Parastichopus parvimensis* en Baja California, México. *Ciencia Pesquera*, 17(1), 18.
- <sup>24</sup> Carta Nacional Pesquera. 2018. DOF: 11/06/2018. ACUERDO por el que se da a conocer la actualización de la Carta Nacional Pesquera.
- <sup>25</sup> Pérez-Plascencia G. (1995). Crecimiento y reproducción del pepino de mar *Parastichopus parvimensis* en la Bahía de Todos Santos, Baja California, México. M.Sc. thesis, Universidad Autónoma de Baja California, México, 67 pp.
- <sup>26</sup> Fajardo-León MC, Turrubiates-Morales J. 2005. Distribución y densidad de *Parastichopus parvimensis* en la costa noroccidental de Baja California Sur. Simposio sobre Ciencias Pesqueras en México. Mayo 2005, La Paz, BCS, México.



- 
- <sup>27</sup> Fajardo-León, MC, Suárez-Higuera, MCL, del Valle-Manríquez, A, & Hernández-López, A. (2008). Biología reproductiva del pepino de mar *Parastichopus parvimensis* (Echinodermata: Holothuroidea) de Isla Natividad y Bahía Tortugas, Baja California Sur, México. *Ciencias marinas*, 34(2), 165-177. Recuperado en 11 de mayo de 2020, de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0185-38802008000200005&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185-38802008000200005&lng=es&tlng=es).
- <sup>28</sup> Chávez, E. A., Salgado-Rogel, M. L., & Palleiro-Nayar, J. (2011). Stock Assessment of the warty sea cucumber fishery (*Parastichopus parvimensis*) of NW Baja California. *California Cooperative Oceanic Fisheries Investigations Reports*, 52, 136-147.
- <sup>29</sup> Chávez, E. A., Salgado-Rogel, M. L., & Palleiro-Nayar, J. (2011). Stock Assessment of the warty sea cucumber fishery (*Parastichopus parvimensis*) of NW Baja California. *California Cooperative Oceanic Fisheries Investigations Reports*, 52, 136-147.
- <sup>30</sup> Mercier, A., Hamel, J.-F., Alvarado, J.J., Paola Ortiz, E., Benavides, M. & Toral-Granda, T.-G. 2013. *Apostichopus parvimensis*. The IUCN Red List of Threatened Species 2013: e.T180368A1621102. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2013-1.RLTS.T180368A1621102.en>. Descargado el 05 Mar 2020
- <sup>31</sup> Carta Nacional Pesquera. 2018. DOF: 11/06/2018. ACUERDO por el que se da a conocer la actualización de la Carta Nacional Pesquera.
- <sup>32</sup> Brady, R. X., Lovenduski, N. S., Yeager, S. G., Long, M. C., & Lindsay, K. (2020). Skillful multiyear predictions of ocean acidification in the California Current System. *Nature Communications*, 11(1), 1-9.



## Evaluación de tiburón Mako de aleta corta, (*Isurus oxyrinchus*), de acuerdo a los criterios de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010.

### 1. Datos generales del responsable de la propuesta

Autor y responsable de la propuesta: M.en C. Alejandro Olivera Bonilla,  
Organización: Center for Biological Diversity  
Correo electrónico: [aolivera@biologicaldiversity.org](mailto:aolivera@biologicaldiversity.org)

### 2. Nombre científico válido citando la autoridad taxonómica respectiva

*Isurus oxyrinchus* (Rafinesque, 1810)<sup>1</sup>

Autoridad taxonómica: Compagno, L.J.V., 1984. FAO Species Catalogue. Vol. 4. Sharks of the world. An annotated and illustrated catalogue of shark species known to date. Part 1 - Hexanchiformes to Lamniformes. FAO Fish. Synop. 125(4/1):1-249. Rome, FAO.

#### Sinónimos

*Isurus spallanzanii* (Rafinesque, 1810), *Squalus* (*Lamna*) *cepedii* (Lesson, 1830), *Lamna oxyrhina* (Cuvier y Valenciennes, in Agassiz, 1838), *Oxyrhina gomphodon* (Müller y Henle, 1839), *Lamna punctata* (Storer, 1839), *Isuropsis dekayi* (Gill, 1862), *Carcharias tigris* (Atwood, 1865), *Lamna guentheri* (Murray, 1884), *Lamna huidobrii* (Philippi, 1887), *Isurus Mako* (Whitley, 1929), *Isurus bideni* (Phillipps, 1932), *Isurus glaucus* (Müller y Henle, 1839), *Isurus tigris africanus* (Smith, 1957)

#### Nombres comunes

Español: Tiburón Mako de aletas cortas, Marrajo común, Marrajo dientuso

Frances: Taupe bleu

Ingles: Shortfin Mako, Sharp-nose mackerel shark

Italiano: Cagna, cagnizzo, canesca

Portugués: Anequim, Cação-anequim



## Taxonomía

**Reino:** Animalia  
**Phylum:** Chordata  
**Clase:** Chondrichthyes  
**Orden:** Lamniformes  
**Familia:** Laminidae  
**Género:** *Isurus*

### 3. Motivo y justificación de la propuesta

La evaluación de *Isurus oxyrinchus* por medio de la MER sugiere que debe incluirse en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo (en adelante NOM059) bajo la categoría “**Amenazada**” (A); debido a su sobrepesca, limitada distribución y su baja productividad biológica.

Esta especie figura como altamente migratoria en el Anexo I de la Ley de las Naciones Unidas del Mar (CNUDM), que indica que "es necesario adoptar medidas para la conservación de las especies", y en el Apéndice II de la Convención sobre Especies Migratorias (CMS), que incluye "especies conservadas mediante acuerdos". A su vez, varias Organizaciones Pesqueras Regionales (OROP) recomiendan a sus Partes mejorar la recopilación de datos, prohibir el aleteo y realizar evaluaciones poblacionales y de riesgo.

México es parte de tres OROP: la Comisión Interamericana del Atún Tropical (CIAT), la Comisión Internacional para la Conservación del Atún Atlántico (CICAA) y la Organización Latinoamericana de Desarrollo Pesquero (OLDEPESCA), y coopera con la Comisión de Pesca del Pacífico Occidental y Central (CPPOC). Estas organizaciones han establecido diferentes recomendaciones y resoluciones para el manejo de especies comerciales de tiburones citadas en el Anexo V. Así como otras recomendaciones en el marco de la Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar (Artículo 64 sobre Especies altamente migratorias).

De forma similar, la FAO ha generado recomendaciones como "El Código de Conducta para la pesca responsable-FAO" y el Plan de acción internacional para la conservación y manejo de las poblaciones de tiburones de la FAO (PAI-Tiburones) que indica recomendaciones de manejo para la especie.



La especie ha sido incluida recientemente en el Apéndice II bajo la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres gracias a que el Gobierno de México fue el proponente impulsor de esta iniciativa, proporcionando la información suficiente para tener el respaldo de los países miembros de la Convención.

Así mismo el Convenio de Diversidad Biológica indica que determina que cada Parte Contratante, en la medida de lo posible y según proceda, identificará los componentes de la diversidad biológica que sean importantes para su conservación y utilización sostenible, teniendo en consideración la lista indicativa de categorías que figura en el anexo I, el cual se refiere a la identificación y seguimiento de Ecosistemas y hábitat que: contengan una gran diversidad, un gran número de especies endémicas o en peligro, o vida silvestre; sean necesarios para las especies migratorias; tengan importancia social, económica, cultural o científica; o sean representativos o singulares o estén vinculados a procesos de evolución u otros procesos biológicos de importancia esencial. El mismo Convenio en su Artículo 8 de la Conservación in situ, en su inciso k) determina que las Partes establecerán o mantendrán la legislación necesaria y/u otras disposiciones de reglamentación para la protección de especies y poblaciones amenazadas.

Además, la Ley General de Vida Silvestre (LGVS) establece en su artículo 56, que la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, identificará a través de listas, las especies o poblaciones en riesgo, de conformidad con lo establecido en la norma oficial mexicana correspondiente, asimismo establece que, las listas respectivas serán revisadas y, de ser necesario, actualizadas cada 3 años o antes si se presenta información suficiente para la inclusión, exclusión o cambio de categoría de alguna especie o población, y la última actualización de la NOM059 fue el 30 de diciembre del 2010. Dicha Ley determina en su artículo 57 que cualquier persona, de conformidad con lo establecido en el reglamento y en las normas oficiales mexicanas, podrá presentar a la Secretaría propuestas de inclusión, exclusión o cambio de categoría de riesgo para especies silvestres o poblaciones.

Y por lo tanto para que exista una compatibilidad de entre las disposiciones y los actos internos con los tratados internacionales, bajo el principio de Convencionalidad del Sistema Jurídico Mexicano, se hace necesaria su protección a través de la inclusión en la NOM059.

En cuanto a los artes de pesca, los Makos de aleta corta tienen una supervivencia posterior a la liberación hasta de un 70% (dependiendo del manejo y tiempo de



liberación), más alta que otras especies de tiburones, por lo que es viable implementar medidas de manejo de pesca selectiva<sup>2,3,4</sup>. Es por ello que bajo tutela de Semarnat la especie podría tener mejor protección.

Finalmente, con la inclusión de *I. oxyrinchus* en el Anexo normativo III de la NOM059, no se generaran costos directos, toda vez que no representa un cambio de fondo, ni se estrarán incorporando nuevas acciones regulatorias que afecten de forma directa al grupo regulado, que incluye a las personas físicas o morales que promuevan la inclusión, exclusión o cambio de las especies o poblaciones silvestres en alguna de las categorías de riesgo en el territorio nacional. Además, todas las obligaciones y/o acciones regulatorias relacionadas con la protección, aprovechamiento y manejo de especies y poblaciones están establecidos en otros ordenamientos como la Ley General de Vida Silvestre y Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, entre otras. Es decir, costos derivados de acciones regulatorias relacionadas con la norma pero que se establecen en otros ordenamientos.

#### 4. Método de Evaluación de Riesgo MER

##### CRITERIO A. Amplitud de la distribución del taxón en México

###### Descripción de la distribución

*Isurus oxyrinchus* se encuentra normalmente en aguas entre los 15° y 31°C<sup>5</sup>, y sus movimientos horizontales son impulsados por cambios en la temperatura del agua en el Pacífico Norte, Sudeste de la India y el Atlántico Noroccidental<sup>6,7</sup>. El tiburón Mako ha exhibido un comportamiento de buceo a una profundidad de 500 m<sup>8</sup> y de 1,700 m<sup>9</sup> en búsqueda de alimento<sup>10</sup>. Los estudios de marcaje han encontrado que los tiburones Mako hacen inmersiones en aguas profundas durante el día, donde la temperatura es baja (-10° a 15° C)<sup>11,12</sup>.

El Mako de aleta corta se encuentra en zonas tropicales y aguas templadas en todo el mundo y se asocian típicamente con aguas pelágicas; aunque en algunas ocasiones se mueven estacionalmente a la plataforma continental.. Estudios de marcas satelitales han demostrado que algunos tiburones nadan largas distancias hacia zonas oceánicas, pero que tienden a permanecer dentro regiones específicas de cuencas oceánicas<sup>13</sup>.

En México, los tiburones Mako de aleta corta son capturados principalmente por las pesquerías de palangre artesanales y medianas que se dirigen a tiburones pelágicos o



pez espada<sup>14</sup>. Particularmente para el Golfo de México, la captura dirigida a *I. oxyrinchus* no existe; los reportes de la zona Norte del Golfo (Veracruz y partes de Tamaulipas) son de capturas incidentales en palangres huachinangueros y cimbras para tiburón.

El noroeste mexicano parece ser un hábitat importante para los tiburones Mako en todos sus tamaños<sup>15</sup>. En esta región *Isurus oxyrinchus* exhibe altos niveles de variabilidad tanto dentro como entre individuos en sus patrones de movimiento vertical, algunos usan diferentes porciones de la columna de agua. En general, todas las clases de tamaño pasan la mayor parte de su tiempo en la capa mixta y en la termoclina, aproximadamente los 50 m de la superficie, y la mayoría de los tiburones hacen frecuentes inmersiones verticales oscilatorias que varían en profundidad<sup>16</sup>.

*Isurus oxyrinchus* es una especie de tiburón grande (-4m) de baja productividad biológica, con una mortandad menor a 0.2. Es altamente migratoria y se distribuye en aguas oceánicas templadas y tropicales (50° N a 50° S). Sus movimientos estacionales dependen del alimento disponible, temperatura del agua y etapas de crecimiento de la especie, pudiendo encontrarse en la costa. No se cuenta con una estimación mundial del tamaño de su población, y la tendencia poblacional a nivel mundial de acuerdo con la IUCN va en decremento<sup>17</sup>.

La principal amenaza es la pesca tanto dirigida, como incidental en pesquerías multiespecíficas en toda su área de distribución. Se utiliza a nivel nacional e internacional por su carne y aletas (40,000t/año en comercio internacional).

### **Mapa y método de construcción**

Los tiburones Mako de aleta corta se distribuyen circunglobalmente, incluyendo todo el mar territorial mexicano. Aunque existen pocos trabajos sobre su distribución, a continuación se muestran los más recientes (Figs. 1, 2,3,4 y 5):

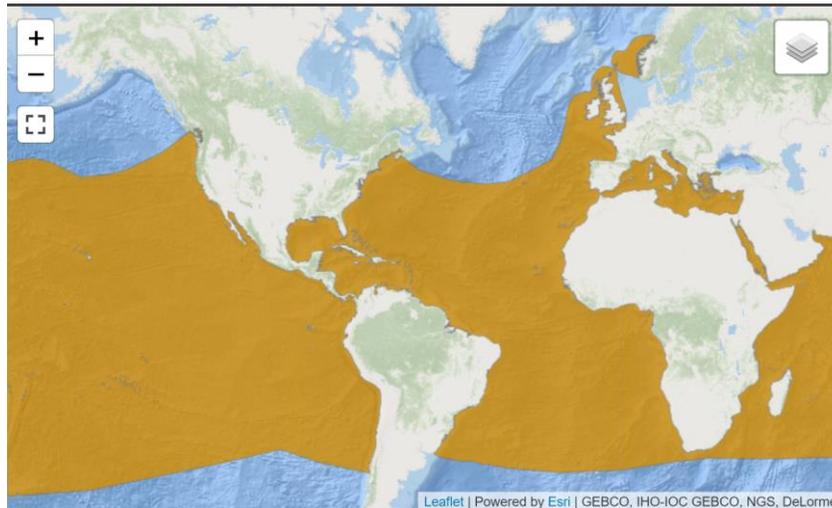


Figura 1. IUCN SSC Shark Specialist Group 2018. *Isurus oxyrinchus*. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2019-2.

(B) Medium high longline fisheries capture of *I. oxyrinchus* in the Mexican Pacific (2006-2013)

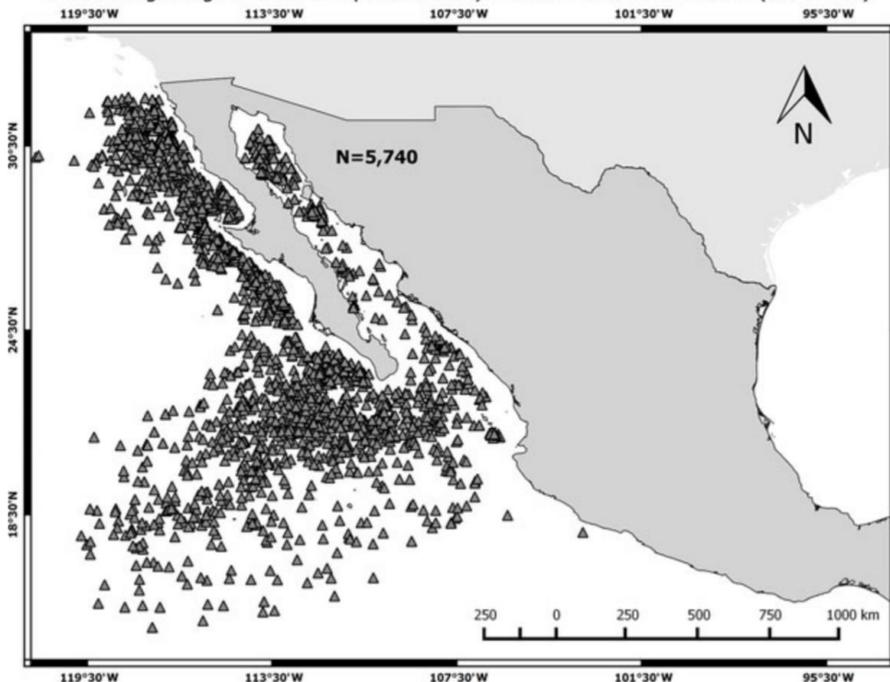


Figura 2. Zona dentro de la cual la flota comercial de tiburones palangreros registró capturas de *Isurus oxyrinchus* de 2006 a 2013. N=5,740. Tomado de Carreón-Zapiain et al., 2018<sup>18</sup>.

Carreón-Zapiain et al., 2018 analizaron los datos recopilados durante 8 años, de 2006 a 2013, por observadores científicos a bordo de embarcaciones medianas de la flota de palangre de tiburones del Pacífico mexicano.

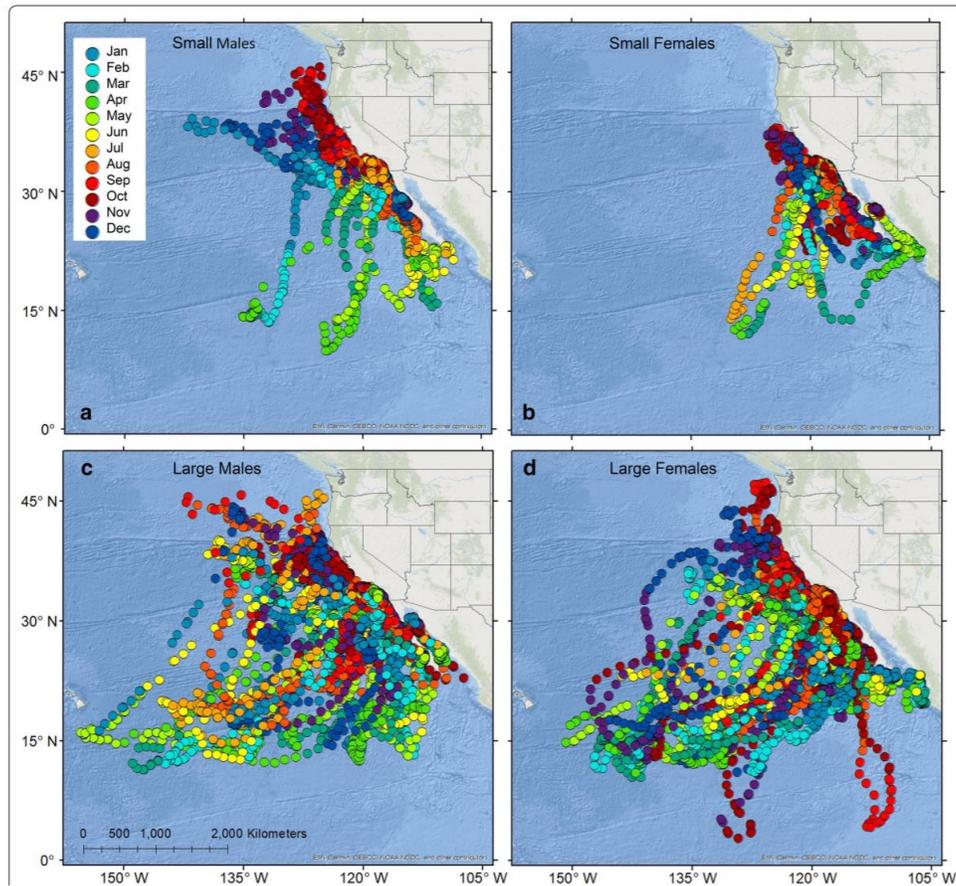


Figura 3. Datos de posición para tiburones Mako marcados con SLRT con huellas de al menos 6 meses, codificados por color por mes para a) machos pequeños ( $n = 10$ ), b) hembras pequeñas ( $n = 10$ ), c) machos grandes ( $n = 20$ ) y, d) hembras grandes ( $n = 19$ ). Tomado de Nasby-Lucas (2019).

Particularmente para el Golfo de México, la captura dirigida a *I. oxyrinchus* no existe; los reportes de la zona Norte del Golfo (Veracruz y partes de Tamaulipas) son de capturas incidentales en palangres huachinangueros y cimbras para tiburón. Sin embargo, Vaudo et al., 2016<sup>19</sup> colocaron marcas satelitales a los tiburones después de ser capturadas con caña de pescar en Isla Mujeres, México, en 2012. Los datos registrados por las marcas se usaron para generar estimaciones diarias de geolocalización que eran filtrados utilizando un filtro de estado de Kalman espacio-modelo que incorpora la temperatura de la superficie del mar (paquete "ukfssst", Nielsen et al. 2012) y filtro de batimetría ('paquete-analyze de psat, Galuardi 2012) en R (R Development-Team Core Team; Lam et al. 2008) para determinar la ubicación más probable para cada tiburón.

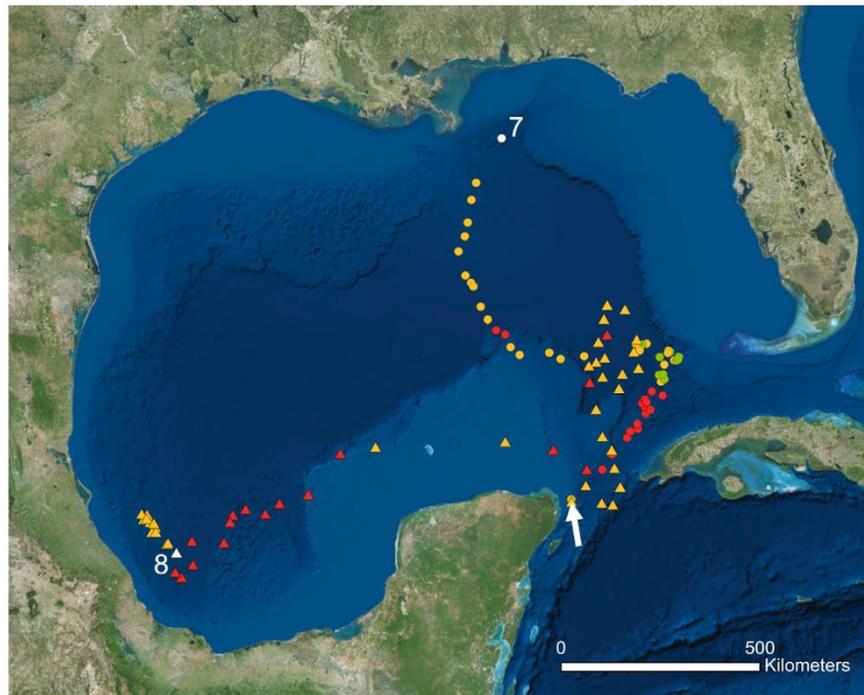


Figura 4. Movimientos horizontales de los tiburones Mako de aleta corta *Isurus oxyrinchus* en el Golfo de México. La flecha blanca indica la ubicación de marcado de los tiburones. Tomado de Vaudo et al., 2016<sup>20</sup>.

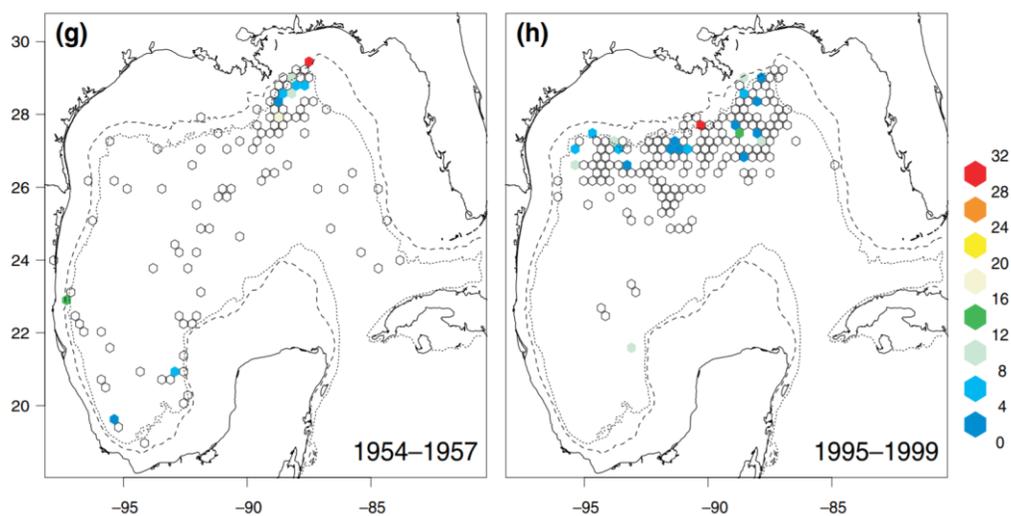


Figura 5. Mapa del Golfo de México mostrando capturas no estandarizadas por 10,000 anzuelos en conjuntos seleccionados de atún aleta amarilla durante la década 1990 de tiburones mako (g, h). Los hexágonos vacíos son ubicaciones establecidas donde ninguna especie de tiburones era atrapado. Modificado de Baum et al., 2003<sup>21</sup>.



## Evaluación del tamaño relativo de la distribución

No existen estudios sobre la evaluación del tamaño relativo de la población. Dado que es una especie de hábitos oceánicos circuntropical, cuya población trasciende más allá de la zona económica exclusiva, no es posible determinar el tamaño relativo de la distribución. Tampoco hay datos disponibles sobre el tamaño absoluto de la población mundial del Mako de aleta corta. Los resultados genéticos indican una población mundial, sin embargo, existe cierta estructuración genética entre las cuencas oceánicas<sup>22,23</sup>.

Dado lo anterior, la distribución de *Isurus oxyrinchus* se encuentra medianamente restringida o amplia, toda vez que al habitar principalmente en zonas pelágicas del mar territorial, mayor que el 15%, pero menor que el 40% del Territorio Nacional, se otorga una puntuación de 2.

## CRITERIO B. Estado del hábitat con respecto al desarrollo natural del taxón

### Antecedentes (tipo de hábitat que la especie ocupa)

*Isurus oxyrinchus* son tiburones grandes que se encuentran en zonas tropicales y aguas templadas en todo el mundo y se asocian típicamente con aguas pelágicas, aunque en algunas ocasiones se mueven estacionalmente a la plataforma continental. Normalmente están distribuidos globalmente en todos los océanos templados y tropicales y ocurren desde aguas costeras poco profundas hasta los océanos abiertos. Estudios de marcas satelitales han demostrado que algunos tiburones nadan largas distancias hacia zonas oceánicas, pero que tienden a permanecer dentro regiones específicas de cuencas oceánicas<sup>24</sup>.

Los tiburones Mako exhiben altos niveles de variabilidad tanto dentro como entre individuos en sus patrones de movimiento vertical con tiburones usando diferentes porciones de la columna de agua. En general, todas las clases de tamaño pasan la mayor parte de su tiempo en la capa mixta y termoclina, aproximadamente los 50 m de la superficie, y la mayoría los tiburones hacen frecuentes inmersiones verticales oscilatorias que varían en profundidad<sup>25</sup>.

### Análisis diagnóstico del estado actual del hábitat y descripción de cómo se llevó a cabo la diagnosis.



La dinámica poblacional de las zonas costeras de México sigue la tendencia mundial, que indican un desplazamiento de las poblaciones humanas hacia estas zonas. En el año 2015, de acuerdo con la Encuesta Intercensal 2015, la población de los estados costeros fue de 55,333,223 habitantes, 3.4 millones más que en el año 2010 y 10.7 millones más que en el 2000. Se espera que para el año 2030 aumente a 64.1 millones (CONAPO, 2018). En particular la población de los municipios costeros, atendiendo a la definición de esta política, creció en el periodo 2000-2010 en un 18.53%, mientras que la de los municipios urbanos lo hizo en un 31.57%. Durante los periodos 1990-2000, 2000-2010 y 2010-2015, en más de la mitad de los estados costeros, la tasa media anual de crecimiento poblacional estuvo por arriba de la media nacional. En ambos periodos, los tres estados costeros de la República Mexicana que presentaron mayores tasas de crecimiento, fueron Quintana Roo, Baja California Sur y Baja California<sup>26</sup>.

En términos generales, las zonas costeras mexicanas experimentan un crecimiento poblacional espacialmente irregular, que se da de manera focalizada en unas pocas localidades urbanas, lo que produce importantes presiones económicas, sociales, institucionales y ambientales sobre esas zonas costeras y marinas. Para el año 2010, el 78.76% de la población que habita la zona costera, lo hace en municipios considerados urbanos, mismos que constituyen el 44.15% del total; el resto de los pobladores, 21.24%, vive en los municipios que constituyen el 55.85% complementario. La concentración se acentúa cuando comprobamos que las 16 zonas metropolitanas localizadas en la zona costera, más los otros 12 municipios de mayor población, albergan al 67.7% de la población total de esta zona, comprendiendo un número de municipios que en conjunto son sólo el 23.01% del total de estos municipios costeros. Las tendencias de crecimiento y concentración de las poblaciones se siguen manifestando en los últimos años.

Usando una extensa base de datos de encuestas realizadas por buzos recreativos capacitados, se ha comprobado que con los datos sobre la densidad de la población humana sugiere que la desaparición de los grandes tiburones puede haber estado relacionada con presiones antropogénicas. Los tiburones en los arrecifes en el Gran Caribe se presentan principalmente en áreas con muy baja densidad de población humana o en algunos lugares donde existen fuertes regulaciones de pesca o medidas de conservación. El análisis de viabilidad de la población indica que incluso niveles bajos de mortalidad por pesca pueden hacer que las poblaciones de tiburones disminuyan a una pequeña fracción de su abundancia inicial en unas pocas décadas, y sugiere que la pesca sola podría explicar la ausencia de tiburones. Estos patrones son similares a los observados para otras poblaciones de tiburones costeros y de arrecife<sup>27</sup> y pueden ser indicativos de una tendencia más amplia para las regiones que tienen una larga historia de explotación<sup>28</sup>.



Los tiburones Mako parecen haber disminuido menos que otras especies grandes en el Golfo de México, Pacífico Central y Atlántico noroeste. Sin embargo, cuando la explotación intensa continúa, todos los tiburones grandes pueden ser virtualmente eliminados como en el mar Mediterráneo<sup>29</sup>.

*Isurus oxyrinchus* es un depredador pelágico, con una dieta consistente en calamar, peces teleósteos (por ejemplo, pez espada, caballa, atún, anchoa), otros tiburones y, en menor medida (en los adultos mayores) tortugas marinas y mamíferos marinos<sup>30</sup>. Debido a que esta especie ocupa niveles tróficos superiores, juega un papel importante en los ecosistemas marinos, incluyendo la estructuración de las comunidades y el control de las poblaciones de presas<sup>31</sup>.

Efectos más amplios de la pesca, incluyendo las presas de *I. oxyrinchus*, en los ecosistemas marinos se han convertido en el foco de creciente preocupación entre investigadores, gestores pesqueros y la industria pesquera. Las actividades pesqueras, como el arrastre y dragado de pescados y mariscos, donde el equipo de pesca móvil se remolca a través del lecho marino tienen la capacidad de alterar, eliminar o destruir la estructura física compleja y tridimensional de los hábitats bentónicos por la eliminación directa de productos biológicos (por ejemplo, esponjas, hidrozooarios, briozooarios, anfípodos, agregados de conchas y pastos marinos) y las características topográficas (por ejemplo, depresiones de arena y rocas). Estos impactos son adicionales a los efectos documentados de la pesca en la dinámica de los sedimentos (por ejemplo, suspensión de sedimentos y deposición), química del sedimento (por ejemplo, alteración de la química del sedimento y cambios en la disponibilidad de contaminantes tóxicos) y flujos de nutrientes bentónicos / pelágicos. Esto lleva a que la pesca se asocie con la degradación o pérdida de la estructura del hábitat mediante la eliminación de grandes organismos epibentónicos, con efectos concomitantes en especies de peces que ocupan estos hábitats<sup>32</sup>.

En sistemas naturales no explotados, los tiburones a menudo exhiben gran abundancia y diversidad. Sin embargo, a una ligera presión de pesca es suficiente para causar disminuciones en una población vulnerable, particularmente tiburones grandes<sup>33</sup>.

### *Cambio climático*

El cambio climático afecta a casi todos los habitantes del océano, desde los tiburones hasta los corales. Para los tiburones, el calentamiento del mar puede significar un cambio en su hábitat y ubicación. Según la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica



(NOAA)<sup>34</sup>, nueve de los 10 años con las temperaturas oceánicas más cálidas han ocurrido desde el 2000, donde el efecto del calentamiento de las emisiones de gases de efecto invernadero es absorbido por los océanos<sup>35</sup>. Con estas proyecciones se ha descubierto que debido al calentamiento del mar, el borde del rango de los tiburones podría desplazarse hasta 40 millas hacia el polo por década, alejando a los tiburones de los océanos que se calientan cerca del ecuador en diferentes hábitats<sup>36</sup>.

La mayoría de los tiburones tienen un riesgo relativamente alto de verse afectados negativamente por el cambio climático, debido a sus lentas tasas de crecimiento y baja plasticidad fenotípica. Su tendencia hacia la edad avanzada en la madurez y la baja fecundidad pueden afectar una respuesta adaptativa inmediata a las condiciones ambientales que cambian rápidamente, especialmente en las regiones tropicales<sup>37</sup>. Hazen et al., 2012<sup>38</sup> establece que de todos los grandes depredadores, como los tiburones Mako, podrían perder la mayor parte del hábitat debido al cambio climático.

### **Evaluación del estado actual del hábitat con respecto a las necesidades naturales del taxón**

*Isurus oxyrinchus* es un depredador pelágico, con una dieta consistente en calamar, peces teleósteos (por ejemplo, pez espada, caballa, atún, anchoa), otros tiburones y, en menor medida (en los adultos mayores) tortugas marinas y mamíferos marinos. Debido a que esta especie ocupa niveles tróficos superiores, juega un papel importante en los ecosistemas marinos, incluyendo la estructuración de las comunidades y el control de las poblaciones de presas.

En México, Velasco-Tarelo (2005)<sup>39</sup> describió a partir del análisis contenido alimentario y de isótopos estables, a los tiburones makos juveniles como depredadores selectivos que se alimentan principalmente de peces y cefalópodos<sup>40</sup>. Por ello la presión sobre los recursos pesqueros como los peces y cefalópodos repercuten sobre la disponibilidad de alimento para los tiburones Mako.

Dada la presencia histórica de los calamares gigantes del sur de Baja California y en el Golfo de California, donde son un componente importante de la dieta de otros grandes depredadores, es probable que los Mako siempre hayan consumido calamares gigantes en esas aguas<sup>41</sup>. Sin embargo, la pesquería de calamar gigante que inició en 1974 y se caracteriza por una alta variabilidad interanual de las capturas comerciales con máximos de más de 100,000 toneladas en 1996, 1997 y 2002; a partir de 2009 se registró una marcada disminución de las capturas hasta alcanzar 23,179 toneladas en 2012 y ya, en



2013, se presentó un colapso caracterizado por la ausencia total de capturas comerciales, que permanece a la fecha<sup>42</sup>. Lo que afecta a una componente importante para el tiburón Mako.

En 2016, de las 121 poblaciones de peces analizadas, el 69% estaban colapsadas, el 11% sobre-explotadas, el 13% en recuperación y el 7% en niveles sostenibles. En general, el 82% de las poblaciones tenía una biomasa por debajo del RMS y el 80% estaba sujeto a esfuerzos de pesca insostenibles. Aún más, en 5 años (2012-2016), la biomasa del 61% de las poblaciones disminuyó y el esfuerzo aumentó sobre el 65% de ellas. Esto significa que en los siguientes años, si no se aplican regulaciones para preservar los recursos pesqueros, más poblaciones se colapsarán y estarán sujetas a una presión pesquera insostenible<sup>43</sup>.

En cuanto a la contaminación de su hábitat, existen estudios en tiburones que han encontrado concentraciones de 2.1 mg/Kg de mercurio en Mazatlán (Sinaloa), 6.020 mg/Kg en Cd. del Carmen (Campeche) y 8.303 mg/Kg en Coatzacoalcos (Veracruz)<sup>44</sup>. Otros estudios han medido la cantidad de mercurio en carne de tiburón de *I. oxyrinchus* en algunos sitios de la república mexicana como Isla Magdalena en B.C.S (0.491 mg/Kg), Coatzacoalcos en Veracruz, entre otros, por lo que su consumo supone un riesgo para la salud de los consumidores; en algunos de estudios no fue posible identificar la especie de tiburón debido a las condiciones del muestreo; sin embargo, las concentraciones de mercurio presentes en los tiburones pueden variar dependiendo el tamaño, el peso, la edad y el sexo del animal. Estas variaciones estarán relacionadas con el metabolismo y las rutas en que se asimila el mercurio; y si se considera al tiburón como clase y no por especie, es posible observar que las cantidades encontradas son bastante altas lo que significaría un alto riesgo a la salud humana por su consumo<sup>45</sup>.

Dados la presión del hábitat, es intermedia con respecto a los requerimientos conocidos para el desarrollo natural de *I. oxyrinchus* en términos de las condiciones físicas y biológicas, le corresponde una puntuación de 2.

## **CRITERIO C. Vulnerabilidad biológica intrínseca del taxón**

### **Antecedentes (historia de vida de la especie)**

Los Mako de aleta corta son una especie nerítica y oceánica, epipelágica y mesopelágica, que se encuentra en todo el mundo en mares tropicales y templados cálidos a profundidades de 888 m<sup>46</sup>. La especie alcanza un tamaño máximo de



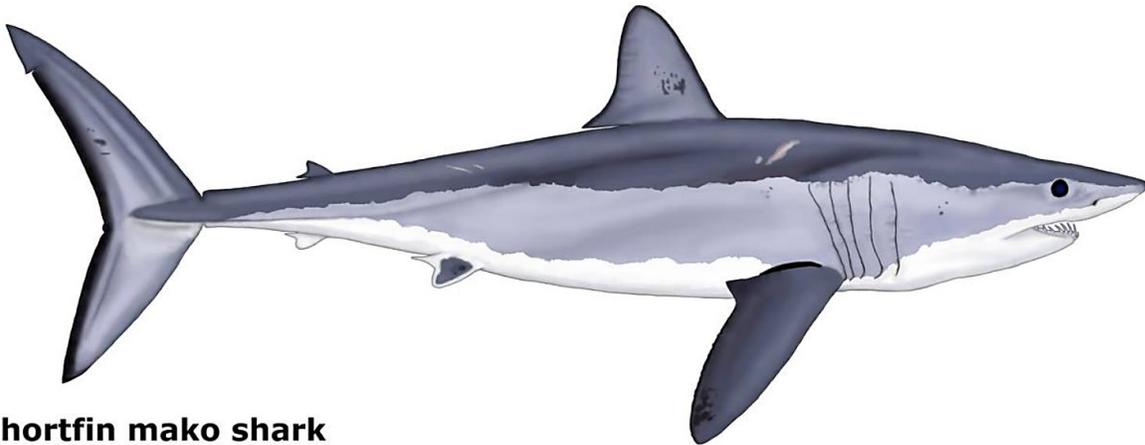
aproximadamente 400 cm de longitud total (TL)<sup>47</sup>. Los machos maduran a una talla de 166 a 204 cm TL y las hembras a 265 a 312 cm TL<sup>48</sup>. La reproducción es vivípara y oófaga con un período de gestación estimado de 15 a 18 meses y un ciclo reproductivo de tres años<sup>49</sup>. El tamaño de la camada es de 4 a 25 crías (posiblemente hasta 30, en su mayoría de 10–18) con un tamaño al nacer de 60 a 70 cm TL<sup>50</sup>. La edad de la hembra en la madurez varía de 18 a 21 años y la edad máxima de 28 a 32 años. La duración de la generación es, por lo tanto, de 24 a 25 años<sup>51</sup> (Figura 6).

Los tiburones Mako tienen un tamaño máximo de 4.2 m<sup>52</sup>. La coloración es metálica de color azul oscuro a púrpura en la superficie dorsal, y blanca en la superficie ventral. El hocico es cónico, moderadamente largo y puntiagudo, con una boca en forma de U y dientes grandes, largos y puntiagudos. En las islas Azores lo llaman "marrajo criollo" porque tiene la parte inferior del hocico y la boca blanca en adultos, pero oscura en los juveniles. Las hendiduras branquiales son largas y se extienden parcialmente en la parte superior de la cabeza.

Al igual que otros tiburones lámnidos, el Mako de aleta corta utiliza un sistema circulatorio de intercambio de calor para mantener la temperatura de sus músculos y vísceras por encima de la del agua de mar circundante, lo que permite un mayor nivel de actividad<sup>53</sup>.

*Isurus oxyrinchus* cuenta con una productividad baja. Estudios realizados en las regiones del Pacífico Norte, Pacífico Sur, Atlántico Norte, Atlántico Sur y Océano Índico (1983 a 2018), indican que los parámetros de historia de vida de *I. oxyrinchus* varían con base en el autor de la publicación, sexo y región, y el rango de valores suele ser amplio. Sin embargo, de forma consistente, la mayor parte de los valores reportados para cada parámetro compilado, se encuentra dentro de los umbrales para especies con productividad baja. Cabe señalar que eso cumple con los criterios para especies acuáticas del Anexo 5 de la Res. Conf. 9.24 (Rev. CoP17) de la CITES y los recomendados por la FAO (2001)<sup>54</sup>.

En este sentido, la especie tiene una mortalidad natural menor a 0.2 (0.072 a 0.223), una tasa intrínseca de crecimiento menor a 0.14 (0.031 a 0.123); una constante de crecimiento de Von Bertalanffy menor de 0.15 (0.05 a 0.266), una edad media de madurez mayor a 8 años (7 a 21 años), una edad máxima mayor a 25 años (6 a 45 años), y un tiempo generacional mayor a 10 años (25 años). Adicionalmente, esta especie produce entre 4 y 25 crías por camada con un periodo de gestación de 12 a 25 meses, y se reproduce cada dos o tres años<sup>55</sup>.

**shortfin mako shark**

*Isurus oxyrinchus*  
Rafinesque, 1810

Figura 6. Tiburón Mako de aleta corta (*Isurus oxyrinchus*).

**Análisis diagnóstico del estado actual de la especie y descripción de cómo se obtuvo dicha diagnosis**

El Mako *I. oxyrinchus* es una especie objetivo importante, una captura incidental en atún y las pesquerías de palangre y redes de deriva, particularmente en las pesquerías de alta mar, y es una especie importante recreativa en la zona costera. La mayoría de las capturas se registran de manera inadecuada y se subestiman. Los datos de desembarques no reflejan números de tiburones sin aletas y descartados en el mar. Varios análisis sugieren que esta especie puede haber sufrido una disminución significativa en la abundancia en varias partes de su rango de distribución. La IUCN ha considerado una evaluación global de Vulnerable para esta especie con base en las disminuciones estimadas e inferidas, manejo inadecuado que resulta en continuar (si no aumenta) la presión de pesca, el alto valor de su carne y aletas, y la historia de vida vulnerable características. Aunque es difícil evaluar con precisión el estado de conservación de este tiburón porque es migratorio y se captura en numerosas pesquerías mal monitoreadas, es razonable suponer que pueden estar ocurriendo disminuciones en aquellas áreas para las cuales existe un límite o sin datos<sup>56</sup>.

No hay datos disponibles sobre el tamaño absoluto de la población mundial del Mako de aleta corta. Los resultados genéticos indican una población mundial, sin embargo, existe cierta estructura genética entre las cuencas oceánicas<sup>57,58</sup>.



Los datos de la tendencia de la población están disponibles en cuatro fuentes: (1) evaluaciones de stock en el Atlántico norte y sur<sup>59</sup>; (2) una evaluación de stock en el Pacífico norte<sup>60</sup>; (3) captura estandarizada por unidad de esfuerzo (CPUE) en el Pacífico sur<sup>61</sup>; y (4) una evaluación preliminar de stock en el Océano Índico<sup>62</sup>. La IUCN analizó<sup>63</sup> los datos de tendencias de cada fuente durante tres períodos de generación utilizando un marco de espacio de estado bayesiano (una modificación de Winker et al., 2018<sup>64</sup>). Este análisis arroja una tasa de cambio anual, un cambio medio a lo largo de tres generaciones y la probabilidad del cambio porcentual más probable de la categoría de la Lista Roja de la UICN a lo largo de tres generaciones. (Detalles de la metodología se pueden consultar en <https://www.iucnredlist.org/species/pdf/2903170/attachment>)

En la evaluación de stock del Pacífico norte se utilizó una serie de datos de 40 años. El análisis de tendencias consideró el cambio de la población durante un período más largo de 72 años, lo que resulta en una disminución mayor que la evaluación del stock.

La IUCN estimó que en todas las regiones *I. oxyrinchus* está disminuyendo en todos los océanos, excepto en el Pacífico sur, donde está aumentando. Para estimar una tendencia de población global, las tendencias de población de tres generaciones estimadas para cada región se ponderaron de acuerdo con el tamaño relativo de cada región. La reducción media general estimada fue del 46,6%, con la mayor probabilidad de reducción del 50-79% durante tres períodos de generación (72-75 años) y, por lo tanto, la especie se evaluó por la IUCN como A2, en peligro de extinción.

Asimismo, el Grupo de Especialistas de Tiburones (ISC-SWG) evaluó el stock de *Isurus oxyrinchus* contando con la mejor información científica disponible a la fecha, con datos del Pacífico Norte proporcionados por Estados Unidos, Japón, Taiwán y México de capturas de 1975 a 2016 que fueron estandarizadas<sup>65</sup>. Para ello se empleó el programa de Stock Synthesis 3 con el que se generó un modelo base, y se realizó un análisis de sensibilidad para determinar cuáles son las posibles debilidades de este modelado. Con base en ello, se modelaron también seis escenarios que atienden las debilidades identificadas (p.ej., incrementando en un 50% los datos de capturas del periodo con mayores incertidumbres 1975-1993). Como resultado del modelo base (que es congruente con los diferentes escenarios modelados) se determinó que existe más del 50% de probabilidad de que el stock no se encuentre en una condición de sobrepesca (la abundancia actual de hembras maduras, 910,000 tiburones; es 36% mayor que la abundancia de hembras esperada en el rendimiento máximo sostenible, que es de 633,700 tiburones), y la sobreexplotación no existe (el impacto de la pesca actual, 0.16; es menor al impacto esperado en el rendimiento máximo sostenible, 0.26). El poder predictivo del modelo al futuro es limitado e incierto.



No obstante, se corrieron tres escenarios proyectando el comportamiento del stock a 10 años, con lo que se estima que si se mantienen o reducen en un 20% las capturas promedio del 2013-2015, la abundancia de hembras puede incrementarse<sup>66</sup>.

Con base en el número de hembras generado por el modelo se estimó que hay un decremento histórico del 16.4% (1,024,000 individuos promedio del 1975-1985, contra 855,700 individuos promedio del 2006-2016), un incremento reciente del 1.8% con una tasa de incremento anual del 0.18% (844,800 individuos en el 2006, y 860,200 individuos en el 2016)<sup>67</sup>.

En el Golfo de México el tiburón Mako tiene una menor importancia en las capturas reportadas ante la FAO y la CICAA, con valores menores a las 10 ton/año<sup>68</sup>. Ramírez-Amaro et al., (2013)<sup>69</sup>, con base en datos de pesquería artesanal, reportaron una tasa de captura del 22.7% en palangres con particular incidencia sobre las clases juveniles. Además, los mismos autores mencionan que esta especie es captura incidental en redes de enmalle, de nuevo con mayor frecuencia sobre las clases de edad más temprana.

Al igual para el Golfo de México, estimaciones del modelo de Baum et al., (2004)<sup>70</sup> indican que la abundancia de tiburones oceánicos y los tiburones costeros disminuyeron sustancialmente entre los años 50 y finales de los noventa.

Para la pesca ribereña del Golfo y Mar Caribe, el Inapesca determinó durante el 2016-2017, la presencia de 28 especies de tiburones que se capturan con palangres y redes de enmalle. De estos, se ha reportado la presencia de *Isurus oxyrinchus* que ocupa el lugar número 15 en la lista de tiburones con el 0.13% de los organismos registrados. Con base en información del Subprograma de Observadores a Bordo del Fideicomiso FIDEMAR del Programa Nacional de Aprovechamiento del Atún y de Protección de Delfines (PNAAPD), se ha determinado que la participación de *Isurus oxyrinchus* es muy baja en la captura incidental de la pesca de atún con palangre de deriva en el Golfo de México. La flota se integra por 22 embarcaciones de pesca modificadas para la pesca con palangre, y para el periodo de 1994 a 2007 con un esfuerzo pesquero de 15,618,900 anzuelos, se reportó la captura incidental de 1,646 alecrines con un promedio de captura anual de 117 organismos. Del cual, *Isurus oxyrinchus* representó el 0.19% de la captura total en número de organismos, con la captura de 1 ejemplar por cada 4 viajes de pesca (temporada 2006, con 85 ejemplares).

En esta área los volúmenes de captura son insignificantes a comparación de otras especies como (*Rhizoprionodon terranova* y *Sphyrna lewini*), se reportan capturas de



un individuo a dos por mes, esto en temporada alta para la zona (de octubre-febrero), las demás capturas son raras durante el resto del año.

Para el Océano Pacífico, Sosa-Nishizaki y colaboradores (2017)<sup>71</sup> estimaron un promedio por año de 1,041.2 toneladas de Mako, del 2012 al 2016. Señalando que, con el desarrollo de la pesquería de palangre en Mazatlán, Sinaloa, durante la segunda mitad de la década de 1990 hasta 2013, las capturas aumentaron a alrededor de 700 toneladas. Sin embargo, en 2014 se duplicó y alcanzó un nivel de alrededor de 1.400 toneladas, para alcanzar en 2015 un valor de 1.600 toneladas y en 2016, las capturas disminuyeron una vez más en torno a un nivel de alrededor de 700 toneladas, las razones del aumento en 2014 y 2015 podrían estar relacionadas con las condiciones oceanográficas u otros factores que no se han analizado. Las tallas reportadas son de 75 cm a 210 cm y hasta 310 cm<sup>72</sup>.

Mediante un estudio realizado en los vertederos de desechos de la Zona del Vizcaíno, con la finalidad de conocer la composición específica de la pesquería e identificar las especies de elasmobranquios y sus abundancias relativas capturadas por la pesca artesanal, se observó que de las 31,861 cabezas de individuos observadas pertenecían a 25 especies de las cuales el 19% correspondían a Tiburón Mako y en comparación con la lista reportada con Cartamil et al. 2008<sup>73</sup> obtenida a partir de la documentación de desembarques, en donde se registraron 4,154 elasmobranquios, correspondientes a 22 especies, en la que se estableció que el tiburón Mako representa un 4.24% de la abundancia relativa<sup>74</sup>.

Castillo-Geniz, y colaboradores (2014)<sup>75</sup> registraron un total de captura de 11,190 Makos de aleta corta durante 2006-2014, el 73% de las embarcaciones menores de palangre (8,357) y el 27% se capturó en redes de deriva (3,019). EL Mako se capturó en el 27.% del total de los lances de palangre observados y en el 12% de los lances de redes de deriva. Las capturas numéricas más grandes se observaron en las flotas de Ensenada (1.7 a 4.9 capturas por lance) y Mazatlán (1.2 a 2.4 capturas por lance), con ambas artes de pesca. El Mako fue capturado durante todo el año por diversas flotas, mostrando un tiempo de residencia prolongado en aguas mexicanas.

### **Evaluación de qué factores lo hacen intrínsecamente vulnerable**

La mayoría de los tiburones y las rayas que han sido estudiados tienen crecimiento lento y madurez tardía, y muy baja producción de huevos o fecundidad en comparación con los peces óseos. Estos atributos resultan en muy bajas tasas intrínsecas de aumento y muy baja resistencia a mortalidad por pesca. Debido a su baja resiliencia, la mayoría de



las poblaciones de tiburones y rayas solo pueden soportar niveles modestos de pesca sin agotamiento y colapso del stock. Es por ello que la mayoría de los tiburones y rayas las poblaciones disminuyen más rápidamente y no son capaces de responder o compensar tan fuerte o tan rápido como otros peces a la reducción de la población por pesquerías<sup>76</sup>.

La pesca con palangre proporciona una de las mayores fuentes de interacción de la pesca con los tiburones, y es bien sabido que las especies con productividad biológica limitada se encuentran entre las más vulnerables, si no a todas las formas de mortalidad por pesca, incluida la captura incidental<sup>77</sup>.

El Mako de aleta corta cuenta con una productividad baja. Estudios realizados de 1983 a 2018 en las regiones del Pacífico Norte, Pacífico Sur, Atlántico Norte, Atlántico Sur y Océano Índico, indican que los parámetros de historia de vida de *I. oxyrinchus* varían con base en el autor de la publicación, sexo y región, y el rango de valores suele ser amplio. Sin embargo, de forma consistente, la mayor parte de los valores reportados para cada parámetro compilado, se encuentra dentro de los umbrales para especies con productividad baja.

Su tendencia hacia la edad avanzada en la madurez y la baja fecundidad pueden afectar una respuesta adaptativa inmediata a las condiciones ambientales que cambian rápidamente, especialmente en las regiones tropicales<sup>78</sup>. Hazen et al., 2012<sup>79</sup> establece que de todos los grandes depredadores, como los tiburones Mako, podrían perder la mayor parte del hábitat debido al cambio climático.

Cabe señalar que la American Fisheries Society (AFS) recomienda que las agencias reguladoras le den a tiburones y rayas la gestión de alta prioridad debido al crecimiento demográfico natural lento inherente a la mayoría de los tiburones y rayas, y su vulnerabilidad resultante a la sobrepesca y al colapso de las poblaciones. Administradores pesqueros debería ser particularmente sensibles a la vulnerabilidad de especies menos productivas de tiburones y rayas, capturados como captura incidental en pesquerías de especies mixtas.

Dada la baja fecundidad, estrategia reproductiva, lento crecimiento, bajo el MER se considera que *Isurus oxyrinchus* tiene una vulnerabilidad alta = 3.

#### **CRITERIO D. Impacto de la actividad humana sobre el taxón**



## Factores de riesgo reales y potenciales con la importancia relativa de cada uno de ellos.

Evaluaciones de Riesgo Ecológico y Productividad han determinado que *Isurus oxyrinchus* es la segunda especie de tiburón más vulnerable a la sobreexplotación en las pesquerías de palangre pelágico en el Océano Atlántico, y la más vulnerable en el Océano Índico<sup>80</sup>. Una evaluación de riesgo ecológico (ERA) concluyó que el Mako de aleta corta era la segunda especie de tiburón más vulnerable a las pesquerías de palangre pelágico del Atlántico<sup>81</sup>. En 2015, se revisó el ERA, encontrándose que los Makos de aleta corta eran los más susceptibles a las pesquerías de palangre pelágico en el Océano Atlántico y que se encuentran entre las especies más vulnerables desde el punto de vista biológico<sup>82</sup>.

Las zonas de crianza identificadas a la fecha, han sido el producto de datos dependientes de pesquerías por lo cual es probable que exista presión directa de aprovechamiento sobre ellas. En cuanto a los artes de pesca, los Makos de aleta corta tienen una supervivencia posterior a la liberación hasta de un 70% (dependiendo del manejo y tiempo de liberación), más alta que otras especies de tiburones, por lo que es viable implementar medidas de manejo de pesca selectiva<sup>83,84,85</sup>.

El Mako de aleta corta capturado por pescadores recreativos (n = 30) tiene una tasa de supervivencia del 90%. Otras amenazas consisten en capturas incidentales en redes de protección a los bañistas en el Océano Índico Suroeste<sup>86</sup>.

El cambio climático afecta a casi todos los habitantes del océano, desde los tiburones hasta los corales. Para los tiburones, el calentamiento del mar puede significar un cambio en su hábitat y ubicación. Según la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (NOAA)<sup>87</sup>, nueve de los 10 años con las temperaturas oceánicas más cálidas han ocurrido desde el 2000. Y el 93% del calentamiento de las emisiones de gases de efecto invernadero es absorbido por los océanos<sup>88</sup>. Con estas proyecciones se ha descubierto que debido al calentamiento del mar, el borde del rango de los tiburones podría desplazarse hasta 40 millas hacia el polo por década, alejando a los tiburones de los océanos que se calientan cerca del ecuador en diferentes hábitats<sup>89</sup>.

La mayoría de los tiburones tienen un riesgo relativamente alto de verse afectados negativamente por el cambio climático debido a sus lentas tasas de crecimiento y baja plasticidad fenotípica. Su tendencia hacia la edad avanzada en la madurez y la baja fecundidad pueden afectar una respuesta adaptativa inmediata a las condiciones ambientales que cambian rápidamente, especialmente en las regiones tropicales<sup>90</sup>.



Hazen et al., 2012<sup>91</sup> establece que de todos los grandes depredadores, los tiburones Mako podrían la mayor parte del hábitat debido al cambio climático

Finalmente, debido a que la temperatura es un factor ambiental importante para la distribución espacial y temporal de *Isurus oxyrinchus*, el uso y la distribución del hábitat del Mako probablemente se verían afectados por el calentamiento de las aguas oceánicas<sup>92</sup>.

### **Análisis pronóstico de la especie.**

Los datos de la tendencia de la población están disponibles en cuatro fuentes: (1) evaluaciones de stock en el Atlántico norte y sur<sup>93</sup>; (2) una evaluación de stock en el Pacífico norte<sup>94</sup>; (3) captura estandarizada por unidad de esfuerzo (CPUE) en el Pacífico sur<sup>95</sup>; y (4) una evaluación preliminar de stock en el Océano Índico<sup>96</sup>. La IUCN analizó<sup>97</sup> los datos de tendencias de cada fuente durante tres períodos de generación utilizando un marco de espacio de estado bayesiano (una modificación de Winker et al., 2018<sup>98</sup>). Este análisis arroja una tasa de cambio anual, un cambio medio a lo largo de tres generaciones y la probabilidad del cambio porcentual más probable de la categoría de la Lista Roja de la UICN a lo largo de tres generaciones. (Detalles de la metodología se pueden consultar en <https://www.iucnredlist.org/species/pdf/2903170/attachment>)

En la evaluación de stock del Pacífico norte se utilizó una serie de datos de 40 años. El análisis de tendencias consideró el cambio de la población durante un período más largo de 72 años, lo que resulta en una disminución mayor que la evaluación del stock.

La IUCN estimó que en todas las regiones *I. oxyrinchus* está disminuyendo en todos los océanos, excepto en el Pacífico sur, donde está aumentando. Para estimar una tendencia de población global, las tendencias de población de tres generaciones estimadas para cada región se ponderaron de acuerdo con el tamaño relativo de cada región. La reducción media general estimada fue del 46,6%, con la mayor probabilidad de reducción del 50-79% durante tres períodos de generación (72-75 años) y, por lo tanto, la especie se evaluó por la IUCN como A2, en peligro de extinción.

### **Evaluación del impacto.**

El Grupo de Especialistas de Tiburones (ISC-SWG) evaluó el stock de *Isurus oxyrinchus* contando con la mejor información científica disponible a la fecha, con datos del Pacífico Norte proporcionados por Estados Unidos, Japón, Taiwán y México de capturas de 1975 a 2016 que fueron estandarizadas<sup>99</sup>. Para ello se empleó el programa de Stock Synthesis



3 con el que se generó un modelo base, y se realizó un análisis de sensibilidad para determinar cuáles son las posibles debilidades de este modelado. Con base en ello, se modelaron también seis escenarios que atienden las debilidades identificadas (p.ej., incrementando en un 50% los datos de capturas del periodo con mayores incertidumbres 1975-1993). Como resultado del modelo base (que es congruente con los diferentes escenarios modelados) se determinó que existe más del 50% de probabilidad de que el stock no se encuentre en una condición de sobrepesca (la abundancia actual de hembras maduras, 910,000 tiburones; es 36% mayor que la abundancia de hembras esperada en el rendimiento máximo sostenible, que es de 633,700 tiburones), y la sobreexplotación no existe (el impacto de la pesca actual, 0.16; es menor al impacto esperado en el rendimiento máximo sostenible, 0.26). El poder predictivo del modelo al futuro es limitado e incierto.

No obstante, se corrieron tres escenarios proyectando el comportamiento del stock a 10 años, con lo que se estima que si se mantienen o reducen en un 20% las capturas promedio del 2013-2015, la abundancia de hembras puede incrementarse<sup>100</sup>.

Con base en el número de hembras generado por el modelo se estimó que hay un decremento histórico del 16.4% (1,024,000 individuos promedio del 1975-1985, contra 855,700 individuos promedio del 2006-2016), un incremento reciente del 1.8% con una tasa de incremento anual del 0.18% (844,800 individuos en el 2006, y 860,200 individuos en el 2016)<sup>101</sup>.

En base a lo anterior, la magnitud del impacto y la tendencia que genera la influencia humana sobre *Isurus oxyrinchus*, bajo los criterios del MER se asigna un impacto medio: 3.

### **Valor asignado total del MER (la suma de los valores de los criterios A + B + C + D)**

De acuerdo a lo expuesto, el valor de la MER para *Isurus oxyrinchus* es el siguiente: **A = 2, B = 2, C = 3 y D = 3. Total = 10.**

La puntuación sugiere que la especie *Isurus oxyrinchus* debe integrarse en la NOM-059-2010 bajo la categoría de “**Amenazada**” (A)

## **5. RELEVANCIA DE LA ESPECIE**

*Isurus oxyrinchus* es un depredador pelágico, con una dieta consistente en calamar, peces teleósteos (por ejemplo, pez espada, caballa, atún, anchoa), otros tiburones y, en menor medida (en los adultos mayores) tortugas marinas y mamíferos marinos<sup>102</sup>.



Debido a que esta especie ocupa niveles tróficos superiores, juega un papel importante en los ecosistemas marinos, incluyendo la estructuración de las comunidades y el control de las poblaciones de presas<sup>103</sup>.

La carne de Mako es de alta calidad (se le conoce como "veau de mer" en Europa) y se utiliza fresca, seca, salada, congelada y ahumada para consumo humano en todo el mundo. Su precio es de 244 USD por kg en los supermercados estadounidenses, y es un producto premium en Japón. En España, la carne de tiburón Mako en los mercados mayoristas cuesta el doble de la carne de tiburón azul (~ USD14.17 / kg fresco, versus \$7.63/kg para el tiburón azul, y USD5.21/kg versus USD\$ 4.42 congelado). En México, el mayor valor comercial de los productos de tiburón Mako se refleja en la carne, que es más valorada que la de los demás tiburones en el mercado (~1USD/kg) seguido del pedúnculo caudal (para exportación) y del resto de las aletas de la especie. También se utilizan las mandíbulas y las cabezas para decoración y ornamento<sup>104</sup> (Santana-Morales, 2008); aprovechándose así todos los derivados de la especie. Sosa-Nishizaki y colaboradores (2017)<sup>105</sup> estimaron una variación en las capturas de 660 a 1,653 toneladas anuales (2012 al 2016) en el noroeste del país.

## 6. CONSECUENCIAS INDIRECTAS DE LA PROPUESTA

En cuanto la captura del Mako de aleta corta, se ha visto que tienen una supervivencia posterior a la liberación hasta de un 70% (dependiendo del manejo y tiempo de liberación), más alta que otras especies de tiburones, por lo que es viable implementar medidas de manejo de pesca selectiva<sup>106,107,108</sup>. Es por ello que bajo tutela de Semarnat la especie podría tener mejor protección a través del Programa de Acción para la Conservación de Especies con el fin de consolidar, promover e implementar acciones específicas y estrategias de conservación de la población de *Isurus oxyrinchus*.

## 7. PROPUESTA DE MEDIDAS DE SEGUIMIENTO (RECOMENDACIONES PARA LA CONSERVACIÓN DE LA ESPECIE)

La captura de *Isurus oxyrinchus* podría continuar a través de permisos de aprovechamiento extractivo de especies en riesgo a cargo de la Dirección General de Vida Silvestre para tener un monitoreo continuo preciso sobre el estado que guarda la población.



## 8. BIBLIOGRAFÍA

- <sup>1</sup> <http://www.fishbase.org/summary/Isurus-oxyrinchus.html>
- <sup>2</sup> ICCAT SCRS. 2017. Report of the 2017 Shortfin Mako Assessment Meeting. Madrid, Spain, 12-16 June 2017. International Commission for the Conservation of Atlantic Tunas.  
[https://www.iccat.int/Documents/Meetings/Docs/2017\\_SMA\\_ASS\\_REP\\_ENG.pdf](https://www.iccat.int/Documents/Meetings/Docs/2017_SMA_ASS_REP_ENG.pdf)
- <sup>3</sup> Campana, S.E., Joyce, W., Fowler, M. and Showell, M. 2016. Discards, hooking, and post-release mortality of porbeagle (*Lamna nasus*), shortfin Mako (*Isurus oxyrinchus*), and blue shark (*Prionace glauca*) in the Canadian pelagic longline fishery. *ICES Journal of Marine Science*, 73(2): 520–528.
- <sup>4</sup> Coelho, R., Fernandez-Carvalho, J., Lino, P. G. and Santos, M.N. 2012. An overview of the hooking mortality of elasmobranchs caught in a swordfish pelagic longline fishery in the Atlantic Ocean. *Aquat. Living Resour.* 25, 311–319.
- <sup>5</sup> Vaudo, J.J., Wetherbee, B.M., Wood, A.D., Weng, K., Howey-Jordan, L.A., Harvey, G.M. and Shivji, M.S. 2016. Vertical movements of shortfin Mako sharks *Isurus oxyrinchus* in the western North Atlantic Ocean are strongly influenced by temperature. *Marine Ecology Progress Series* 547:163-175. doi:10.3354/meps11646
- <sup>6</sup> Rogers, P.J., Huveneers, C., Page, B., Hamer, D.J., Goldsworthy, S.D., Mitchell, J.G., Seuront, L., 2012. A quantitative comparison of the diets of sympatric pelagic sharks in gulf and shelf ecosystems off southern Australia. *ICES Journal of Marine Science* 69, 1382–1393.
- <sup>7</sup> Casey, J.G. and Kohler, N.E. 1992. Tagging studies on the shortfin Mako shark (*Isurus oxyrinchus*) in the western North Atlantic. *Australian Journal of Marine and Freshwater Research* 43: 45-60. DOI:10.1071/MF9920045
- <sup>8</sup> Vaudo, J.J., Wetherbee, B.M., Wood, A.D., Weng, K., Howey-Jordan, L.A., Harvey, G.M. and Shivji, M.S. 2016. Vertical movements of shortfin Mako sharks *Isurus oxyrinchus* in the western North Atlantic Ocean are strongly influenced by temperature. *Marine Ecology Progress Series* 547:163-175. doi:10.3354/meps11646.
- <sup>9</sup> Sims, D. 2015. Mako: Atlantic hotspot. Save our Seas Foundation Project news.  
<https://saveourseas.com/update/Mako-atlantic-hotspot/>
- <sup>10</sup> Abascal, F.J., Quintans M., Ramos-Cartelle A. and Mejuto J. 2011. Movements and environmental preferences of the shortfin Mako, *Isurus oxyrinchus*, in the southeastern Pacific Ocean. *Mar Biol.* 158:1175–1184. doi: 10.1007/s00227-011-1639-1.
- <sup>11</sup> Holts, D.B. and Kohin, S. 2003. Pop-up archival tagging of shortfin Mako sharks, *Isurus oxyrinchus*, in the Southern California Bight. Abstract. American Fisheries Society, Western Division meetings. American Fisheries Society, San Diego, California.
- <sup>12</sup> Vaudo, J.J., Wetherbee, B.M., Wood, A.D., Weng, K., Howey-Jordan, L.A., Harvey, G.M. and Shivji, M.S. 2016. Vertical movements of shortfin Mako sharks *Isurus*



oxyrinchus in the western North Atlantic Ocean are strongly influenced by temperature. *Marine Ecology Progress Series* 547:163-175. doi:10.3354/meps11646

<sup>13</sup> Francis, M.P., Shivji, M.S., Duffy, C.A.J. et al. *Mar Biol* (2019) 166: 5. <http://scihub.tw/10.1007/s00227-018-3453-5>

<sup>14</sup> Sosa-Nishizaki, O. L.E. Saldaña-Ruíz, D. Corro-Espinosa, J. Tovar-ávila, J.L., Castillo-Géniz, H. SantanaHernández, J.F. Marqués-Farías. 2017. Estimations of Shortfin Mako Shark (*Isurus oxyrinchus*) catches by Mexican Pacific fisheries, an update (1976-2016). *ISC/2017/SHARKWG-3/19/5P*.

<sup>15</sup> Nasby-Lucas, Nicole & Dewar, Heidi & Sosa-Nishizaki, Oscar & Wilson, Cara & Hyde, John & Vetter, Russell & Wraith, James & Block, Barbara & Kinney, Michael & Sippel, Tim & Holts, David & Kohin, Suzanne. (2019). Movements of electronically tagged shortfin mako sharks (*Isurus oxyrinchus*) in the eastern North Pacific Ocean. *Animal Biotelemetry*. 7. 10.1186/s40317-019-0174-6.

<sup>16</sup> Id.

<sup>17</sup> Rigby, C.L., Barreto, R., Carlson, J., Fernando, D., Fordham, S., Francis, M.P., Jabado, R.W., Liu, K.M., Marshall, A., Pacoureau, N., Romanov, E., Sherley, R.B. & Winker, H. 2019. *Isurus oxyrinchus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2019: e.T39341A2903170. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2019-1.RLTS.T39341A2903170.en>. Downloaded on 21 August 2019

<sup>18</sup> Carreón-Zapiain, María & Lara, Susana & Perez, Jaime & Tavares, Rafael & Leija-Tristán, Antonio & Mercado-Hernandez, Roberto & Jiménez, Guillermo. (2018). Size, age and spatial-temporal distribution of shortfin mako, *Isurus oxyrinchus*, in the Mexican Pacific. *Marine and Coastal Fisheries Dynamics Management and Ecosystem Science*. 10. 402-4110. 10.1002/mcf2.10029.

<sup>19</sup> Vaudo JJ, Wetherbee BM, Wood AD, Weng K, Howey-Jordan LA, Harvey GM, Shivji MS (2016) Vertical movements of shortfin mako sharks *Isurus oxyrinchus* in the western North Atlantic Ocean are strongly influenced by temperature. *Mar Ecol Prog Ser* 547:163-175.

<sup>20</sup> Vaudo JJ, Wetherbee BM, Wood AD, Weng K, Howey-Jordan LA, Harvey GM, Shivji MS (2016) Vertical movements of shortfin mako sharks *Isurus oxyrinchus* in the western North Atlantic Ocean are strongly influenced by temperature. *Mar Ecol Prog Ser* 547:163-175.

<sup>21</sup> Baum, Julia K., et al. "Collapse and conservation of shark populations in the Northwest Atlantic." *Science* 299.5605 (2003): 389-392.

<sup>22</sup> Schrey, A.; Heist, E. 2003. Microsatellite analysis of population structure in the shortfin mako (*Isurus oxyrinchus*). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science* 60: 670-675.

<sup>23</sup> Corrigan, S., Lowther, A.D., Beheregaray, L.B., Bruce, B.D., Cliff, G., Duffy, C.A., Foulis, A., Francis, M.P., Goldsworthy, S.D., Hyde, J.R., Jabado, R.W., Kacev, D., Marshall, L., Mucientes, G.R., Naylor, G.J.P., Pepperell, J.G., Queiroz, N., White, W.T., Wintner, S.P. and Rogers, P.J. 2018. Population connectivity of the highly migratory Shortfin Mako (*Isurus oxyrinchus Rafinesque 1810*) and implications for management in the southern hemisphere. *Frontiers in Ecology and Evolution* 6(187): doi: 10.3389/fevo.2018.00187.



- <sup>24</sup> Francis, M.P., Shivji, M.S., Duffy, C.A.J. et al. *Mar Biol* (2019) 166: 5. <http://sci-hub.tw/10.1007/s00227-018-3453-5>
- <sup>25</sup> Vaudo JJ, Wetherbee BM, Wood AD, Weng K, Howey-Jordan LA, Harvey GM, Shivji MS (2016) Vertical movements of shortfin mako sharks *Isurus oxyrinchus* in the western North Atlantic Ocean are strongly influenced by temperature. *Mar Ecol Prog Ser* 547:163-175.
- <sup>26</sup> ACUERDO mediante el cual se expide la Política Nacional de Mares y Costas de México. DOF: 30/11/2018.
- <sup>27</sup> Robbins WD, Hisano M, Connolly SR, Choat JH (2006) Ongoing collapse of coral-reef shark populations. *Current Biology* 16: 2314–2319.
- <sup>28</sup> Christine A. Ward-Paige, Camilo Mora, Heike K. Lotze, Christy Pattengill-Semmens, Loren McClenachan, Ery Arias-Castro, Ransom A. Myers. 2010. Large-Scale Absence of Sharks on Reefs in the Greater-Caribbean: A Footprint of Human Pressures. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0011968>
- <sup>29</sup> Ferretti, F., Myers, R. A., Serena, F. and Lotze, H. K. 2008. Loss of Large Predatory Sharks from the Mediterranean Sea. *Conservation Biology* 22: 952–964. DOI: 10.1111/j.1523-1739.2008.00938.x
- <sup>30</sup> Compagno, L.J.V. 2001. Sharks of the world. An annotated and illustrated catalogue of shark species known to date. Vol. 2. Bullhead, mackerel, and carpet sharks (Heterodontiformes, Lamniformes, and Orectolobiformes). *FAO Species Catalogue for Fishery Purposes*. No. 1, vol.2. Rome, FAO: 269 p.
- <sup>31</sup> Ferretti, F., Myers, R. A., Serena, F. and Lotze, H. K. 2008. Loss of Large Predatory Sharks from the Mediterranean Sea. *Conservation Biology* 22: 952–964. DOI: 10.1111/j.1523-1739.2008.00938.x
- <sup>32</sup> Turner, S. J., Thrush, S. F., Hewitt, J. E., Cummings, V. J. and Funnell, G. (1999), Fishing impacts and the degradation or loss of habitat structure. *Fisheries Management and Ecology*, 6: 401-420. doi:10.1046/j.1365-2400.1999.00167.x
- <sup>33</sup> Ferretti, F., Worm, B., Britten, G. L., Heithaus, M. R., & Lotze, H. K. (2010). Patterns and ecosystem consequences of shark declines in the ocean. *Ecology letters*, 13(8), 1055-1071.
- <sup>34</sup> <http://www.ncdc.noaa.gov/cag/time-series/global/globe/ocean/ytd/5/1880-2015>
- <sup>35</sup> <https://www.climatecentral.org/news/global-warming-ocean-heat-18905>
- <sup>36</sup> Rosa Rui, Baptista Miguel, Lopes Vanessa M., Pegado Maria Rita, Ricardo Paula José, Trübenbach Katja, Leal Miguel Costa, Calado Ricardo and Repolho Tiago Early-life exposure to climate change impairs tropical shark survival. *281Proc. R. Soc. B* <http://doi.org/10.1098/rspb.2014.1738>
- <sup>37</sup> Field IC, Meekan MG, Buckworth RC & Bradshaw CJA. 2009 Susceptibility of sharks, rays and chimaeras to global extinction. *Adv. Mar. Biol.* 56, 275–363. (doi:10.1016/S0065-2881(09)56004-X).



- <sup>38</sup> Hazen, Elliott L., et al. "Predicted habitat shifts of Pacific top predators in a changing climate." *Nature Climate Change* 3.3 (2013): 234.
- <sup>39</sup> Velasco Tarelo, Paula Margarita. Hábitos alimenticios e isótopos de  $^{13}\text{C}$  y  $^{15}\text{N}$  del tiburón mako *Isurus oxyrinchus* (Rafinesque, 1810) en la costa occidental de Baja California Sur. Diss. Instituto Politécnico Nacional. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, 2005.
- <sup>40</sup> Velasco-Tarelo, P. M. 2005. Hábitos alimenticios e isótopos de  $^{13}\text{C}$  y  $^{15}\text{N}$  del tiburón mako, *Isurus oxyrinchus* (Rafinesque, 1810) en la costa occidental de Baja California Sur. Tesis para obtener el grado académico de Maestro en Ciencias (Manejo de Recursos Marinos). Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, CICIMAR, Instituto Politécnico Nacional, La Paz, BCS. 97 p.
- <sup>41</sup> Vetter, R., Kohin, S., Preti, A.N.T.O.N.E.L.L.A., McClatchie, S. A. M., & Dewar, H. (2008). Predatory interactions and niche overlap between mako shark, *Isurus oxyrinchus*, and jumbo squid, *Dosidicus gigas*, in the California Current. *CalCOFI Report*, 49, 142-156.
- <sup>42</sup> Urías-Sotomayor, R., Rodríguez-Domínguez, G., Castañeda-Lomas, N., Pérez-González, R., Rivera-Parra, G. I., & Martínez-Cordero, F. J. (2019). Análisis bioeconómico de la pesquería de calamar gigante *Dosidicus gigas* en el noroeste de México. *Estudios Sociales. Revista de Alimentación Contemporánea y Desarrollo Regional*, 29(53).
- <sup>43</sup> Alfredo Giron-Nava, Andrew F. Johnson, Andrés Cisneros-Montemayor, Octavio Aburto-Oropeza (2019): ¿Cuál es el estado de explotación de los recursos pesqueros en el Golfo de California? *DataMares*. Interactive Resource.
- <sup>44</sup> Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC). (2009). Selección y muestreo de peces de alto consumo humano en México con objeto de determinar el contenido de mercurio (Hg). Primera etapa. Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático 121p.
- <sup>45</sup> Zepeda, Yessica Miriam Plata. Valoración económica del tiburón como recurso pesquero y ecoturístico en Puerto San Carlos, Baja California Sur. Diss. Universidad Autónoma Metropolitana, 2018.
- <sup>46</sup> Abascal, F.J., Quintans, M., Ramos-Cartelle, A. and Mejuto, J. 2011. Movements and environmental preferences of the shortfin mako, *Isurus oxyrinchus*, in the southeastern Pacific Ocean. *Marine Biology* 158(5): 1175-1184.
- <sup>47</sup> Weigmann, S. 2016. Annotated checklist of the living sharks, batoids and chimaeras (Chondrichthyes) of the world, with a focus on biogeographical diversity. *Journal of Fish Biology* 88(3): 837-1037.
- <sup>48</sup> Varghese, S.P., Unnikrishnan, N., Gulati, D.K. and Ayoob, A.E. 2017. Size, sex and reproductive biology of seven pelagic sharks in the eastern Arabian Sea. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 97(1): 181–196.
- <sup>49</sup> Mollet, H.F. and Cailliet, G.M. 2002. Comparative population demography of elasmobranchs using life history tables, Leslie matrices and stage-based matrix models. *Marine and Freshwater Research* 53(8): 503-516.



- <sup>50</sup> Compagno, L.J.V. 2001. Sharks of the world. An annotated and illustrated catalogue of shark species known to date. Volume 2. Bullhead, Mackerel and Carpet Sharks (Heterodontiformes, Lamniformes and Orectolobiformes). FAO, Rome.
- <sup>51</sup> Barreto, R.R., de Farias, W.K.T., Andrade, H., Santana, F.M. and Lessa, R. 2016b. Age, growth and spatial distribution of the life stages of the Shortfin Mako, *Isurus oxyrinchus* (Rafinesque, 1810) caught in the Western and Central Atlantic. PLOS ONE 11(4): e0153062.
- <sup>52</sup> Compagno, L.J.V. 2001. Sharks of the world. An annotated and illustrated catalogue of shark species known to date. Vol. 2. Bullhead, mackerel, and carpet sharks (Heterodontiformes, Lamniformes, and Orectolobiformes). FAO Species Catalogue for Fishery Purposes. No. 1, vol.2. Rome, FAO: 269 p.
- <sup>53</sup> Bernal, D., Dickson, K.D., Shadwick, R.E. and Graham, J.B. 2001. Analysis of the evolutionary convergence for high performance swimming in lamnid sharks and tunas. Comparative Biochemical Physiology 129: 695-726.
- <sup>54</sup> Propuesta para la inclusión del tiburón Mako de aleta corta, *Isurus oxyrinchus* en el Apéndice II de conformidad con el Artículo II párrafo 2 (a) de la Convención CITES, que cumple el Criterio B en el Anexo 2a de la Resolución Conf. 9.24 (Rev. CoP17); y a *Isurus paucus* (tiburón Mako de aleta larga), de conformidad con el Artículo II párrafo 2 (b) de la Convención, que cumple el Criterio A en el Anexo 2b de la Resolución Conf. 9.24 (Rev. CoP 17).
- <sup>55</sup> Propuesta para la inclusión del tiburón Mako de aleta corta, *Isurus oxyrinchus* en el Apéndice II de conformidad con el Artículo II párrafo 2 (a) de la Convención CITES, que cumple el Criterio B en el Anexo 2a de la Resolución Conf. 9.24 (Rev. CoP17); y a *Isurus paucus* (tiburón Mako de aleta larga), de conformidad con el Artículo II párrafo 2 (b) de la Convención, que cumple el Criterio A en el Anexo 2b de la Resolución Conf. 9.24 (Rev. CoP 17).
- <sup>56</sup> Propuesta para la inclusión del tiburón Mako de aleta corta, *Isurus oxyrinchus* en el Apéndice II de conformidad con el Artículo II párrafo 2 (a) de la Convención CITES, que cumple el Criterio B en el Anexo 2a de la Resolución Conf. 9.24 (Rev. CoP17); y a *Isurus paucus* (tiburón Mako de aleta larga), de conformidad con el Artículo II párrafo 2 (b) de la Convención, que cumple el Criterio A en el Anexo 2b de la Resolución Conf. 9.24 (Rev. CoP 17).
- <sup>57</sup> Schrey, A.; Heist, E. 2003. Microsatellite analysis of population structure in the shortfin mako (*Isurus oxyrinchus*). Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science 60: 670-675.
- <sup>58</sup> Corrigan, S., Lowther, A.D., Beheregaray, L.B., Bruce, B.D., Cliff, G., Duffy, C.A., Foulis, A., Francis, M.P., Goldsworthy, S.D., Hyde, J.R., Jabado, R.W., Kacev, D., Marshall, L., Mucientes, G.R., Naylor, G.J.P., Pepperell, J.G., Queiroz, N., White, W.T., Wintner, S.P. and Rogers, P.J. 2018. Population connectivity of the highly migratory Shortfin Mako (*Isurus oxyrinchus* Rafinesque 1810) and implications for management in the southern hemisphere. Frontiers in Ecology and Evolution 6(187): doi: 10.3389/fevo.2018.00187.
- <sup>59</sup> ICCAT. 2017. Report of the 2017 ICCAT Shortfin Mako Assessment Meeting. Madrid, Spain 12-16 June 2017.



- <sup>60</sup> ISC. 2018. Stock Assessment of Shortfin Mako Shark in the North Pacific Ocean Through 2016. WCPFC-NC14-2018/IP-06. Western and Central Pacific Fisheries Commission. Northern Committee Fourteenth Regular Session, Fukuoka, Japan 4-7 September, 2018.
- <sup>61</sup> Francis, M.P., Clarke, S.C., Griggs, L.H and Hoyle, S.D. 2014. Indicator based analyses of the status of New Zealand blue, mako and porbeagle sharks. New Zealand Fisheries Assessment Report 2014/69. Ministry for Primary Industries.
- <sup>62</sup> Brunel, T., Coelho, R., Merino, G., Ortiz de Urbina, J., Rosa, D., Santos, C., Murua, H., Bach, P., Saber, S. and Macias, D. 2018. A preliminary stock assessment for the shortfin mako shark in the Indian Ocean using data-limited approaches. IOTC-WPEB14-2018-037.
- <sup>63</sup> Rigby, C.L., Barreto, R., Carlson, J., Fernando, D., Fordham, S., Francis, M.P., Jabado, R.W., Liu, K.M., Marshall, A., Pacoureaux, N., Romanov, E., Sherley, R.B. & Winker, H. 2019. *Isurus oxyrinchus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2019: e.T39341A2903170. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2019-1.RLTS.T39341A2903170.en>. Downloaded on 5 October 2019.
- <sup>64</sup> Winker, H., Carvalho, F. and Kapur, M. 2018. JABBA: Just Another Bayesian Biomass Assessment. *Fisheries Research* 204: 275–288.
- <sup>65</sup> ISC-SWG. 2015. Indicator-based analysis of the status of shortfin Mako shark in the North Pacific Ocean: Report of the Shark Working Group. 15-20 July 2015, Kona, Hawaii, U.S.A.. International Scientific Committee for Tuna and Tuna-like Species in the North Pacific Ocean. ISC-SWG. 2018. Stock assessment of shortfin Mako shark in the North Pacific Ocean through 2016. ISC/18Annex/15.120 pp.
- <sup>66</sup> ISC-SWG. 2018. Stock assessment of shortfin Mako shark in the North Pacific Ocean through 2016. ISC/18Annex/15.120 pp.
- <sup>67</sup> Propuesta para la inclusión del tiburón Mako de aleta corta, *Isurus oxyrinchus* en el Apéndice II de conformidad con el Artículo II párrafo 2 (a) de la Convención CITES, que cumple el Criterio B en el Anexo 2a de la Resolución Conf. 9.24 (Rev. CoP17); y a *Isurus paucus* (tiburón Mako de aleta larga), de conformidad con el Artículo II párrafo 2 (b) de la Convención, que cumple el Criterio A en el Anexo 2b de la Resolución Conf. 9.24 (Rev. CoP 17).
- <sup>68</sup> SSG ICCAT. 2016. Report of the 2016 intersessional meeting of the shark species group. ICCAT. 27p.
- <sup>69</sup> Ramírez-Amaro, S.R., Cartamil, D., Galván-Magaña, F., González-Barba, G., Graham, J.B., Carrera-Fernández, M., Escobar-Sánchez, O., Sosa-Nishizaki, O., Rochin-Alamillo, A. 2013. The artisanal elasmobranch fishery of the Pacific coast of Baja California Sur, México, management implications. *Sci.Mar* 77(3):473-487.
- <sup>70</sup> Baum, Julia K., and Ransom A. Myers. "Shifting baselines and the decline of pelagic sharks in the Gulf of Mexico." *Ecology Letters* 7.2 (2004): 135-145.
- <sup>71</sup> Sosa-Nishizaki, O. L.E. Saldaña-Ruiz, D. Corro-Espinosa, J. Tovar-Ávila, J.L., Castillo-Géniz, H. Santana-Hernández, J.F. Marquéz-Farías. 2017. Estimations of Shortfin Mako Shark (*isurus oxyrinchus*) catches by Mexican Pacific fisheries, an update (1976-2016). ISC/2017/SHARKWG-3/19/5P.



- <sup>72</sup> Santana-Morales, O. 2008. Composición específica de elasmobranquios capturados por la pesca artesanal en bahía Vizcaíno, B. C., México: Análisis de un registro histórico. Tesis para obtener el grado de Maestro en Ciencias. Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada. Programa de Posgrado en Ciencias en Ecología Marina. Ensenada, Baja California, México. 91 p.
- <sup>73</sup> Cartamil, D., O. Santana-Morales, M. A. Escobedo-Olvera, O. Sosa-Nishizaki, J. Gram., y J. L. CastilloGéniz. 2008. Caracterización de la pesca artesanal de elasmobranquios desarrollada en la costa Oeste de Baja California, México.
- <sup>74</sup> Santana-Morales, O. 2008. Composición específica de elasmobranquios capturados por la pesca artesanal en bahía Vizcaíno, B. C., México: Análisis de un registro histórico. Tesis para obtener el grado de Maestro en Ciencias. Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada. Programa de Posgrado en Ciencias en Ecología Marina. Ensenada, Baja California, México. 91 p.
- <sup>75</sup> Castillo-Geniz, J. L., Godinez-Padilla, C. J., Ajás-Terriquez, H.A., González-Ania, L.V. 2014. Catch data for shortfin Mako shark reported by fishery observers from Mexican shark longline and driftnet fisheries in the North Pacific in 2006-2014. ISC/14/SHARKWG-3/02
- <sup>76</sup> Musick, J. A., Burgess, G., Cailliet, G., Camhi, M., & Fordham, S. (2000). Management of sharks and their relatives (Elasmobranchii). *Fisheries*, 25(3), 9-13.
- <sup>77</sup> E. Cortés, F. Arocha, L. Beerkircher, F. Carvalho, A. Domingo, M. Heupel, H. Holtzhausen, M.N. Santos, M. Ribera, C. Simpfendorfer Ecological risk assessment of pelagic sharks caught in Atlantic pelagic longline fisheries *Aquatic Living Res.*, 23 (2010), pp. 25-34.
- <sup>78</sup> Field IC, Meekan MG, Buckworth RC& Bradshaw CJA. 2009 Susceptibility of sharks, rays and chimaeras to global extinction. *Adv. Mar. Biol.* 56, 275–363. (doi:10.1016/S0065-2881(09)56004-X).
- <sup>79</sup> Hazen, Elliott L., et al. "Predicted habitat shifts of Pacific top predators in a changing climate." *Nature Climate Change* 3.3 (2013): 234.
- <sup>80</sup> IOTC 2017. Report of the 20th Session of the IOTC Scientific Committee. Seychelles, 30 November – 4 December 2017. 232 pp. Disponible en: [http://www.iotc.org/meetings/search?s=&field\\_meeting\\_tid\\_i18n=68&field\\_meeting\\_year\\_tid=All](http://www.iotc.org/meetings/search?s=&field_meeting_tid_i18n=68&field_meeting_year_tid=All).
- <sup>81</sup> Cortes, E., Arocha, F., Beerkircher, L., Carvalho, F., Domingo, A., Heupel, M., Holtzhausen, H., Santos, M. N., Ribera, M. and Simpfendorfer, C. 2010. Ecological risk assessment of pelagic sharks caught in Atlantic pelagic longline fisheries. *Aquat. Living Resour.* 23: 25-34. DOI: 10.1051/alr/2009044
- <sup>82</sup> Cortes, 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. y Yokawa, K. 2015. Expanding ecological risk assessment of pelagic sharks caught in Atlantic Pelagic longline fisheries. *Collect. Vol. Sci.Pap. ICCAT* 71 (6):2637-2688.
- <sup>83</sup> ICCAT SCRS. 2017. Report of the 2017 Shortfin Mako Assessment Meeting. Madrid, Spain, 12-16 June 2017. International Commission for the Conservation of Atlantic



Tunas.

[https://www.iccat.int/Documents/Meetings/Docs/2017\\_SMA\\_ASS\\_REP\\_ENG.pdf](https://www.iccat.int/Documents/Meetings/Docs/2017_SMA_ASS_REP_ENG.pdf)

<sup>84</sup> Campana, S.E., Joyce, W., Fowler, M. and Showell, M. 2016. Discards, hooking, and post-release mortality of porbeagle (*Lamna nasus*), shortfin Mako (*Isurus oxyrinchus*), and blue shark (*Prionace glauca*) in the Canadian pelagic longline fishery. *ICES Journal of Marine Science*, 73(2): 520–528.

<sup>85</sup> Coelho, R., Fernandez-Carvalho, J., Lino, P. G. and Santos, M.N. 2012. An overview of the hooking mortality of elasmobranchs caught in a swordfish pelagic longline fishery in the Atlantic Ocean. *Aquat. Living Resour.* 25, 311–319.

<sup>86</sup> Groeneveld, J.C., Cliff, G., Dudley, S.F.J., Foulis, A.J., Santos, J. and Wintner, S.P. 2014. Population structure and biology of shortfin Mako, *Isurus oxyrinchus*, in the south-west Indian Ocean. *Marine and Freshwater Research*.

<http://dx.doi.org/10.1071/MF13341>.

<sup>87</sup> <http://www.ncdc.noaa.gov/cag/time-series/global/globe/ocean/ytd/5/1880-2015>

<sup>88</sup> <https://www.climatecentral.org/news/global-warming-ocean-heat-18905>

<sup>89</sup> Rosa Rui, Baptista Miguel, Lopes Vanessa M., Pegado Maria Rita, Ricardo Paula José, Trübenbach Katja, Leal Miguel Costa, Calado Ricardo and Repolho Tiago Early-life exposure to climate change impairs tropical shark survival. *281Proc. R. Soc. B* <http://doi.org/10.1098/rspb.2014.1738>

<sup>90</sup> Field IC, Meekan MG, Buckworth RC & Bradshaw CJA. 2009 Susceptibility of sharks, rays and chimaeras to global extinction. *Adv. Mar. Biol.* 56, 275–363. (doi:10.1016/S0065-2881(09)56004-X).

<sup>91</sup> Hazen, Elliott L., et al. "Predicted habitat shifts of Pacific top predators in a changing climate." *Nature Climate Change* 3.3 (2013): 234.

<sup>92</sup> Vaudo JJ, Wetherbee BM, Wood AD, Weng K, Howey-Jordan LA, Harvey GM, Shivji MS (2016) Vertical movements of shortfin mako sharks *Isurus oxyrinchus* in the western North Atlantic Ocean are strongly influenced by temperature. *Mar Ecol Prog Ser* 547:163-175.

<sup>93</sup> ICCAT. 2017. Report of the 2017 ICCAT Shortfin Mako Assessment Meeting. Madrid, Spain 12-16 June 2017.

<sup>94</sup> ISC. 2018. Stock Assessment of Shortfin Mako Shark in the North Pacific Ocean Through 2016. WCPFC-NC14-2018/IP-06. Western and Central Pacific Fisheries Commission. Northern Committee Fourteenth Regular Session, Fukuoka, Japan 4-7 September, 2018.

<sup>95</sup> Francis, M.P., Clarke, S.C., Griggs, L.H and Hoyle, S.D. 2014. Indicator based analyses of the status of New Zealand blue, mako and porbeagle sharks. *New Zealand Fisheries Assessment Report 2014/69*. Ministry for Primary Industries.

<sup>96</sup> Brunel, T., Coelho, R., Merino, G., Ortiz de Urbina, J., Rosa, D., Santos, C., Murua, H., Bach, P., Saber, S. and Macias, D. 2018. A preliminary stock assessment for the shortfin mako shark in the Indian Ocean using data-limited approaches. *IOTC-WPEB14-2018-037*.

<sup>97</sup> Rigby, C.L., Barreto, R., Carlson, J., Fernando, D., Fordham, S., Francis, M.P., Jabado, R.W., Liu, K.M., Marshall, A., Pacoureau, N., Romanov, E., Sherley, R.B. & Winker, H. 2019. *Isurus oxyrinchus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2019:



- e.T39341A2903170. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2019-1.RLTS.T39341A2903170.en>. Downloaded on 5 October 2019.
- <sup>98</sup> Winker, H., Carvalho, F. and Kapur, M. 2018. JABBA: Just Another Bayesian Biomass Assessment. *Fisheries Research* 204: 275–288.
- <sup>99</sup> ISC-SWG. 2015. Indicator-based analysis of the status of shortfin Mako shark in the North Pacific Ocean: Report of the Shark Working Group. 15-20 July 2015, Kona, Hawaii, U.S.A.. International Scientific Committee for Tuna and Tuna-like Species in the North Pacific Ocean.
- <sup>100</sup> ISC-SWG. 2018. Stock assessment of shortfin Mako shark in the North Pacific Ocean through 2016. ISC/18Annex/15.120 pp.
- <sup>101</sup> Propuesta para la inclusión del tiburón Mako de aleta corta, *Isurus oxyrinchus* en el Apéndice II de conformidad con el Artículo II párrafo 2 (a) de la Convención CITES, que cumple el Criterio B en el Anexo 2a de la Resolución Conf. 9.24 (Rev. CoP17); y a *Isurus paucus* (tiburón Mako de aleta larga), de conformidad con el Artículo II párrafo 2 (b) de la Convención, que cumple el Criterio A en el Anexo 2b de la Resolución Conf. 9.24 (Rev. CoP 17).
- <sup>102</sup> Compagno, L.J.V. 2001. Sharks of the world. An annotated and illustrated catalogue of shark species known to date. Vol. 2. Bullhead, mackerel, and carpet sharks (Heterodontiformes, Lamniformes, and Orectolobiformes). FAO Species Catalogue for Fishery Purposes. No. 1, vol.2. Rome, FAO: 269 p.
- <sup>103</sup> Ferretti, F., Myers, R. A., Serena, F. and Lotze, H. K. 2008. Loss of Large Predatory Sharks from the Mediterranean Sea. *Conservation Biology* 22: 952–964. DOI: 10.1111/j.1523-1739.2008.00938.x
- <sup>104</sup> Santana-Morales, O. 2008. Composición específica de elasmobranchios capturados por la pesca artesanal en bahía Vizcaíno, B. C., México: Análisis de un registro histórico. Tesis para obtener el grado de Maestro en Ciencias. Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada. Programa de Posgrado en Ciencias en Ecología Marina. Ensenada, Baja California, México. 91 p.
- <sup>105</sup> Sosa-Nishizaki, O. L.E. Saldaña-Ruíz, D. Corro-Espinosa, J. Tovar-ávila, J.L., Castillo-Géniz, H. SantanaHernández, J.F. Marqués-Farías. 2017. Estimations of Shortfin Mako Shark (*Isurus oxyrinchus*) catches by Mexican Pacific fisheries, an update (1976-2016). ISC/2017/SHARKWG-3/19/5P.
- <sup>106</sup> ICCAT SCRS. 2017. Report of the 2017 Shortfin Mako Assessment Meeting. Madrid, Spain, 12-16 June 2017. International Commission for the Conservation of Atlantic Tunas. [https://www.iccat.int/Documents/Meetings/Docs/2017\\_SMA\\_ASS\\_REP\\_ENG.pdf](https://www.iccat.int/Documents/Meetings/Docs/2017_SMA_ASS_REP_ENG.pdf)
- <sup>107</sup> Campana, S.E., Joyce, W., Fowler, M. and Showell, M. 2016. Discards, hooking, and post-release mortality of porbeagle (*Lamna nasus*), shortfin Mako (*Isurus oxyrinchus*), and blue shark (*Prionace glauca*) in the Canadian pelagic longline fishery. *ICES Journal of Marine Science*, 73(2): 520–528.
- <sup>108</sup> Coelho, R., Fernandez-Carvalho, J., Lino, P. G. and Santos, M.N. 2012. An overview of the hooking mortality of elasmobranchs caught in a swordfish pelagic longline fishery in the Atlantic Ocean. *Aquat. Living Resour.* 25, 311–319.

## Propuesta de inclusión en la lista de especies del Tiburón Martillo Común

### *Sphyrna lewini* (Griffith & Smith, 1834)

#### 5.7.1 Datos generales del responsable de la propuesta:

**Nombre:** Dr. Vicente Anislado Tolentino

**Domicilio:** Boulevard del Cimatario 439. Col Constelación. Querétaro. México. CP 76087

**Teléfono:** 01 (42) 623 7563.

**Fax:** NA

**Correo electrónico:** [anislado@gmail.com](mailto:anislado@gmail.com)

**Institución Proponente:** *Pelagios Kakunjá A.C.* Cuauhtémoc 155, entre Francisco I. Madero y Belisario Domínguez, Colonia Pueblo Nuevo, La Paz Baja California Sur, México. C.P. 23060. Teléfono: 01(612) 122 6001.

**Director general:** *Dr. Mauricio Hoyos Padilla, Co Director: James Ketchum Mejia*

**Correo electrónico:** [mauricio@pelagioskakunja.org](mailto:mauricio@pelagioskakunja.org); [james@pelagioskakunja.org](mailto:james@pelagioskakunja.org)

#### 5.7.2 Nombre científico válido (citando la autoridad taxonómica), los sinónimos más relevantes y nombres comunes de la especie que se propone incluir, excluir o cambiar de categoría en la lista de especies en riesgo y motivos específicos de la propuesta.

**Nombre válido:** *Sphyrna lewini* (Griffith & Smith, 1834), in Cuvier, Griffin y Smith, Animal Kingdom, vol. 10, p. 640, pl. 50, 1834

#### **Sinonimia:**

Las siguientes sinonimias son las recopiladas por Gilbert (1967) excluyendo a aquella que indican identificaciones erróneas o confusiones con otras:

*Zygaena malleus Valenciennes*, 1822, p. 223. (En parte; descripción; ilustración de cabeza; Mar Mediterráneo y Océano Atlántico; dientes descritos como denticulados).

*Zygaena lewini Griffith y Smith*, in Cuvier, Griffin y Smith, Animal Kingdom, vol. 10, p. 640, pl. 50, 1834. (Descripción original; figura; sin espécimen tipo; localidad tipo, Costas del sudeste de Nueva Zelanda).

*Sphyrna lewini* Dumwrl, 1858, p. 261. (En parte posiblemente; Gorwe, África Este.)

*Cestracion (Zygaena) leeuwenii* Dumwrl, 1865, p. 383. ("Costa de la tierra de Leeuwen" [Australia].)

*Zygaena erythraea* (Ehrenberg) Klunzinger, 1871, p. 666. (Sinonimia en nombre).

*Zygaena leuwinii* Ramsay, 1881, p. 96. (En parte posiblemente; sólo nombre; Port Jackson, Australia.)

*Cestracion oceanica* Garman, 1913, pp. 158-159. (Descripción original; localidad tipo, Sociedad de islas.)

*Cestracion lewini* Ogilby, 1916, pp. 81, 94. (Bahía de Moreton, Queensland.)

*Sphyrna (Sphyrna) lewini* McCulloch y Whitley, 1925, p. 129. (Referencia)

*Sphyrna oceanica* Fowler, 1928, p. 23. (Copiado.)

*Sphyrna diplana* Springer, 1941, pp. 46-52. (Descripción original; localidad tipo, Englewood, Fla.).

### ***Motivos específicos de la propuesta.***

Alrededor del mundo, las poblaciones de tiburones han disminuido drásticamente a partir de la década de 1970, debido a la pesca masiva para obtener la aleta de tiburón, producto del estatus social en China y Tailandia, principalmente. Por otro lado, la pérdida de hábitat y la sobreexplotación pesquera dirigida, contribuye a la disminución de las poblaciones de estas especies (Ferreti et al 2010).

Con una historia evolutiva de más de 500 millones de años y tres eventos masivos de extinción, la permanencia de los elasmobranquios en el mundo se ha visto comprometida por la sobreexplotación y la pérdida de hábitat, los indicadores en las capturas se han incrementado sustancialmente desde 1950 con la aparición en los mercados internacionales de las redes de nylon (Morales-Muñiz 2008).

Del gran grupo de elasmobranquios, surgió hace aproximadamente 50 m.a. una de las familias más recientes, los tiburones martillo (Sphyrnidae), que se caracterizan por sus aletas cefálicas (Cefalofolios). Actualmente el género *Sphyrna* es la última línea evolutiva de esta familia (Gilbert, 1967) ya que sigue presentando divergencias evolutivas, al grado que existe una especie críptica (*Sphyrna gilberti*) recién descubierta en aguas del Atlántico Noroeste (Quattro et al 2013).

La selección natural proporcionó a los tiburones martillos características morfológicas y ecológicas tan especializadas que el ser humano las ha aprovechado al máximo para su captura, por lo cual estos tiburones se han hecho altamente susceptibles a una posible extinción por sobrepesca y pérdida de hábitat, principalmente porque dentro de las capturas a nivel mundial se ha apreciado un declive de hasta 90% en las capturas de este depredador tope (Baum et al. 2003, Gallagher et al 2014). Lo que anterior manifiesta su importancia de ser incluido de manera urgente en los programas y políticas de conservación y explotación responsable, desde la perspectiva de la conservación de la biodiversidad y del derecho generacional, ya que además de que se puede desarrollar una explotación sustentable (Lim et al 2010, Gallagher et al 2014).

El motivo de esta propuesta es la evaluación del estado actual de las poblaciones de *Sphyrna lewini* por medio del Método de Evaluación de Riesgo (MER) (Tambutti et al 2001, NOM-059-SEMARNAT-2010), para determinar en qué categoría de riesgo se incluye esta especie, dentro de la

lista de la NOM-059-SEMARNAT-2010. Es necesario mencionar que durante ya casi 11 años de la entrada en vigor de la NOM-029-PESC-2006, las poblaciones de tiburones martillo aún no se han visto recuperadas, ya que durante las temporadas de pesca siguen sin observarse en abundancia a los individuos de más de 200 cm de largo. Con una evidente declinación y una fragilidad a la sobrepesca, así como al deterioro ambiental de su hábitat en 2014, *Sphyrna lewini*, *S. mokarran* y *S. zygaena* fueron incluidas en el Apéndice II de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Flora y Fauna Silvestres (CITES) para lograr aumentar la protección y conservación de sus poblaciones.

**5.7.3 Mapa del área de distribución geográfica en México de la especie o población en cuestión (escala 1:4 000 000), con la máxima precisión que permiten los datos existentes. Este mapa debe incluirse en el criterio A del Anexo Normativo I, MER para el caso de Anfibios, Aves, Hongos, Invertebrados, Mamíferos, Peces y Reptiles.**



Mapa de distribución de *Sphyrna lewini* escala 1:4,000,000<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Mapa base: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. (2011). 'Zona Económica Exclusiva de México'. Límite Nacional 1:250000. Modificado de Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), Lugo-Hupb J., Vidal-Zepeda, R., Fernández-Equiarte, A., Gallegos-García, A., Zavala-H, J. y otros (1990). 'Zona Económica Exclusiva de México'. Extraído de Hipsometría y Batimetría, I.1.1. Atlas Nacional de México. Vol. I. Escala 1:4000000. Instituto de Geografía, UNAM. México

#### **5.7.4 Justificación técnica científica de la propuesta que incluya al menos los siguientes puntos:**

**a) Análisis diagnóstico del estado actual que presentan la población o especie y su hábitat; esta diagnosis debe definir los métodos utilizados para desarrollarla y debe incluir los antecedentes del estado de la especie y su hábitat o, en su caso, de la población que son el motivo de la propuesta.**

##### **a.) DISTRIBUCIÓN.**

La distribución nacional de la especie esta descrita por del Moral- Flores et al (2015) desde la costa noroccidental de la península de Baja California, hasta Chiapas, incluyendo el Golfo de California y el Archipiélago Revillagigedo. En el Atlántico mexicano, a lo largo del Golfo de México y el Mar Caribe, se ha descrito como un tiburón marino (Compagno, 1984). Sin embargo, Castro-Aguirre documento el hallazgo de esta especie en aguas continentales, en el Río Tuxpan, Veracruz y Laguna de Chiltepec, Tabasco (Castro-Aguirre et al 1999).

Si bien se encuentra que la especie está distribuida ampliamente, es importante resaltar que a nivel mundial se reconocen seis stocks de *S. lewini* distribuidos en el mundo, de las cuales la más antigua es la que habita el Indo-Pacífico (Daly-Engel et al 2012) y de las más recientes en el orden evolutivo son las poblaciones de América, es decir la del Pacífico y la del Atlántico. De manera local, para el Pacífico mexicano Anislado-Tolentino (2008), encontró diferencias fenotípicas entre las poblaciones de la costa de Michoacán y deduce a través de las abundancias en el muestreo que las hembras se mantienen más cercanas a las áreas de avivamiento y crianza, mientras que son los machos los encargados en su mayoría de mantener el flujo genético de las poblaciones de las provincias oceanográficas (de la Lanza 1991) de la Costa occidental de Baja California y del Golfo de California con respecto a la provincia oceanográfica del Golfo de Tehuantepec. Para el año de 2012 Castillo-Olguin et al (2012), a través de análisis genéticos demostraron la existencia de dos stocks de *S. lewini*: uno para el norte y otro para el centro del Pacífico este tropical. Por otro lado, se ha demostrado que los machos son los que mantienen el flujo genético ya que se ha observado una multipaternidad de un 33% en las crías gracias a las migraciones inter-islas de los machos adultos (Green et al 2017), como también ya lo habían mencionado Daly-Engel et al. (2012). Lo anterior se ve reflejado en los grupos residentes de hembras adultas en las cercanías de las islas y bajos submarinos (Klimley y Nelson 1981, Bessudo et al 2011, Ketchum et al 2014a, Chin et al. 2017, Peñaherrera et al 2017).

Para el caso del Golfo de México y Mar Caribe, Chapman et al (2009) encontraron que las poblaciones del Atlántico americano se pueden separar en cuatro: Atlántico USA, Golfo de México, Mar Caribe y Centro América y Brasil, siendo las que podrían estar en México de manera definitiva, las del Golfo de México y las del Mar Caribe. Esto implica que México cuenta con cuatro poblaciones de tiburones martillo con posibilidad de cinco si es que se comprueba la hipótesis de que existe la población del Golfo de Tehuantepec (Anislado-Tolentino 2008). Sin embargo, debe de considerarse que las capturas de *S. lewini* para el Golfo de México y Caribe mexicano, son escasas ya que solo representan un 5% de la biomasa pescada (Castillo-Géniz et al 1998), y solo se han documentado en Tabasco y Campeche (Mendoza-Treviño 2014). Si bien puede estar ampliamente distribuido también en el Golfo de México, el tamaño de sus poblaciones es menor que el del Pacífico, lo que aunado a la intensidad de pesca de la región pone a la especie en un riesgo mayor de sobreexplotación.

De acuerdo con datos oficiales de la Carta Nacional Pesquera (2010), en el Golfo de California las capturas de tiburones de gran tamaño como el tiburón martillo *S. lewini* han disminuido hasta el punto de ser sustituidas por pequeñas especies como los cazones del género *Mustelus*. En décadas anteriores, el tiburón martillo común *S. lewini* penetraba en altas densidades al Golfo de California durante el verano (Klimley, 1985; DOF, 2010; Rodríguez-Arana Favela, 2015), y según algunos estudios, era posible observar cardúmenes de más de 300 individuos en los bajos o montañas submarinas de la región (Klimley, 1985). No obstante, los avistamientos han disminuido significativamente en la zona.

A fin de identificar y poder calificar el ámbito de distribución de la especie en el país con respecto al porcentaje de ocupación de la zona económica exclusiva (ZEE = 3,149,920 km<sup>2</sup>), se utilizaron los registros de observaciones puntuales de *S. lewini*, y se aplicó el método de extensión de presencia (EOO) (UICN, 2012), mediante el cual se unen los límites continuos más cortos posibles que pueden dibujarse para incluir todos los registros, para la construcción de un polígono convexo con menor superficie posible, con el fin de evitar sobreestimar la distribución, ya que hay zonas o áreas que las especies no ocupan dentro del polígono. Se contó con registros de captura georeferenciados en las flotas deportivas, ribereñas, mediana altura y altura (archivos del responsable), con lo que se estimó que el área de distribución de *Sphyrna lewini* es de 1,169,759 km<sup>2</sup> que representan el 37.11 % de la ZEE, correspondiendo a una calificación de 1 de acuerdo con el Método de Evaluación de Riesgo de Extinción.

## **a.2) Hábitat**

El tiburón martillo (*Sphyrna lewini*) es uno de los tiburones tropicales que se consideran pelágico-costeros debido a su estrecha dependencia a la costa donde encuentra aguas someras que le sirven de refugio en las épocas de avivamiento y crianza para posteriormente migrar a la zona pelágica del litoral (Compagno 1990), donde puede lograr inmersiones de hasta 947 m de profundidad en el Golfo de California (Jorgensen et al 2009). La profundidad promedio de migración de esta especie es de 50 m (sobre la termoclina) con preferencias de temperatura de 23 a 26°C (Ketchum et al. 2014b, Hoyos-Padilla et al 2015).

Las migraciones en México han sido bien documentadas (Klimley 1987 y 2015, Klimley et al 1993, Ketchum et al 2014a, Hoyos-Padilla et al 2015) y se ha encontrado que en el Golfo de California la especie presenta segregación por talla, sexo y profundidad, además de encontrar zonas donde se congregan los neonatos, los juveniles de más de un metro de longitud y los machos adultos realizan excursiones esporádicas para alimentarse de las crías (Anislado-Tolentino 2000). Estos trabajos también han demostrado la importancia de los corredores magnéticos en el Golfo de California, donde los tiburones martillo se agregan en grupos de hasta 600 individuos durante el día cerca de los bajos de Espíritu Santo y emigran durante las noches a sitios cercanos para alimentarse. Tal es la importancia de las áreas de concentración, que los tiburones martillo pueden migrar largas distancias de acuerdo con los cambios ontogénicos que les permiten hacer uso de los recursos de otras zonas, liberando la capacidad de carga de una sola localidad al momento de dirigirse a otras áreas. Asimismo, los bajos submarinos y las islas además de ser áreas de apareamiento son puntos de descanso y de referencia en los corredores magnéticos del fondo que les permite regresar de manera anual a las áreas de crianza, manteniendo una interconectividad entre islas, bajos submarinos y áreas costeras (Hoyos-Padilla et al 2014, Peñaherrera 2017).

Es importante destacar que la alta fidelidad de los tiburones martillo por las áreas de refugio diurno, aunado a las migraciones nocturnas inter-islas y bajos submarinos, permiten el flujo energético y control de poblaciones entre los sistemas involucrados, de tal manera que se ha demostrado que la presencia de depredadores tope mantiene una mayor diversidad biológica en comparación con los lugares donde las poblaciones de dichos depredadores han sido diezgadas (Ketchum et al 2014a y b). Por lo tanto, esta especie es un buen indicador de la salud del medio ambiente, además de que actúa como especie sombrilla a una escala muy fina (Hearn et al 2009 y 2010) al ser el disparador de la cascada trófica del sistema, controlando a las especies de un espectro trófico facultativo (Sergio et al 2008) y extendiendo su influencia hasta casi las 20 mn (Morato et al 2010).

Las áreas de crianza para los elasmobranquios se encuentran generalmente en zonas someras de alta productividad, tales como bahías, pastizales marinos, estuarios, zonas aledañas a las bocabarras de ríos y manglares. Estas zonas ofrecen a las crías de tiburones (neonatos a un año) una abundante fuente de alimentos y refugio al tiempo que minimizan la depredación y competencia intra e inter-específica (Springer 1967, Castro 1993). Para el caso de *S. lewini* se tienen ubicadas de manera fehaciente en el Pacífico áreas de crianza puntuales: Golfo de California en los bajos de Sonora, Bahía de la Paz (Torres-Huerta, 1999, Torres-Huerta et al 2008, Hoyos-Padilla et al 2014), el sur de Sinaloa (Torres-Rojas 2006), norte de Nayarit (Coiraton et al, 2017), sur de Jalisco y norte de Colima (Corgos y Rosende, 2014, Corgos et al 2016), la costa de Michoacán en las cercanías del Río Nexpa (Anislado-Tolentino 1995, NOM-029-PESC-2006), y de Oaxaca y Chiapas (Soriano-Velásquez et al 2006, Alejo-Plata et al 2007, Ixquiac et al 2019).

Para el Golfo de México y Caribe mexicano, son escasos los trabajos que tratan con *S. lewini*, ya que la especie solo aporta el 5% de las capturas de tiburón (Castillo-Géniz et al 1998). El tamaño de ejemplares capturados indica de manera indirecta la presencia de áreas de crianza, tal es el caso del Sistema Arrecifal Veracruzano (Avendaño-Álvarez et al 2013) y la zona costera de San Pedro, Tabasco y zonas adyacentes a la Laguna de Términos que se encuentra en un área de gran impacto negativo debido a la cercanía de los pozos petroleros del Golfo de México (Cuevas-Gómez 2018). Por otro lado, cuando Castro-Aguirre realizó el hallazgo de esta especie en aguas continentales, en el Río Tuxpan, Veracruz y Laguna de Chiltepec, Tabasco (Castro-Aguirre et al 1999) demostró de manera indirecta la importancia de los sistemas estuarinos para la especie, principalmente como zona de refugio y de avivamiento. Los tiburones martillos de un año de edad son un componente importante de la cascada trófica de la costa, donde los tiburones martillo depredan a los peces diadromos de las aguas someras (Yañez-Arancibia y Nugent 1977), estas comunidades se encuentran en un frágil equilibrio donde una falla en el reclutamiento de las especies involucradas tendría consecuencias altamente negativas. Las áreas costeras enfrentan una gran problemática que incluye la deforestación de las tierras altas, derivado de los asentamientos humanos en urbanización y desarrollo agropecuario que conllevan a aumentar la erosión de la línea de costa y a un exceso de sedimentación en la zona nerítica, que es más evidente en las zonas de arrecifes coralinos por la mortalidad que ocasionan (Granja y López 2008). , El exceso de sobrepastoreo por borregos ferales en la Isla Socorro causó erosión y la sobre sedimentación en los corales aledaños, reduciendo la biodiversidad y abundancia del sistema (Ochoa-López et al. 1998) resultando en la falta de alimento para grandes depredadores como lo es *S. lewini*.

Otra actividad que causa un gran deterioro de la zona costera es la acuicultura, ya que los desechos y productos secundarios son vertidos en gran parte al mar, ocasionando la eutrofización de los humedales y bahías (que sirven de áreas de crianza). Los antibióticos usados pueden bioacumularse en los tejidos y el uso de herbicidas con glifosato como ingrediente activo en los estanques y encierros puede ocasionar toxicidad, reducción en la tasa de crecimiento de los organismos marinos, y aumenta la mortalidad de los no-natos debido a que traspasan la barrera placentaria (Ovando 2018, Plascencia et al 2012). En otros casos, los alimentos de los organismos de cultivo son organismos locales como peces, moluscos y crustáceos, lo que incrementa las presiones contra los grandes depredadores, en un asunto piramidal de deterioro de la zona costera y por lo tanto de las áreas de crianza de los tiburones martillo.

De manera general, los estados del Pacífico norte han presentado en la última década una pérdida de humedales de hasta un 95% siendo los más afectados la Península de Baja California, Sonora, Sinaloa y para el Pacífico central las pérdidas son hasta de un 50%. Para el Golfo de México y Caribe mexicano la situación es alarmante, ya que se puede constatar pérdidas de hasta un 85% de humedales en Tabasco, y de manera gradual en toda la costa del Golfo de México (Landgrave y Moreno Casasola 2012), ocasionando la disminución de las poblaciones de grandes depredadores costeros con la pérdida y deterioro del hábitat costero.

## **b) Relevancia ecológica, taxonómica, cultural y económica, en su caso.**

### **b.1) Relevancia ecológica**

*S. lewini* es considerado un tiburón pelágico-costero (Compagno 1990), se localiza en las cercanías de las playas, deltas de ríos, y estuarios, e incluso llegan a incursionar dentro de los ríos. Se ha encontrado hasta los 1000 m de profundidad (Compagno 1984, Spaet et al 2017). Las crías y juveniles se encuentran en aguas someras de las costas. Esta especie puede formar cardúmenes (de 30 a 600 individuos) o vivir solitariamente. Las tallas reportadas para el nacimiento varían de 38 a 55 cm de longitud total (LT), mientras que las tallas máximas para los adultos son de 300 a 400 cm LT (Compagno, 1984).

Son tiburones vivíparos placentarios. El periodo de gestación varía de 9 a 10 meses y se ha documentado que pueden tener un año de recesión entre un parto y otro. Los machos maduran entre los 140 y 160 cm LT, mientras las hembras maduran aproximadamente a los 200 cm LT, el número de crías varía de 15 a 40. Las crías son paridas en zonas de crianza que se caracterizan por ser aguas someras protegidas por bahías, ensenadas o bajos, presentando un alto grado de filopatría (regreso a

las zonas de avivamiento), además de los comportamientos migratorios entre las islas, bajos submarinos y la costa, mismos que dependen de la edad e incluso del sexo, y que los exponen a las pesquerías de distinta índole, ya sean dirigidas o como fauna de acompañamiento (Compagno 1984, Gallaher et al 2014). De acuerdo con los conocimientos que la cultura pesquera tiene, los mejores días de pesca son los tres días antes y después de las lunas llena y nueva, ya que siguen los ciclos de marea para acercarse a las costas, este conocimiento ha sido sistematizado por Corgos y Rosende (2014), demostrando que la predictibilidad de esos eventos pone en mayor riesgo a los tiburones martillo.

Hasta la fecha el tiburón martillo se había considerado el más abundante de los sphyrnidos, sin embargo, hay ciertos indicios que hacen pensar que comienza una sucesión de *S. lewini* por *S. zygaena* dada la declinación de las poblaciones del primero; sin embargo, existe cierta semejanza a lo encontrado por Diemer et al (2011) en la costa este de África meridional, donde la aparente baja de *Sphyrna zygaena* en las capturas de redes no era tal, ya que esta especie aumentaba en la pesca de palangre, recalcando que las abundancias reportadas a través de las estadísticas pesqueras muchas veces tienden a presentar errores de estimación en la abundancia. Debe considerarse que los cambios de hábitat, la sobreexplotación y los efectos antropizantes secundarios pueden provocar la extirpación de las especies, en tal virtud, resulta relevante que los estudios de abundancia incluyan muestreos biológicos, siendo los más adecuados los que involucran telemetría, genética y censos visuales, como una de las tareas para la conservación de las especies (Gulland 1971, Baena et al 2008, del Monte-Luna et al 2008, Ketchum et al 2014a, Hoyos-Padilla et al 2015).

Debido a la alta presión pesquera en las crías del tiburón martillo, se incluyó en la lista de las 26 especies de tiburones con prioridad de conservación, ya que en el Atlántico Norteamericano se han reducido sus capturas.

Actualmente en México está regulado por la NOM-029-PESC 2006, y las vedas espacio-temporales<sup>2</sup>.

### **b.1.1) Vulnerabilidad morfológica**

---

<sup>2</sup> ACUERDO por el que se modifica el Aviso por el que se da a conocer el establecimiento de épocas y zonas de veda para la pesca de diferentes especies de la fauna acuática en aguas de jurisdicción federal de los Estados Unidos Mexicanos, publicado el 16 de marzo de 1994 para modificar el periodo y zonas de veda de tiburones en el Golfo de México y Mar Caribe. (DOF 15/05/2014 y ACUERDO por el que se modifica el Aviso por el que se da a conocer el establecimiento de épocas y zonas de veda para la pesca de diferentes especies de la fauna acuática en aguas de jurisdicción federal de los Estados Unidos Mexicanos, publicado el 16 de marzo de 1994 para modificar el periodo y zonas de veda de tiburones en el Golfo de México y Mar Caribe. (DOF 23/07/2013)

La vulnerabilidad asociada al taxón es alta por la particular morfología de la cabeza. Estos organismos pueden quedar enredados en las redes de cualquier tamaño ya que organismos de 200 cm LT han sido capturados en las redes de 8.89 cm de abertura de malla y de la misma manera crías de 50 cm de LT se quedan en redes de 22.8 cm de abertura de malla, así como en anzuelos atuneros (Anislado-Tolentino 2008). En la pesca de mediana altura se han registrado ejemplares adultos enganchados por los cefalofolios en palangres a deriva (observación personal). Es necesario resaltar que, debido a lo antes expresado, esta especie de tiburón es aún más susceptible que otras de formar parte de la pesca incidental cuando se usan artes de pesca pasivos (Figura 1).



**Figura 1.**-Ejemplar de *Sphyrna lewini* capturado incidentalmente en la pesca de red langostera en Playa Norte, Mazatlán, Sinaloa en 2007 (hembra de 91 cm LT y 3 kg de peso).

### **b.1.2) Vulnerabilidad en la edad y crecimiento**

La importancia de la estimación de la edad y el crecimiento de los tiburones en la evaluación de los recursos pesqueros se fundamenta en conocer la estructura de la población que está sujeta a explotación. Asimismo, permite conocer la dinámica poblacional o demografía del recurso (Anislado-Tolentino 2000). Del modelo de crecimiento de von Bertalanffy, que es el mayormente usado destacan dos parámetros que tienen alta relevancia biológica, la talla infinita  $L_{\infty}$  (talla máxima teórica) y el coeficiente de “crecimiento”  $k$ , los cuales al ser analizados con algunos otros parámetros logran proveer datos de la susceptibilidad de la especie estudiada. Bransteter et al (1987), propuso una categorización para la  $K$  por sus valores dando las siguientes valoraciones según el tipo de crecimiento: Lento crecimiento. - De 0.05 a 0.1; Moderado crecimiento. - De 0.1 a 0.2. y Rápido crecimiento. - De 0.2 a 0.5.

Para los stocks mexicanos de *S. lewini* debido a la abundancia diferencial de la especie en ambas costas de México, solo se ha investigado este tópico para el Pacífico. Debido a los pocos trabajos existentes (Tabla 1) se utilizó la media geométrica para evaluar el tipo de crecimiento, encontrando que la media para los machos es de 0.131 año<sup>-1</sup> (s= 0.002) y para las hembras 0.124 año<sup>-1</sup> (s=0.003) lo que indica que la especie es de crecimiento moderado.

Tabla 1.- Resumen de los parámetros de crecimiento del tiburón martillo *Sphyrna lewini*,

Autor	Localidad	<i>M machos, H hembras, A ambos</i>								
		K (año <sup>-1</sup> )			L <sub>∞</sub> (cm)			t <sub>0</sub> (años)		
		M	H	A	M	H	A	M	H	A
Holden 1974	Atlántico			0.054			309			-1
Branstetter 1987	Golfo de México			0.073			329			-2.2
Chen et al. 1988	Noreste Taiwán	0.222	0.249		321	320		-0.746	-0.249	
Riigety y Castro 1990	Sinaloa, México			0.1847	256.4					-1003
Andrade, 1996	Pacífico mexicano	0.083	0.082	0.2137	389	390	380	-0.851	-0.682	-0.722
Tapiero et al. 1996	Pacífico Colombiano			0.1795			294.1			-0.505
Anislado-Tolentino y Robinson-Mendoza 2001	Michoacán, México	0.131	0.153		336	353		-1.091	-0.633	
Piercy et al. 2007	Atlántico y Golfo de México	0.13	0.09		278	302		-1.62	-2.22	
Anislado-Tolentino et al. 2008	Sur de Sinaloa	0.123	0.1		364	376		-1.18	-1.16	
Zarate-Ruistrián 2010	Golfo de Tehuantepec	0.13	0.13		301	305.3		-0.74	-0.51	
Drew et al. 2015	Golfo de México			0.09			311			
Sentosa et al 2016	Islas menores de la Sonda orientales, India	0.24	0.29		399	399		-0.39	-0.28	

### b.1.3) Vulnerabilidad reproductiva

#### b. 1.3.1) Áreas de crianza y fecundidad

El tiburón martillo común presenta viviparidad placentaria lo que le permite parir crías con mayores posibilidades de sobrevivencia y desarrollo, sin embargo, aumenta el costo energético, ya que las hembras deberán buscar áreas de crianza (Wourms 1981; Compagno, 1990) que son generalmente zonas someras, muy cercanas a humedales costeros, donde el flujo de alimento es continuo y donde el ser humano ingresa a pescar por su fácil acceso. En estos lugares las crías de tiburón martillo son altamente susceptibles de ser capturados y por lo tanto una sobre pesca provocaría una falla en el reclutamiento (NOM-029-PESC-2006; Anislado-Toletnino y Robinson-Mendoza 2001, Heupel y Simpfendorfer 2002, Heupel et al. 2007, Pérez-Jiménez 2014). En las costas del Pacífico de México

las capturas están compuestas en su mayoría por crías (Madrid y Sánchez 1997, Anislado-Tolentino y Robinson- Mendoza 2001, Soriano- Velásquez et al. 2006, Bejarano-Álvarez et al. 2011 Furlong-Estrada et al 2014, 2015, Pérez-Jiménez et al. 2015). A esto hay que añadir que para México se han estimado ciclos de parto de uno a dos años con avivamientos de 13 a 40 crías (Tabla 2) y que, aunque sean depredadores topes, las crías presentan una mortalidad natural por depredación y canibalismo (Anislado-Tolentino 2000). Asimismo, como una de las estrategias reproductivas es el aumento del número de crías conforme la hembra aumenta su tamaño (Anislado-Tolentino 2008), así la vulnerabilidad de la especie se ve aumentada porque además de que la especie es capturada en las áreas de crianza siendo aún crías, también las hembras son susceptibles de captura durante la época de avivamiento con lo que la población pierde tanto reproductores como reclutas.

Tabla 2.- Datos relativos a la reproducción de *Sphyrna lewini*. M macho, H hembra, A ambos

Autor	Localidad	Talla de nacimiento			Talla de madures			Fecundidad	Apareamiento		Gestación (meses)	Meses de partos	
		M	H	A	M	H	A		inicio	fin		inicio	fin
Clarke, 1972	Hawái, USA			40				31			12	verano	
Holden, 1974	Atlántico			38	180	240							
Bass et al... 1975	KwaZulu-Natal, Sud-África			45	140	212						verano	
Dodrill, 1977	Florida, USA			38	140	221							
Branstetter, 1987	Golfo de México, USA			49	180	250		30			12		
Klimley, 1987	Golfo de California, México						217						
Chen et al... 1988	Hawái, USA			47	198	210		38	julio	oct	10	mayo	julio
Stevens y Lyle 1989	Norte de Australia			45	140	200		23			9	verano	
Castro, 1993	Florida, USA			38	140	274		20				verano	
Last y Stevens, 1994	Australia					200		23					
Crow et al... 1996	Hawái, USA			44.7	213	309		31					
Castillo Géniz y Marquéz-Farías, 1996	Golfo de México, México				180	220		42					
Capapé et al. 1998	Senegal, Agraica			37				22				verano	
Lessa et al... 1998	Noreste de Brasil			45		149							
Torres-Huerta, 1999	Golfo de California, México			41	17	232		32			11	mayo	septiembre
Hazin et al. 2001	Noreste de Brasil			38	180	240		21			10	verano	
Campuzano Caballero, 2002	Golfo de Tehuantepec, México	37	36		176	215		43			10	mayo	julio
Bruyn et al 2005	Sud Africa			50	216	244		38			10	Octubre	Marzo
Soriano Velásquez et al. 2006	Golfo de Tehuantepec, México			35	154	169		43			12	mayo	julio
Alejo-Plata et al 2007	Oaxaca, México			42				21				julio	Agosto
Carrera-Fernández y Martínez-Ortiz 2007	Manta Ecuador			46	190	225							
Anislado-Tolentino 2008	Sinaloa, México			50	170	204		22 a 48			10 a 11	junio	agosto
Chodriyah y Setyadji 2015	Oceano Índico Este			53			207						
Drew et al 2015	Indonesia				175	228		40					
Corgos et al, 2016	Jalisco-Colima											Julio	Agosto
Brown et al 2016	Fiji (Oceanía)			60								enero	
Coiraton et al 2017	Pacífico mexicano	45	45									mayo	agosto
Anislado-Tolentino Datos no publicados	Michoacán, México	44.7	47.8		169	210		42	julio	septiembre	10	mayo	julio

### b.1.3) Aspectos demográficos

La mortalidad natural (M) revisada muestra una media geométrica de  $0.164 \text{ año}^{-1}$  con un  $CV=35\%$ , lo que indica pérdidas naturales de un 10 a 20 % de la población de manera anual (Tabla 3). De gran importancia es la tasa intrínseca de crecimiento poblacional ( $r$ ) ya que nos muestra cómo reacciona la población con respecto al tiempo, para esta especie, el promedio encontrado de  $r= 0.218$  con un  $CV$  de 38%, incrementando la población un 24% al año. La tasa neta reproductiva ( $R_0$ ) observada presenta valores que van de las 5 a las 12 hijas por año, que de acuerdo a Musick (1999) es

considerada una productividad moderada, sin embargo, cuando se aumenta la mortalidad el potencial de recuperación ( $r_M$ ) disminuye drásticamente hasta valores negativos que indican una falla en el reclutamiento, peligro que implica la extirpación de poblaciones de su medio ambiente, dicho de otra manera, la productividad y resiliencia de esta especie es considerada baja (Furlong-Estrada et al 2015) (Tabla 3).

Otro indicador utilizado en la demografía es la elasticidad ( $e$ ) (Tabla 3), que tiene como finalidad evaluar la contribución proporcional de los cambios en la supervivencia y reproducción a la tasa finita de crecimiento poblacional (Caswell 2001). Para *S. lewini* se ha encontrado que son los juveniles quienes contribuyen mayormente a los cambios de la sobrevivencia ya que su elasticidad ( $e_j$ ) va de los 43 a 82 %, seguido por los adultos con  $e_a$  de casi 20%, demostrando con esto la fuerte dependencia de la especie, que lo pone en una condición de alta vulnerabilidad, ya que en la pesca ribereña se llegan a capturar a las hembras adultas embarazadas lo que magnifica la elasticidad de los neonatos ( $e_n= 11$  a  $13$ ) con la de los adultos a casi 30% de elasticidad, es decir, que la susceptibilidad de cambios en la mortalidad de estos grupos ontogénicos es de 30% en contra de la población de *S. lewini* (Anislado-Tolentino 2008).

Tabla 3.- Principales parámetros demográficos de *Sphyrna lewini*: M mortalidad natural (año<sup>-1</sup>), T<sub>max</sub> longevidad (años), E<sub>mad</sub> Edad de madurez (años), PP Periodo de partos, A anual, BE bienal, r tasa intrínseca de crecimiento poblacional, r<sub>2m</sub> potencial de recuperación, r<sub>crit</sub> potencial crítico (explotación hasta que R<sub>0</sub>=1), e elasticidad n neonatos, j juveniles, a adultos, F fecundidad, PN Pacífico Noroeste, NEGM noroeste del Golfo de México, A Atlántico, GM Golfo de México, NA nor Atlántico, GC Golfo de California, IOMIn Islas orientales menores de la Sonda Indonesia

Autor	Área	M	T <sub>max</sub>	E <sub>mad</sub>	Fecundidad			PP	r	r <sub>2m</sub>	r <sub>crit</sub>	R <sub>0</sub>	e <sub>n</sub>	e <sub>j</sub>	e <sub>a</sub>	e <sub>r</sub>
					Número de crías vs LT											
					a	b	promedio									
Liu y Chen 1999	PN	0.276	15	5			13	BE	0.205			4.74				
	PN	0.279	15	5			13	BE	0.242			6.26				
	PN	0.79	15	5	-26.1	0.18	6 a 19	BE	0.153			3.6				
Soriano-Velazquez et al	NEGM	0.238	35	5			12.9	BE	0.172			7.86				
	NEGM	0.119	35	5			12.9	BE	0.182			8.85				
	NEGM	0.238	35	5	-26.1	0.19	6 a 19	BE	0.196			6.4				
Frisk et al., 2001	NEGM	0.131	23	5	-37.8	0.21		A	0.25			8				
	NEGM			15			23	A	0.16							
	NEGM	0.105	17	15			30	A	0.008							
Cortes 2002	PN	0.235	14	4.1			40	A	0.47							
Frisk et al 2004	NEGM								0.13				82.1			
Chen y Yuan 2006	NEGM	0.107					12	A	0.086				43			
Anislado-Tolentino 2006	Michoacán	0.215	22	6	-15.8	0.19	16 a 28 (hembras)	A	0.25		0.044	12	13.3	53.1	20.3	13.3
	Sinaloa	0.215	29	7	-11.5	0.17	12 a 27 (hembras)	A	0.18		0.03	9	11.34	56.7	20.62	11.34
Jiao et al 2009	Ay GM								0.3					53.5		
Hayes et al 2009	NA y GM								0.29							
Furlong-Estrada et al 2014	GC*								0.299	0.062						
	GC**								0.189	0.033						
Sentosa et al 2016		0.33														
	IOMIn	Hembra														
		0.38														
		0.33														
		0.38														
		0.33														
		0.38														

Considerando lo anterior y usando los criterios de Furlong-Estrada et al (2014) y de Musick (1999), se determina que *S. lewini* posee una productividad baja, que además incrementa su fragilidad por los valores de elasticidad en juveniles y adultos (Tabla 4).

Tabla 4.- Escala de productividad biológica con base en diversos atributos biológicos, en negritas y sombreada los valores para *S. lewini* (modificada de Hobday et al 2011).

Atributo	Productividad baja (0.33)	Productividad media (0.66)	Productividad alta (1.00)
Tasa intrínseca de crecimiento poblacional (r)	<0.15	0.05–0.5	>0.5
Tasa de crecimiento von Bertalanffy(K)	<0.15	0.16–0.3	>0.3
Edad de madurez	>15 años	5-15 años	<5 años
Talla de madurez	>200 cm	40-200 cm	<40 cm
Edad máxima	>25 años	10-25 años	<10 años
Talla máxima	>300 cm	100-300 cm	<100 cm
Fecundidad anual	<100 crías por año	100-20,000 crías por año	>20,000 crías por año
Estrategia reproductiva	vivíparos y semejantes	ovíparos demersales	difusión múltiple
Nivel trófico	>3.25	2.75-3.25	<2.75

### b.1.4) Aspectos alimentarios

Esta especie es considerada de amplio nicho (Bi=0.4 a 0.6), aun cuando algunos trabajos lo muestran como generalista (Bi=0.16) para el Golfo de California (Aguilar-Castro 2003). Su nivel trófico es de 4 a 5.2 (Tabla 5) lo que lo ubica en los depredadores de tercer orden, es decir, que es uno de los

depredadores tope del ecosistema en el que habitan, siendo componentes importantes en la regulación del tamaño poblacional de las diferentes especies de la comunidad, además en sus estados de neonato son parte también de la dieta de diferentes especies como son los lutjánidos, serránidos, y otros tiburones (Anislado-Tolentino 2000). Es importante recalcar que, como todo depredador tope, estos regulan a las otras poblaciones de peces que viven de manera simpátrica con su depredador, y además también en sus primeras etapas sirven de alimento para otros depredadores como pueden ser tiburones, peces óseos de gran tamaño como son los meros y pargos, mamíferos marinos y aves rapaces, por lo que la protección de un depredador tope generará un efecto sombrilla en la protección de la fauna asociada al tiburón martillo (Roberts 1997).

Tabla 5.- Datos tróficos y de mercurio para *Sphyrna lewini*.

Autor	Localidad	Bi (Amplitud de nicho)	Nivel trófico	Mercurio ( $\mu\text{g g}^{-1}$ )
Lyle 1984	Norte de Australia			4
Aguilar-Castro 2003	Golfo de California	0.16		
Bruyn et al 2005	Sud África		4	
Ruelas-Inzunza et al 2014	Altata-Ensenada del Pabellón México			1.45
Bergés-Tiznado 2015	Teacapan, Sinaloa, México			1.17
Flores-Martines et al. 2016	Golfo de Tehuantepec	0.62	4.1	
Corgos et al 2016	Jalisco-Colima		4	
Estupiñan-Montaño et al 2017	Pacífico ecuatoriano	0.4		

## b.2) Relevancia económica y cultural

Los tiburones y especies relativas (Elasmobranchii) engloban aproximadamente mil especies mayormente marinas (Compagno 2001). A escala mundial, durante las décadas de 1980 a 2000 las capturas de elasmobranquios aumentaron de manera exponencial y aún con la regulación existente, no se logra aun recuperar las densidades poblacionales que se observaban anteriormente, ya que en algunos lugares no se respetan las disposiciones legales y continúan las capturas (Cruz et al 2011). Se ha sugerido que la pesca dirigida puede diezmar más rápidamente una población de tiburón que la de otras especies de peces (Camhi y Musick 1998, Musick 1999, Cortés 2000). En ocasiones, los tiburones son capturados como pesca incidental en las industrias pesqueras multiespecíficas, en las cuales las especies objetivo presentan características biológicas que permiten una recuperación más rápida (Musick 1999, Stevens et al 2000, Anislado-Tolentino 2008). En estas pesquerías, los tiburones pueden ser capturados hasta la extinción comercial mientras que los peces más productivos continúan impulsando la industria. Por lo tanto, una carencia de las prácticas sensibles

de administración, combinada con las características de la historia de la vida de los tiburones ha producido una receta para el desastre (Pérez-Jiménez 2014).

**c) Factores de riesgo reales y potenciales para la especie o población, así como la evaluación de la importancia relativa de cada uno.**

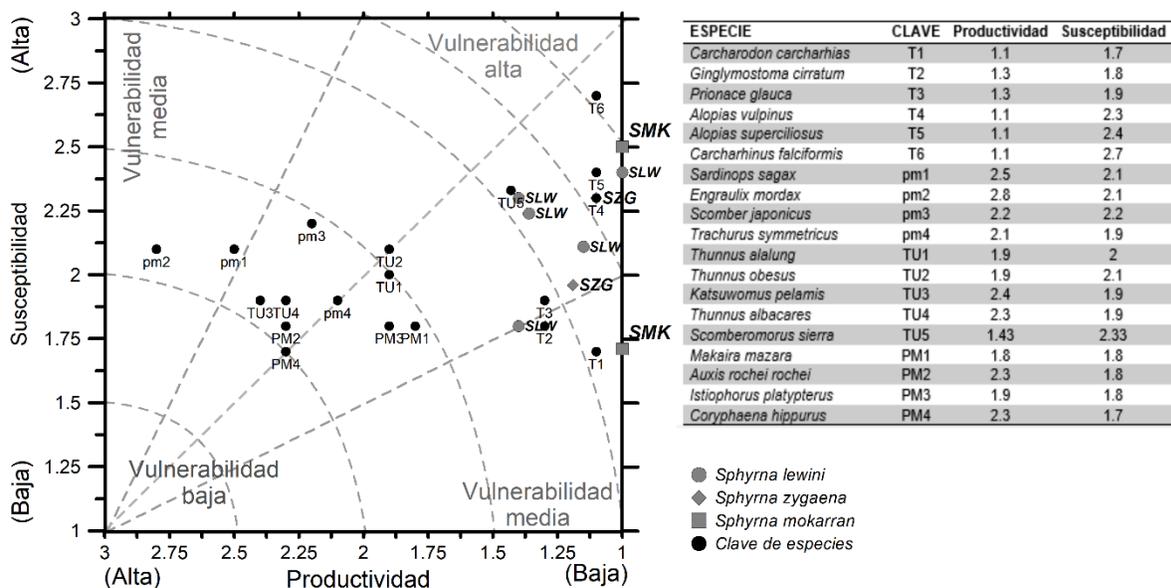
**c.1) Pesca**

De las principales especies capturadas en las costas de México destaca el *S. lewini*, este tiburón ocupa el primer lugar en biomasa capturada por la flota ribereña para el Pacífico mexicano: en su parte central: Jalisco, Colima, Michoacán y Guerrero, Golfo de Tehuantepec y Chiapas (Applegate et al 1979, Anislado-Tolentino, 2000, Anislado-Tolentino y Robinson-Mendoza 2001, Cruz et al 2011, Furlong-Estrada et al 2015, Corgos et al 2016). En Sonora y Sinaloa este escualo ocupa el tercer lugar de las capturas (Hernández-Carballo 1967), en su pesquería llegan a ser capturadas las tres especies (*S. lewini*, *S. zygaena*, y *S. mokarran*) (Figura 2), mismas que pueden llegar a ser confundidas y por lo tanto ingresadas erróneamente en los avisos de arribo y bitácoras de pesca. Para el Golfo de México y Mar Caribe, si bien se habla de la captura de *Sphyrna lewini* y otros martillos, no se dan las proporciones que representan en la biomasa pescada y en otros casos se maneja como escasa su pesca (Blanco-Parra et al 2016, Marcos-Camacho 2016). Se ha encontrado que la talla de reclutamiento es de 38 a 45 cm LT (neonatos) y la talla promedio de captura no rebasa los 100 cm LT, siendo evidente que estos son organismos inmaduros. Con un trabajo extensivo de investigación sobre las pesquerías, Pérez-Jiménez et al (2016) realizaron un análisis de las pesquerías artesanales del sur del Golfo de México, donde reportan a *S. lewini* como el tiburón que presenta el 3er lugar de importancia en las capturas. Si bien siempre se ha reportado la presencia de *S. lewini*, la escases de estudios también manifiesta que en el Golfo de México, y mar Caribe la densidad poblacional es menor que en el Pacífico, por lo que será más susceptible a una pesca dirigida.



**Figura 2.-** *Sphyrna zygaena* (izquierda) y *S. lewini* (derecha), capturados por la misma embarcación de la flota palangrera a la deriva de Playa Sur en Mazatlán Sinaloa en 2005.

Mendoza-Treviño et al (2014) realizaron un estudio en Campeche, Tabasco y Yucatán donde evaluaron para este tiburón la productividad ( $P=1.4$ ), susceptibilidad ( $S=1.8$  a  $2.3$ ) y vulnerabilidad ( $v>2$ ), mientras que Furlong-Estrada et al (2017) realizaron un estudio en el Pacífico mexicano encontrando valores de  $P=1.36$ ,  $S=2.34$  y  $v=2.06$ . donde  $V<1.8$  se asocia a baja vulnerabilidad,  $V>1.8-2$  con moderada vulnerabilidad y  $V>2$  con alta vulnerabilidad, con lo que se pone de manifiesto la fragilidad de la especie para ambas costas de México. En Costa Rica se encontró que el tiburón martillo tienen una  $V=2.3$  (Clarke et al 2018), marcando una tendencia preponderante de la especie a nivel América. De manera comparativa se puede observar en la Figura 3 la alta vulnerabilidad de los elasmobranquios, en especial de los tiburones martillo, en comparación con los túnidos y pelágicos menores y mayores (Patrick et al 2009, Mendoza.Treviño et al 2014, CeDePesca 2015, Duffy y Griffiths 2017, Furlong-Estrada et al 2017, Clarke et al 2018).



**Figura 3.-** Relación de productividad y susceptibilidad en los contornos de vulnerabilidad de algunas especies de peces de importancia comercial. T para tiburones, pm pelágicos menores, TU tunidos, PM pelágicos mayores.

### c.1.1) Talla de captura (Reclutamiento al arte de pesca)

La mayoría de las capturas del tiburón martillo en el país se basan en neonatos y juveniles (casi un 70 % de la biomasa) con un intervalo de 45 cm a 160 cm de LT y un promedio de 60 cm LT (Saucedo et al 1982, Manjarres et al 1983, Campuzano-Caballero 2002, Pérez-Jiménez et al 2002, Sarabia y Velásquez 2002, Soriano- Velásquez et al 2006, Anislado-Tolentino et al 2008, Mendoza-Treviño et al 2014) y muchas veces son capturados en pequeños grupos de 3 a 10 (Figura 4) o en cardúmenes de hasta 50 organismos (Anislado-Tolentino 2008). Eso no descarta la captura de organismos de gran tamaño (>200 cm LT), ya que los artes de pesca son altamente selectivos a la especie, pero no para la talla como se comentó en el apartado 5.3.2 vulnerabilidad morfológica. Cabe destacar que la flota tiburonera con más tradición es la de Chiapas la cual si bien también captura reclutas de 61 cm su talla promedio de captura es de 150 cm LT, siendo organismos inmaduros (Celaya-Castillo et al 2014).



**Figura 4.-** Grupo de crías de *S. lewini* capturados durante la misma maniobra de pesca con red de 8.75 cm de abertura de malla en la costa de Guerrero durante 2006.

### **c. 1.2) Mortalidad total (Z), por pesca (F) e índice de explotación (E)**

Son muy escasos los estudios donde de manera directa se ha determinado Z, F y E de las poblaciones de *S. lewini* dentro de las pesquerías (Soriano-Vázquez et al 2006, Anislado-Tolentino 2008), los datos existentes muestran un intervalo de Z igual a 0.9 a 1.5 años<sup>-1</sup>, que en términos de sobrevivencia porcentual anual (S) muestra un intervalo de 22% a 40% demostrando una sobreexplotación del recurso (Tabla 6). En el caso de F, los valores de 0.8 a 1.33 años<sup>-1</sup> (55% a 74.5% de muertes) generando que el índice de explotación (E) muestre a una especie sobre explotada ya que los valores estimados van de 0.8 a 0.9, sobrepasando el valor de 0.75 que Gulland (1971) recomendó tener como referencia de sobreexplotación con miras a la extirpación comercial. Si bien estos valores fueron estimados durante la instauración de las estrategias de explotación responsable dictadas por la NOM-029-PESC-2006, es necesario resaltar que a casi ocho años de su entrada en vigor, aún sigue las prácticas erróneas de antes del 2006 en las zonas de veda temporal (Cruz et al 2011).

**Tabla 6-** Principales parámetros de mortalidad de *Sphyrna lewini*: M mortalidad natural (año<sup>-1</sup>), F mortalidad por pesca (año<sup>-1</sup>), Z mortalidad total (año<sup>-1</sup>), E índice de explotación (año<sup>-1</sup>).

Autor	Localidad	M	Sobrevivencia anual %	F	Z	E	
Liu y Chen, 1999	Taiwán	0.279	75.7				
	Golfo de México	0.119	88.8				
Marquéz-Farías, 2002	Golfo de California, México	0.129	87.9				
Cortés, 2002	Golfo de México, USA	0.186	83.0				
	Pacífico Norte	0.357	70.0				
Soriano -Velásquez, 2006	Golfo de Tehuantepec, México	0.131	87.7	1.33	1.51	0.88	
Chen y Yuan, 2006	Mundial	0.107	89.9				
Anislado-Tolentino 2008	Sinaloa, México	0.215	80.7	1	1.4	0.77	
	Michoacán, México	0.215	80.7	1.13	1.25	0.77	
Sentosa et al 2016	Islas orientales menores de la Sonda Indonesia	Hembra	0.33	68	0.35	0.87	0.51
		Macho	0.38	72	0.49	0.68	0.57

### c.1.3) Mercado de los productos pesqueros

La pesca de tiburón provee de carne de buena calidad y bajo precio a las comunidades costeras y al mercado interno, particularmente la carne de *S. lewini* se comercializa fresca, congelada, salpessada y ahumada, pocas veces se ha documentado las características de este comercio, de manera general y por la experiencia del autor se puede afirmar que esta misma especie presenta dos categorías comerciales en su carne, la de primera calidad, carne blanca y suave que se encuentra en los neonatos y juveniles de hasta 100 cm LT y en la zona postcefálica hasta la primera aleta dorsal de los organismos más grandes, mientras que en la zona postdorsal de los mayores a 100 cm LT, la carne se considera de tercera calidad porque es oscura (de ahí el nombre de cornuda prieta, además de que su piel se “broncea”). Como puede comprenderse los embriones a término han sido comercializados como carne de primera calidad y son comúnmente llamados tripa debido a que son extraídos del vientre de la madre (Figura 5), los precios varían significativamente, la carne de primera en trozo se vende a pie de playa en un rango de los 20 a los 40 pesos y la de tercera en 5 a 15 pesos el kilogramo, subiendo los precios conforme se acerca la semana santa y la época navideña.



**Figura 5.-** Ejemplo de captura de una hembra preñada y las crías para venta de carne de tripa y tiburón, Costa de Michoacán 1994.

En México, las aletas presentan un valor agregado en la pesquería artesanal y una venta dirigida en la pesca de mediana altura y de altura. A lo largo de la costa existe un mercado que recaba y acapara las aletas y que las clasifica en tres categorías: 1) Aletas pectorales y dorsales de organismos grandes con buena cantidad de ceratotriquias, 2) Aletas pectorales y dorsales de organismos medianos (150 cm LT) con una cantidad moderada de ceratotriquias y 3) aletas pectorales y dorsales de organismos pequeños, y si son de tiburones grandes estas son delgadas con poca cantidad de ceratotriquia (incluyen las altas anales, segunda dorsal pélvicas, lóbulo inferior y aletilla del lóbulo superior de la aleta caudal). Los valores actuales del kilogramo de aletas secas al sol son de \$350.00, \$500.00 y \$750.00 respectivamente; en el caso de los sphyrnidos las aletas de los adultos se consideran de segunda calidad y la de los juveniles y crías de tercera, y muchas veces no es el pescador quien aprovecha estas aletas ya que los tiempos de procesamiento son prioritarios para las especies de escama de mayor valor que el tiburón. Quienes se aprovechan de las aletas en un 70% son los ayudantes, quienes recaban este producto secándolas de manera inadecuada (Figura 6) hasta que llega el “acaparador” y es donde la cadena de comercialización se hace confusa para los investigadores. Esto no pasa en los campamentos estrictamente tiburonereros como es el caso de Puerto Chiapas o Boca del Cielo, Chiapas, donde los pescadores ya tienen una conciencia de captura responsable y venden la aleta solo de los organismos que arriban en la playa, cumpliendo uno de los mecanismos de pesca responsable expresados en la NOM-029-PESC-2006.

Por otro lado, en México ya no existe una industria peletera (piel) y farmacéutica (aceite, escualeno y cartílago) que permita la comercialización de los subproductos pesqueros del tiburón en general y que permita disminuir la captura por carne ya que abriría una industria netamente familiar.



**Figura 6.-** Secado de aletas de tiburón, a la izquierda secado en un campamento tiburoneo de Puerto Chiapas a la derecha secado en un centro de recepción de productos pesqueros en Sinaloa.

### c.2) Mancha urbana

Aun cuando existe un vacío en términos de estudios que analicen las relaciones entre el crecimiento de la mancha urbana y el deterioro del hábitat costero, es fácil deducir que los crecimientos irregulares de la mancha urbana tienden a un cambio indiscriminado del uso del suelo. Es muy común que existan desarrollos urbanos en los lechos de río y orillas de lagunas donde las descargas de desechos paran en las cuencas hidráulicas de las zonas como es el caso de Acapulco, Cancún y Puerto Vallarta. Actualmente la capacidad de carga de los sistemas se ha visto rebasada y los excesos van a parar a las bahías y humedales cercanos (Cárdenas-Gómez 2016). Es conocido de manera empírica que la costa es un ecosistema frágil donde la contaminación, el cambio de suelo a desarrollos urbanos, turísticos y agropecuarios sobrepasa la capacidad de carga de los sistemas, dañando las comunidades silvestres, donde los más afectados son aquellas especies que por sus historias de vida son más susceptibles como los elasmobranquios (Lara-Lara *et al* 2008, Marie *et al* 2017, Zamora –Vilchis *et al* 2018). Actualmente existe como evidencia de que las rutas migratorias han cambiado hace poco, por ejemplo, desde que se iniciaron los censos en Cabo Pulmo (1975) es hasta el 2007 cuando se registra un ejemplar juvenil de *S. lewini*. Es necesario destacar que las rutas migratorias del tiburón martillo están cambiando a lugares menos impactados y que Cabo Pulmo ha comenzado a recuperarse (Reyes-Bonilla *et al* 2016).

Por otro lado, la mancha urbana va aumentando en las costas de manera descontrolada, ya que el crecimiento de población de la región costera responde a la aparición de actividades económicas, principalmente turísticas, petroleras, portuarias, agrícolas o industriales, como se observa en los centros turísticos y los complejos industriales portuarios, , por lo que es necesario regular su dinámica y lograr un adecuado desarrollo, toda vez que se asienta en un ecosistema sumamente frágil como lo es la "región costera" (Lara-Domínguez et al 1992, García 1997, Padilla y Sotelo 2000, Iñiguez et al 2007, Olguín et al 2007, ITOPF 2014).

### **c. 3) Contaminación por mercurio y órgano clorados**

Uno de los contaminantes que más alertan a los científicos y al sector salud, es el mercurio que se bioacumula en los tejidos de los depredadores, en este caso elasmobranquios y túnidos, ya que daña las células madres del sistema nervioso de los consumidores, principalmente las mujeres en edad reproductiva, gestantes y amamantadoras, llegando a ser mortales en dosis excesivas (Raimann *et al.* 2014). Considerando que las concentraciones de mercurio máximas permitidas por la NOM-027-SSA1-1993 son de  $1 \mu\text{g g}^{-1}$ , en México solo se encontraron dos estudios uno para Altatata, Sinaloa con  $1.45 \mu\text{g g}^{-1}$  (Ruelas-Inzunza *et al.* 2014) y otro para la zona de Teacapán, Sinaloa con  $1.2 \mu\text{g g}^{-1}$  (Bergés-Tiznado *et al.* 2015). En el único estudio encontrado para organoclorados en *S. lewini* realizado en la costa de Oaxaca, Martínez-Villa *et al.* (2014), encontraron concentraciones de 8 a 22  $\text{ng g}^{-1}$  donde se incluyen DDT y abundantes heptacloros, ambos cancerígenos para el ser humano. La NOM-031-SSA1-1993 establece que los pescados consumidos “no deben contener residuos de plaguicidas como Aldrín, Dieldrín, Endrín, Heptacloro y Kapone u otros prohibidos en el Catálogo de Plaguicidas publicado en el Diario Oficial de la Federación”. Es necesario tomar en cuenta que los contaminantes provenientes de los pesticidas no solo se acumulan en el músculo, también pueden pasar las membranas placentarias, como ya fue reportado por Lyons y Douglas (2014) para *S. lewini* en el Atlántico Norte donde placentas y embriones de este pez mostraron concentraciones de  $4.6 \text{ ng g}^{-1}$  de heptacloros. Estos mismos autores mencionan que es importante evaluar la mortalidad que puede provocar el envenenamiento por estos productos a los tiburones.

Considerando lo anterior se aprecia a una especie altamente susceptible a la contaminación y resalta la necesidad de realizar los estudios para poder ver la acción directa de estos contaminantes en los tiburones para así delimitar si aumenta también la mortalidad de la especie.

**d) Análisis pronóstico de la tendencia actualizada de la especie o población referida, de no cambiarse el estado actual de los factores que provocan el riesgo de su desaparición en México, a corto y mediano plazos.**

Desde la puesta en operación de la NOM-029-PESC-2006 (DOF 2007) en mayo de 2007, la pesca de crías de tiburón martillo continua como parte de la captura incidental en la pesquería ribereña. Si bien aun cuando la mortalidad de pesca ha disminuido, en los casi 10 años que llevan instauradas las medidas de regulación estas no han sido respetadas, lo que se refleja en el hecho de que las evidencias de recuperación, esperadas en los esquemas de modelación que sirvieron como base, no se vislumbran actualmente, aún con el aumento de conocimientos con que hasta la fecha se cuenta. Por tal motivo, se muestra una evaluación demográfica (Caswell, 2001) y de rendimientos por recluta (Beverton y Holt 1957), actualizando los datos promedio de los parámetros de la historia de vida de la especie mencionados en los apartados anteriores, y quitando la subjetividad de la evaluación de la edad (Furlong et al 2015), por el ajuste a la formación de anillos de crecimiento a un anillo por año (Tabla 6), usando los escenarios de mortalidad natural fija (M) a través de los años y una mortalidad natural diferencial para cada edad, y combinando estos con mortalidades de pesca (F) observadas antes de la puesta en marcha de la NOM-029-PESC, con  $F=2M$ ,  $F=1.5M$ ,  $F=M$  (Tabla 7).

**Tabla 7.- Parámetros de entrada para el análisis demográfico y de rendimiento por recluta para *Sphyrna lewini***

Parámetro	Definición	Valores de entrada
$LT_{\infty}$	Longitud infinita	341 cm
k	Tasa de crecimiento	-0.089
$t_0$	Edad hipotética a $LT=0$	-1.234
PT vs LT	Relación potencial de peso longitud	$PT=6.17 \times 10^{-6} LT^3$
M (Peterson y Wroblewski 1984)	Mortalidad natural diferencial según el peso	$M=0.6 * PT^{0.288}$
M cte	Mortalidad natural promedio	0.202
Longevidad	Edad máxima estimada	50 años
$L_{max}$	Longevidad máxima observada	350 cm
$E_{max}$	Edad máxima estimada	50 años
$LT_{\alpha}$	Longitud de madurez en hembras	200 cm
$t_{\alpha}$	Edad de madurez en hembras	9 años
$M_i$	Fecundidad en hembras hijas	$m_i=(0.19-15.8LT)/2$
F	Mortalidad por pesca promedio nacional	1.2
$t_{pc}$	Edad de primera captura	0 años (45 cm)
$t_r$	Edad de reclutamiento	1 años (60 cm)

Se determinaron los parámetros demográficos de acuerdo con la matriz de Leslie (Caswell 2001) y se obtuvo el potencial de recuperación (Au y Smith 1997) como un indicador de recuperación de la población a la presión de pesca (resiliencia), el cual puede ser categorizado como baja ( $r_{2M} < 0.04$ ), media ( $r_{2M} = 0.04-0.07$ ) o alta ( $r_{2M} > 0.08$  Smith et al. 1998, Furlong et al 2015). Los resultados en el escenario con una M constante (0.202) muestran a una especie de mediana resiliencia, sin embargo, al ser evaluada con el escenario de M variable ontogénicamente la especie se muestra extremadamente vulnerable ( $r_{2M} = -0.26$ ) (Tabla 8), también se denota que la porción de la población más vulnerable es la de los individuos mayores a un año a pre adultos ( $>60$  a  $< 200$  cm LT). Las esperanzas de vida de los recién nacidos son 5.5 años en escenario de M constante y 2.3 años en un escenario con M variable, y la esperanza de vida para los reproductores es de casi 6 años en ambos casos.

Tabla 8.- Resumen de los parámetros demográficos en poblaciones vírgenes de *Sphyrna lewini*

Parámetro	Definición	Escenario M=0.202	Escenario M diferencial a la edad
$\bar{F}$	Fecundidad promedio (solo hembras)		13 hijas hembras
$r$	Tasa instantánea de crecimiento poblacional	0.208	0.074
$\lambda$	Tasa intrínseca de crecimiento	1.23	1.076
$R_0$	Tasa reproductiva (hijas hembras)	13.44	2.97
$T$	Tiempo generacional	11.3	13.5
$T_{x2}$	Tiempo de duplicidad de la población	3.3	9.4
$r_{2M}$	potencial de recuperación	0.05	-0.26
$e_{0^0}$	Esperanza de vida al nacer	5.5 años	2.3 años
$e_{\infty^0}$	Esperanza de vida en la madurez	5.5	6.3 años
$E_{maxV}$	Edad del máximo Valor reproductivo	41	33
$e_{ij1}$	Elasticidad de fecundidad en el primer año	0%	0%
$e_{f_{2,\alpha-1}}$	Elasticidad de fecundidad en juveniles (a= madurez)	0%	0%
$e_{f_{j,EmaxV}}$	Elasticidad de fecundidad en reproductores	8.80%	7.30%
$e_{fs}$	Elasticidad de fecundidad en seniles	$2.1 \times 10^{-5}\%$	0.05%
$e_{pj1}$	Elasticidad de sobrevivencia en el primer año	8.80%	7.40%
$e_{p_{2,\alpha-1}}$	Elasticidad de sobrevivencia en juveniles	61.80%	51.70%
$e_{p_{j,EmaxV}}$	Elasticidad de sobrevivencia en reproductores	20.60%	33.30%
$e_{ps}$	Elasticidad de sobrevivencia en seniles	$5.7 \times 10^{-5}\%$	0.18%

La simulación de escenarios pesqueros en la demografía muestra que una vez que la mortalidad por pesca (F) rebasa a la mortalidad natural (M), la población decrece (valores de  $T_{x2}$  negativos), otra particularidad es que en la situación pesquera donde se impacta a las crías de 0-1 año de edad a una  $F=M$ , el tiempo de duplicación sobrepasa una centuria, mostrando lo difícil de sostener una explotación sustentable. Por otro lado, al aumentar la talla de captura observada en los palangres (100 cm de LT, 3 años) la edad de recuperación es de 17 años mostrando una alta susceptibilidad a la presión pesquera (Tabla 9).

Tabla 9.- Resumen de los parámetros demográficos en poblaciones vírgenes de *Sphyrna lewini*

Escenarios		Parámetros demográficos				
Edad de primera captura	Mortalidad de pesca	r	Ro	$e_0^0$	$e_{\infty}^0$	$T_{x2}$
$E_{pc}=0$ (< 80 cm LT)	F=M=0.202	0.005	1.07	3	3	138.3
	F=1.5M=0.303	-0.095	0.34	2.5	2.5	-7.3
	F=2M=0.404	-0.19	0.12	2.2	2.2	-3.7
	F=1.2 (antes de la NOM-029-Pesc)	-0.99	$5 \times 10^{-5}$	1.3	1.3	-0.7
$E_{pc}=3$ (100cm LT)	F=M=0.202	0.041	1.6	3.8	3	16.9
	F=1.5M=0.303	-0.041	0.64	3.5	2.5	-16.9
	F=2M=0.404	-0.123	0.27	3.3	2.2	-5.63
	F=1.2 ((antes de la NOM-029-Pesc)	-0.77	$5 \times 10^{-4}$	2.7	1.3	-0.9

Los escenarios donde la longitud de captura es mayor a los 100 cm LT los Y/R máximos van de los 6 a 7 kg/R con F=0, un escenario más viable para sostener una pesca sostenible es mantener una talla de captura de 100 cm y F=M (Figura 7), por lo que debe de reducirse al mínimo la pesca de neonatos y juveniles.

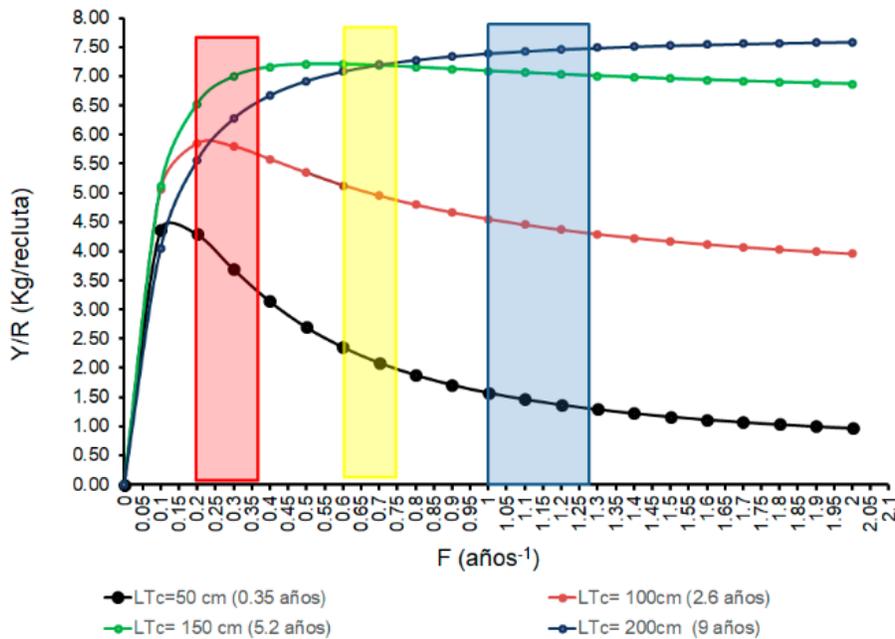


Figura 7.- Escenarios de rendimiento por recluta (Y/R) para *Sphyrna lewini* en distintos escenarios de Longitud de captura (LTc) y mortalidad por pesca (F), la barra azul muestra los niveles de F antes de la NOM-029-Pesc, la barra amarilla muestra los posibles valores actuales de F, y la barra rosa los niveles de F en un posible mejor escenario pesquero.

e) **Consecuencias indirectas de la propuesta.** Describa las acciones que debería tomar la autoridad como consecuencia de la propuesta de la especie o población en cuestión. En particular: En el caso de la inclusión de los tiburones martillo a la NOM-059, se identifican tres opciones para su regulación:

**a. Describa la acción específica: La inclusión de los tiburones martillo a la NOM-059, implica que el aprovechamiento de estas especies, debe darse en el marco de las disposiciones de la Ley General de Vida Silvestre y su Reglamento, entre las que se identifican las siguientes propuestas:**

1. La SEMARNAT, podrá expedir permisos para el aprovechamiento extractivo de los tiburones martillo. Para ello, deberá establecer tasas de aprovechamiento, con base en un estudio de poblaciones y un plan de manejo, que presenten los interesados o, en su caso, elabore la propia SEMARNAT, en el que se demuestre que las tasas solicitadas son menores a la de renovación natural de las poblaciones sujetas a aprovechamiento, y que no tendrá efectos negativos sobre las poblaciones. Asimismo, las tasas de aprovechamiento deberán tomar en consideración los volúmenes de captura de las flotas, durante los últimos cinco años, con el propósito de determinar el nivel óptimo desde el punto de vista ecológico y socioeconómico.

El plan de manejo referido en el párrafo anterior deberá contener criterios, medidas y acciones para el desarrollo de dicha población en su hábitat natural, así como para contrarrestar los factores que han llevado a disminuir sus poblaciones o deteriorar sus hábitats.

2. Así también, para el otorgamiento de permisos de aprovechamiento extractivo de tiburones martillo, se deberán establecer tallas mínimas, a fin de evitar lo más posible, la captura de neonatos y juveniles, y prohibir la captura de hembras preñadas, ya que con ello se reduce la posibilidad de recuperación de las especies de Shpyrnidos.

3. De conformidad con la información científica disponible, derivada de los estudios de poblaciones y tomando en consideración la información generada sobre la captura incidental de tiburones martillo, la SEMARNAT en coordinación con la CONAPESCA/INAPESCA, podrá establecer también límites permisibles de captura incidental de tiburones martillo, para cada una de flotas, Se recomienda, que dichos límites de captura incidental se establezcan en número de ejemplares y no en peso, para tener un mayor control y evitar prácticas que han favorecido la sobre-explotación de la especie. Dichos límites de captura incidental deben también tomar en cuenta las artes de pesca utilizadas.

4. Asimismo, a fin de proteger las áreas o zonas de avivamiento y crianza, con base en la información científica disponible, la SEMARNAT podrá determinar áreas de no pesca, existiendo dos esquemas para ello: las áreas de refugio para la protección de especies acuáticas, previstas en la Ley General de Vida Silvestre, o la de zonas de refugio pesquero previstas en la Ley General de Pesca y Acuicultura Sustentables.

**b. Explique la manera en que contribuiría a solucionar la problemática identificada**

Dada la situación que enfrentan las poblaciones de los tiburones martillo que se describe en el MER, su inclusión en la NOM-059-SEMARNAT-2010, permitirá que su aprovechamiento se dé en el marco de la regulación de la vida silvestre, promoviendo de esta manera orientar la pesquería hacia la sustentabilidad, en el mediano y largo plazos.

**c. Si existen otras acciones regulatorias vigentes directamente aplicables a la problemática identificada de la especie, explique porqué son insuficientes:**

A la fecha, se encuentran vigentes la Ley General de Pesca y Acuicultura Sustentables, la norma oficial mexicana NOM-029-PESC-2007, y los acuerdos por los que se establece la época y zonas de veda de diversas especies, sin embargo, estos han sido insuficientes ya que no están dirigidos específicamente a las especies *S. lewini*, *S. zygaena* y *S. mokarran*, ni han incidido en reducir o eliminar la presión de la pesca sobre los neonatos, juveniles ni hembras preñadas, haciendo más difícil la recuperación de las especies.

**f) Análisis de costos. Identifique los costos y los grupos o sectores que incurrirían en dichos costos de ser aprobada la propuesta (por ejemplo, costos de capital, costos de operación, costos de transacción, costos de salud, medio ambiente u otros de tipo social); señale su importancia relativa (alta, media, baja) y de ser posible, cuantifíquelo.**

Los costos de implementación de la regulación que se deriva de la incorporación de los tiburones martillo a la NOM-059 y que la SEMARNAT desarrolle un conjunto de instrumentos para su **regulación**” implica que los agentes regulados tendrán que someter a la consideración de la autoridad una propuesta de tasa de aprovechamiento con base en los resultados del estudio de poblaciones y el plan de manejo que éstos deben elaborar.

**g) Análisis de beneficios. Identifique beneficios y los grupos o sectores que recibirían dichos beneficios (consecuencias positivas que ocurrirían) de ser aprobada la propuesta; señale su importancia relativa (alta, media, baja) y de ser posible, cuantifíquelo.**

Dada la situación de las poblaciones de los tiburones martillo, así como las amenazas que estos enfrentan, se estima que su inclusión en la NOM-059, dará elementos necesarios a la autoridad para establecer medidas y regulaciones técnicas que orienten la pesquería hacia la sustentabilidad.

Por otro lado, imponer límites al aprovechamiento extractivo de neonatos, juveniles y hembras preñadas contribuirá a incrementar el reclutamiento y, dadas las características biológicas de la especie, en el mediano plazo recuperar sus poblaciones. Se estima que, si se protege a *S. lewini*, por efecto sombrilla se estaría protegiendo también *S. zygaena* y *S. mokarran*, e incluyendo a otros depredadores como son los pargos, meros y cabrillas, especies que por su importancia ecológica son prioritarios en la salud de los ecosistemas.

En la cuestión pesquera, el pescar animales de mayor talla aumenta la biomasa comercializable, generando un incremento en las ganancias, la conservación de las áreas de crianza mantendría también un semillero de nuevos reclutas a la parte adulta, que se traduce en nuevos individuos pescables. Una población sana de depredadores tope permite la regulación de la densidad poblacional especies consideradas con hábitos alimentarios oportunistas, y que al no tener el control natural, sus poblaciones aumentan tanto en el medio ambiente como en las capturas, superando a las especies objetivo disminuyendo las ganancias de los pescadores, ya que estas especies oportunistas son consideradas como fauna de acompañamiento de muy bajo valor económico

Por otro lado, al mantener a los neonatos y juveniles de estas especies en niveles de recuperación poblacional, estos mantendrán el control de sus presas, entre ellas pequeñas rayas y bagres, que han visto su aumento en las playas, siendo un beneficio directo a la industria turística, toda vez que los bañistas puedan caminar más seguros.

#### **h) Una propuesta general de medidas de seguimiento de la especie, aplicables para la inclusión, cambio o exclusión que se solicita.**

A efecto de dar seguimiento a los resultados que derivan de la aplicación de las regulaciones para especies en riesgo, se proponen las siguientes medidas de seguimiento:

- Programas locales para apoyo a la reconversión productiva (Secretaría de Turismo).
- Aumentar la vigilancia en las áreas de crianza ya identificadas y determinar otras áreas críticas para la especie, en colaboración con el INAPESCA e instituciones de investigación y educación superior.
- Revisar nuevas tecnologías de pesca en colaboración con el INAPESCA y otras instituciones de educación superior y el sector productivo a fin de reducir la captura incidental.

- Implementar un programa de etiquetado correcto de productos pesqueros en los mercados (Pérez-Jiménez 2015)
- Revisar la sobrevivencia a la liberación después de la captura (*sensu* Corgos y Rosende, 2014), a fin de establecer tallas mínimas de captura.
- Establecer cuotas de captura, tallas mínimas de captura e incentivar programas de aprovechamiento integral para los productores que poseen permisos de pesca de tiburón.
- Diseñar e implementar talleres de capacitación y sensibilización de la población en zonas costeras y productores sobre la importancia de aprovechar de manera sustentable el recurso.
- Diseñar un programa de certificación de productos pesqueros.

**i) Referencias de los informes y/o estudios publicados que dan fundamento teórico y sustento relativo al planteamiento que se hace sobre la especie o población.**

- Aguilar-Castro NA. (2003). Ecología trófica de juveniles del tiburón martillo *Sphyrna lewini* (Griffith y Smith, 1834) en el Golfo de California. Tesis de Maestría en Ciencias (Manejo de Recursos Marinos) CICESE-IPN. 113p
- Alejo Plata MC, JL Gómez Márquez, S Ramos y E Herrera. (2007). Presencia de neonatos y juveniles del tiburón martillo *Sphyrna lewini* (Griffith y Smith 1834) y del tiburón sedoso *Carcharhinus falciformis* (Müller y Henle 1839) en la costa de Oaxaca, México. Revista de Biología Marina y Oceanografía 42: 403-413.
- Andrade G. Z. (1996). Determinación de edad y crecimiento en vértebras del tiburón cornuda, *Sphyrna lewini*, del Pacífico mexicano (1992-1994). Tesis de Biología, Fac. de Ciencias, Universidad de Guadalajara, México.
- Anislado Tolentino V. (1995). Determinación de la edad y crecimiento del tiburón martillo, *Sphyrna lewini*, (Griffith y Smith, 1834) en el Pacífico Central mexicano. Tesis de Licenciatura en Biología. Fac. de Ciencias. UNAM. 64 p.
- Anislado-Tolentino V. (2000). Ecología pesquera del tiburón martillo *Sphyrna lewini* (Griffith y Smith 1834) en el litoral del estado de Michoacán, México. Maestría en Ciencias (Biología de Sistemas y Recursos Acuáticos). Facultad de Ciencias, UNAM. México. 142p.

- Anislado-Tolentino V. (2008). Demografía y pesquería del tiburón martillo, *Sphyrna lewini*, (Griffith y Smith, 1834) (Pisces: Elasmobranchii) en dos provincias oceanográficas del Pacífico mexicano. Tesis Doctorado en Ciencias ICMyL-UNAM. 252 p.
- Anislado-Tolentino V. y C Robinson-Mendoza. (2001). Edad y crecimiento del tiburón martillo *Sphyrna lewini* (Griffith y Smith 1834) en el Pacífico Central de México. Ciencias Marinas 27(4): 501- 520.
- Anislado-Tolentino V., M Gallardo Cabello, F Amezcua Linares y C Robinson Mendoza. (2008). Age and growth of the scalloped hammerhead shark, *Sphyrna lewini* (Griffith & Smith, 1834) from the southern coast of Sinaloa, México. Hidrobiológica. 18 (1): 31-40
- Applegate PS, L Espinosa-Arrubarrena, L Menchaca-López y F Sotelo-Macías. (1979). *Tiburones Mexicanos*. Dir. Gral. de Ciencia y Tecnología del Mar. SEP. México. 146p.
- Avendaño-Álvarez JO, H Pérez-España, D Salas-Monreal y E García-Rodríguez. (2013). Captures and Diet of Three Sharks Species in the Veracruz Reef System. Open Journal of Marine Science, 3.6-73. URL: [https://file.scirp.org/pdf/OJMS\\_2013042914590163.pdf](https://file.scirp.org/pdf/OJMS_2013042914590163.pdf)
- Baena ML., G. Halffter et al. 2008. Extinción de especies, en Capital natural de México, vol. I: Conocimiento actual de la biodiversidad. Conabio, México, pp. 263-282.
- Balakrishnan S, KV Dhaneesh, M Srinivasan, P Sampathkumar y T Balasubramanian. (2012). Recurrence of scalloped hammerhead *Sphyrna lewini* from Indian coastal waters. Marine Biodiversity Records, 5, e79.
- Bass AJ, J D'Aubrey., y N Kistnasamy. (1975). Sharks of the east coast of southern Africa. III.- The families Carcharhinidae (excluding *Mustelus* and *Carcharhinus*) and Sphyrnidae. Investigation Reports in Oceanographic Researches Institute. 38: 1-100.
- Bejarano-Álvarez M, F Galván-Magaña y RI Ochoa-Báez. (2011). Reproductive biology of the scalloped hammerhead shark *Sphyrna lewini* (Chondrichthyes: Sphyrnidae) off southwest Mexico. Aqua, International Journal of Ichthyology. 17(1):11-22.
- Bergés-Tiznado ME, Márquez-Farias, RELara-Mendoza, YE Torres-Rojas, F Galván Magana, H Bojórquez-Leyva y F Páez-Osuna. (2015). Mercury and Selenium in Muscle and Target Organs of Scalloped Hammerhead Sharks *Sphyrna lewini* of the SE Gulf of California: Dietary Intake, Molar Ratios, Loads, and Human Health Risks. Arch Environ Contam Toxicology.

- Bessudo S, GA Soler, AP Klimley, JT Ketchum, A Hearn y R Arauz. (2011). Residency of the scalloped hammerhead shark (*Sphyrna lewini*) at Malpelo Island and evidence of migration to other islands in the Eastern Tropical Pacific. *Environ Biol Fish*.
- Beverton RJH y SJ Holt., (1957). On the dynamics of exploited fish populations. *Fish. Invest. Ser.2.* (19): 1-533.
- Blanco-Parra MaP, CA Niño-Torres, A Ramírez-González y E Sosa-cordero. (2016). Tendencia histórica de la Pesquería de elasmobranquios e Quintana Roo, México. *Ciencia Pesquera.* Núm.. Esp. 24: 125-137
- Branstetter S. D. (1987). Age, growth and reproductive biology silky shark, *Carcharhinus falciformis* and scalloped hammerhead, *Sphyrna lewini*, from the northwestern Gulf of Mexico. *Environmental of Biology of Fishes.* 19(3): 161-173.
- Brown KT, J Seeto, MM Lal y CE Miller. (2016). Discovery of an important aggregation area for endangered scalloped hammerhead sharks, *Sphyrna lewini*, in the Rewa River estuary, Fiji Islands. *Pacific Conservation Biology.* 22. pp. 242-248.
- Bruyn P; SFJ Dudley. G. Cliff, y JM Smale. (2005). Sharks caught in the protective gill nets off KwazuluNatal, South Africa. 11. The scalloped hammerhead shark *Sphyrna lewini* (Griffith and Smith). *Afr. J. mar. Sci.*, 27(3): 517 – 528.
- Camhi M. y J Musick. (1998). Sharks suffer from an identity crisis. *Current* 14: 16-21.
- Campuzano Caballero JC. (2002). Biología y pesquería del tiburón martillo *Sphyrna lewini* (Griffith y Smith, 1834), en Puerto Madero, Chiapas, Estados Unidos Mexicanos. Tesis de licenciatura en Biología, UNAM, Facultad de Ciencias. México 196 p.
- Capapé C, M Diop. y M N'Dao. (1998). Record of four pregnant females of the scalloped hammerhead, *Sphyrna lewini* (Sphyrnidae) in Senegalese waters (Eastern Tropical Atlantic). *Cybiurn.* 22: 89-93.
- Cárdenas Gómez EP. (2016). Crecimiento y planeación urbana en Acapulco, Cancún y Puerto Vallarta (México). *Revista Investigaciones Turísticas,* (12), pp. 99-120 ISSN: 2174-5609.

- Carrera - Fernández M. y J Martínez – Ortíz. (2007). Reproductive aspects of scalloped hammerhead shark *Sphyrna lewini* (Griffith & Smith, 1834) and smooth hammerhead shark *S. zygaena* (Linnaeus, 1758) in ecuadorian waters. EPESPO-PMRC. 51-56.
- Castillo-Géniz JL y JF Márquez-Farías. (1996). Evaluación de la pesquería de tiburón del Golfo de México. Informe Final de Proyecto de Investigación. Investigador responsable M. en C. M<sup>a</sup>. Concepción Rodríguez De La Cruz. SEMARNAP. INP. CONACYT. (116002-5-1314N-9206).
- Castillo-Géniz JL, JF Márquez-Farías, MC Rodríguez de la Cruz, E. Cortés y A. Cid del Prado. (1998). The Mexican artisanal shark fishery in the Gulf of Mexico: towards a regulated fishery. Mar. Freshwater Res. 49, 611–20.
- Castillo-Olguín E, M Uribe-Alcocer y P Díaz-Jaimes. (2012). Evaluación de la estructura genética poblacional de *Sphyrna lewini* para la identificación de unidades de conservación en el Pacífico mexicano. Ciencias Marinas, Vol. 38, No. 4, 2012.
- Castro IJ. (1993). The Sharks nursery of Bulls Bay, South Carolina, with a review of the shark nurseries of Southeastern coast of the United States. Env. Biol. Fish. (38): 37- 48.
- Castro-Aguirre JL, H Espinosa-Pérez y JJ Schmitter-Soto. (1999). Ictiofauna Estuarino-Lagunar y Vicaria de México. Limusa SA de CV. México. 634 p.
- Caswell H. (2001). Matrix population models. Sinauer Associates, Inc., Sunderland.
- CeDePesca. (2015). La pesquería de pequeños pelágicos de Panamá, evaluación poblacional y recomendaciones para un plan de manejo. CeDePesca-Autoridad de los Recursos Acuáticos de Panamá y Promarina SA.
- Celaya Castillo C, JP Arias Aréchiga y JM López Vila. (2014). Caracterización de la pesquería de tiburón en la Bahía de Paredón, Chiapas, México. VI Simposium Nacional de Tiburones y Rayas. 07 al 12 de abril de 2014, Mazatlán, Sin
- Chapman DD, D Pinhal y MS Shivji. (2009), Tracking the fin trade: genetic stock identification in western Atlantic scalloped hammerhead sharks *Sphyrna lewini*. Endangered Species Research. (9): 221-228.

- Chen C. T., T. C. Leu., y J. Joung., (1988). Notes on reproduction in the scalloped hammerhead shark, *Sphyrna lewini*, in northeastern Taiwan waters. U.S. Fish Wild. Serv. Fishery Bulletin. 86(2): 389-393.
- Chen P y W Yuan. (2006). Demographic analysis based on the growth parameter of sharks. Fisheries Research 78: 374–379.
- Chin A, CA Simpfendorfer, WT White, GJ Johnson, RB McAuley y MR Heupel. (2017). Crossing lines: a multidisciplinary framework for assessing connectivity of hammerhead sharks across jurisdictional boundaries. Scientific Reports.
- Chodriyah U y B Setyadji. (2015). Some biological aspects of scalloped hammerhead sharks (*Sphyrna lewini* Griffith & Smith, 1834) caught from coastal fisheries in the eastern indian ocean. Indonesian Fisheries Research Journal. 21. 91-97.
- Clarke TM, M Espinoza, R Romero Chaves y IS Wehrtmann. (2018). Assessing the vulnerability of demersal elasmobranchs to a data-poor shrimp trawl fishery in Costa Rica, Eastern Tropical Pacific. Biological Conservation 217: 321–328
- Coiraton C., F. Amezcua e IH. Salgado-Ugarte. (2017). Estructura de longitudes de las capturas del tiburón martillo común (*Sphyrna lewini*) en el Pacífico mexicano. Ciencia Pesquera (2017) 25(1): 27-40
- Compagno L J V. 1984. Sharks of the World, an Annotated and Illustrated Catalogue of Sharks Species Known to Date. *FAO*. Fisheries synopsis 125, 4 (parte 3 y 4).
- Compagno LJV. (1990). Alternative life history of cartilaginous fishes in time and space. 33-75 *In*: Bruton Michel N. (Guest Ed.) y Balon Eugene K. (Series Ed.). Alternative life-history styles of fishes. Developments in Environmental Biology of Fishes 10. Reprinted from *Env. Biol. Fish.* 28(1-4) 1990: with addition of species and subject index. Netherlands. 327 p.
- Compagno LJV. (2001). Sharks of the world. An annotated and illustrated catalogue of shark species known to date. Vol. 2. Bullhead, mackerel, and carpet sharks (Heterodontiformes, Lamniformes, and Orectolobiformes). *FAO Species Catalogue for Fishery Purposes*. No. 1, vol.2. Rome, *FAO*. 2001. 269 p.
- Corgos A, A Rosende-Pereiro, C Lucano, A Carbajal, E Rico y A Sánchez. (2016). Identificación de áreas de cría del tiburón martillo, *Sphyrna lewini*, zonas costeras de Jalisco y Colima. VII Simposium Nacional de Tiburones y Raya. Puerto Vallarta. SOMEPEC.

- Corgos A. y A Rosende. (2014). Evaluación preliminar de métodos de muestreo para investigar la ecología de neonatos y juveniles de *Sphyrna lewini* en zonas costeras. VI Simposium Nacional de Tiburones y Rayas. 07 al 12 de abril de 2014, Mazatlán, Sin
- Cortés, E. (2000). Life history patterns and correlations in sharks. *Reviews in Fisheries* 8(4): 299-344
- Cortés E, (2002). Incorporating uncertainty into demographic modeling: applications to shark populations and their conservation. *Conservation Biology*. 16 (4): 1048-1062. Crow GL, CG Lowe y BM Wertherbee. (1996). Shark records from longline fishing programs in Hawaii with comments on Pacific Ocean distributions. *Pacific Science*. 50(4): 382-392.
- Cruz A., S. R. Soriano, H Santana, CE Ramírez y JJ Valdez. (2011). La pesquería de tiburones oceánicos-costeros en los litorales de Colima, Jalisco y Michoacán. *Revista Biología Tropical*. 59 (2): 655-667.
- Cuevas Gómez Gabriela Alejandra. (2018). Identificación de áreas de crianza para el tiburón martillo *Sphyrna lewini* (Griffith y Smith, 1834) en el sur del Golfo de México usando datos dependientes de la pesca. Tesis de Maestría en Ciencias en Recursos Naturales y Desarrollo Rural. El Colegio de la Frontera Sur. México
- Daly-Engel TS, KD Seraphin, KN Holland, JP Coffey, HA Nance, RJ Toonen y BW Bowen. (2012). Global phylogeography with mixed-marker analysis reveals male-mediated dispersal in the endangered scalloped hammerhead shark (*Sphyrna lewini*). *PLoS ONE* 7(1): e29986.
- Del Monte-Luna P, D Lluch-Belda, R Carmona, H Reyes-Bonilla, E ServiereZaragoza, D Auriol-Gamboa, JL Castro-Aguirre, S Guzmán del Próo, O Trujillo-Millan, JF Elorduy-Garay y BW Barry. (2008). Extinciones en el mar: mitos y realidades. *Interciencia*. 33(1): pp. 74-80
- Del Moral-Flores LF, JJ Morrone, J Alcocer Durand, H Espinosa-Pérez y G Pérez-Ponce De León. (2015). Listado anotado de los tiburones, rayas y quimeras (Chondrichthyes, Elasmobranchii, Holocephali) de México. *Arxius de Miscel·lània Zoològica*, 13: 47-163.
- Diemer KM, BQ Mann Y NE Hussey. (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* 2011, 33(2): 229-238.

- Dodrill JW. (1977). A hook and line survey of the sharks of Melbourne Beach, Brevard County, Florida. MSc Dissertation, Florida Institute of Technology, Melbourne. I Massachusset.
- Drew M, WT White, Dharmadi, AV Harry y C Huveneers. (2015). Age, growth and maturity of the pelagic thresher *Alopias pelagicus* and the scalloped hammerhead *Sphyrna lewini*. Journal of Fish Biology (2015) 86, 333–354.
- Dudley SFJ, Simpfendorfer CA. 2006. Population status of 14 shark species caught in the protective gillnets off KwaZulu-Natal beaches South Africa 1978–2003. Marine and Freshwater Research 57: 225–240.
- Duffy L. y S Griffiths. (2017). Resolución de redundancia potencial de atributos de productividad para mejorar las evaluaciones de riesgos ecológicos. Comisión Interamericana Del Atún Tropical. Comité Científico Asesor Octava Reunión. La Jolla, California (EE.UU.) 8-12 de mayo de 2017. Documento SAC-08-07c
- Estupiñán-Montaña C, F Galván-Magaña, E Tamburín, A Sánchez-González, DJ Villalobos-Ramírez, N Murillo-Bohórquez, S Bessudo-Lion y JF. Estupiñán-Ortiz. (2017). Trophic inference in two sympatric sharks, *Sphyrna lewini* and *Carcharhinus falciformis* (elasmobranchii: based on stable isotope analysis at malpelo island, colombiacarcharhiniformes). Acta Ichthyol. Piscat. 47 (4): 357–364.
- Flores- Martínez IA, YE Torres-Rojas, F Galván-Magaña y J Ramos-Miranda. (2016). Diet comparison between silky sharks (*Carcharhinus falciformis*) and scalloped hammerhead sharks (*Sphyrna lewini*) off south-west of Mexico. Journal of Marine Biological Association of the United Kingdom. 1-9.
- Frisk MG, TJ Miller y NK Dulvy. (2004). Life Histories and Vulnerability to Exploitation of Elasmobranchs: Inferences from Elasticity, Perturbation and Phylogenetic Analyses. e-Journal of Northwest Atlantic Fishery Science, 35 (4)
- Frisk, MG, TJ Miller y M J Fogarty. (2001). Estimation and analysis of biological parameters in elasmobranch fishes: A comparative life history study. Canadian Journal of Aquatic and Fisheries Science, 58(5): 969–981.
- Froese, R. and D. Pauly. Editors. 2018. Fish Base. World Wide Web electronic publication. www.fishbase.org, version (06/2018).

- Furlong-Estrada E, F Galván-Magaña y J Tovar-Ávila. 2017. Use of the productivity and susceptibility analysis and a rapid management risk assessment to evaluate the vulnerability of sharks caught off the west coast of Baja California Sur, Mexico. *Fisheries Research* 194 (2017): 197–208.
- Furlong-Estrada E, E Ríos-Jara y J Tovar-Ávila. (2014). Evaluación de riesgo ecológico de la pesca artesanal para los tiburones capturados en la entrada del Golfo de California. *Hidrobiológica* 24: 83-97.
- Furlong-Estrada E, J Tovar-Ávila J, JC Pérez-Jiménez, E Ríos-Jara. (2015). Resilience of *Sphyrna lewini*, *Rhizoprionodon longurio*, and *Carcharhinus falciformis* at the entrance to the Gulf of California after three decades of exploitation. *Ciencias Marinas* 41: 49-63.
- Gallagher AJ, N Hammerschlag, DS Shiffman y ST Giery. (2014). Evolved for Extinction: The Cost and Conservation Implications of Specialization in Hammerhead Sharks. *BioScience* 64: 619–624.
- García JE. (1997). Consecuencias indeseables de los plaguicidas en el ambiente Jaime E. *Agronomía Mesoamericana* 8(1): 119-135.
- Gilbert. RC. (1967). A Revision of Hammerhead Sharks (Family Sphyrnidae). *Procc.Us.Nat.Mus.* (119) (3539): 1-88.
- Cuvier G. 1834. The animal kingdom: arranged in conformity with its organization with supplementary additions to each order by Griffith E and C. H. Smith. Vol 10. The class pices. Gilbert & Rivinton, Printers. London.
- Green ME, SA Appleyard, W White, S Tracey y J Ovenden. (2017). Variability in multiple paternity rates for grey reef sharks (*Carcharhinus amblyrhynchos*) and scalloped hammerheads (*Sphyrna lewini*). *Scientific Reports* 7: 1528.
- Gulland JA. (1971). The fish resources of oceans. FAO / Fishing New Books. LTD. Surrey England.
- Harry AV, WG Macbet, AN Gutteridge y CA Simpfendorfer. (2011). The life histories of endangered hammerhead sharks (Carcharhiniformes, Sphyrnidae) from the east coast of Australia. *Journal of Fish Biology.* 78 (7): 2026-2051

- Hayes CG., Y Jiao y E Cortes. (2009). Stock Assessment of Scalloped Hammerheads in the Western North Atlantic Ocean and Gulf of Mexico. *North American Journal of Fisheries Management* 29:1406–1417
- Hazin F., A. Fischer., y M. Broadhurst. (2001). Aspects of reproductive biology of the scalloped hammerhead shark, *Sphyrna lewini*, off northeastern Brazil. *Environmental Biology of Fish.* 61: 151-159.
- Hearn A, AP Klimley y J Ketchum. (2009) Vulnerability of top predators to climate change and adaptation options for their coastal and pelagic ecosystems: sharks case study In: Hoffman, JR, Fonseca, A, and C Drews (eds). 2009. *Cetaceans and Other Marine Biodiversity of the Eastern Tropical Pacific: Options for Adapting to Climate Change.* Report from a workshop held February 9-11, 2009. MINAET/WWF/EcoAdapt/CI/IFAW/TNC/WDCS/IAI/ PROMAR, San Jose, Costa Rica ISBN: 978-9968-825-37-5. Pag 43-45
- Hearn A, J Ketchum, AP Klimley, E Espinoza y C Penñaherrera. (2010). Hotspots within hotspots? Hammerhead shark movements around Wolf Island, Galapagos Marine Reserve. *Mar Biol.* 157:1899–1915.
- Hernandez-Carballo A. (1967). Observations on the Hammerhead Sharks (*Sphyrna*) in the Waters near Mazatlán. Sinaloa, Mexico. *in: Sharks, Skates and Rays.* P. W. Gilbert, R. F. Mathewson y D. P. Rall (eds.), The Johns Hopkins Press. Baltimore. Mary Land.: 79-83.
- Heupel M y C Simpfendorfer. (2002). Estimation of mortality of juvenile blacktip sharks, *Carcharhinus limbatus*, with a nursery area using telemetry data. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 59: 624–632.
- Heupel M, J Carlson J y C Simpfendorfer. (2007). Shark nursery areas: Concepts, definition, characterization and assumptions. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 337: 287–297.
- Hobday A J, ADM Smith, IC Stobutzki, C Bulman, R Daley, JM Dambacher, RA Deng, J Dowdney, M Fuller, D Furlani, SP Griffiths, D Johnson, R Kenyon, IA Knuckey, SD Ling, R. Pitcher, KJ Sainsbury, M Sporcic, T Smith, C Turnbull, TI Walker, SE Wayte, H Webb, A Williams, BS Wise y S Zhou. (2011). Ecological risk assessment for the effects of fishing. *Fisheries Research* 108(2-3): 372–384.

- Holden MJ. (1974). Problems in the rational exploitation of elasmobranch population and some suggested solution spp 117-137 In: Harden JF R (ed.) y M Graham. (1898-1972) 1974. Sea fisheries research. Elsevier, London. 510 p.
- Hoyos-Padilla EM, JT Ketchum, AP Klimley y F Galván-Magaña. (2014). Ontogenetic migration of a female scalloped hammerhead shark *Sphyrna lewini* in the Gulf of California. *Animal Biotelemetry* 2014, 2:17 <http://www.animalbiotelemetry.com/content/2/1/17>
- Iñiguez SL, CG Gutiérrez Corona, R Pérez-López, R Covarrubias Ramírez, A López Mendoza y R. Lizarraga-Arciniega. (2007). La gestión integral en playas turísticas: herramientas para la competitividad *Gaceta Ecológica*. (82). enero-marzo: 77-83
- ITOP. (2014). Efectos de la contaminación por hidrocarburos en el sector de la pesca y acuicultura. Documento de Información Técnica 11. [http://www.itopf.com/uploads/translated/TIP11\\_SPEffectsOfOilPollutionOnFisheriesandMariculture.pdf](http://www.itopf.com/uploads/translated/TIP11_SPEffectsOfOilPollutionOnFisheriesandMariculture.pdf)
- Ixquiac-Cabrera JM, I Franco-Arenales, CA Tejeda-Velásquez, MR Sánchez-Rodas y JM. (2009). Áreas de crianza de tiburones en la plataforma continental del Pacífico de Guatemala: Herramienta para el manejo y aprovechamiento sostenido del recurso tiburón. Informe Final. Secretaría Nacional de Ciencia y Tecnología-SENACYT-Fondo Nacional de Ciencia y Tecnología-FONACYT-Centro de Estudios del Mar y Acuicultura-CEMA-Universidad de San Carlos de Guatemala-USAC
- Jiao Y, C Hayes y E Cortés. (2009). Hierarchical Bayesian approach for population dynamics modelling of fish complexes without species-specific data. *ICES Journal of Marine Science*, 66: 367–377.
- Jorgensen SJ, AP Klimley y AF Muhlia-Melo. (2009) Scalloped hammerhead shark *Sphyrna lewini*, utilizes deep-water, hypoxic zone in Gulf of California. *Journal of Fish Biology* 74, 1682–1687.
- Ketchum JT, A Hearn, AP Klimley, E Espinoza, C Peñaherrera y JL Largier. (2014a). Seasonal changes in movements and habitat preferences of the scalloped hammerhead shark (*Sphyrna lewini*) while refuging near an oceanic island. *Mar Biol*.

- Ketchum JT, A Hearn, AP Klimley, C Peñaherrera, E Espinoza, S. Bessudo, G Soler y R Arauz. (2014b). Inter-island movements of scalloped hammerhead sharks (*Sphyrna lewini*) and seasonal connectivity in a marine protected area of the eastern tropical Pacific. *Mar Biol.*
- Klimley AP, Cabrera-Mancilla I, Castillo LG. (1993). Descripción de los movimientos horizontales y verticales del tiburón martillo *Sphyrna lewini* del sur del Golfo de California, México. *Cienc. Mar.* 19: 95–115.
- Klimley A. P. (2015). Shark Trails of the Eastern Pacific. *American Scientist.* 103:276-283
- Klimley A. P., y D. R. Nelson., 1984. Diel Movement Patterns of Scalloped Hammerhead (*S. lewini*) in Relation to El Bajo Espiritu Santo; a Refuging Centra position Social System. *Behav. Ecol. Sociobiol.* (15):45-54.
- Klimley A. P. (1987). The determinants of sexual segregation in the scalloped hammerhead shark, *S. lewini*. *Env. Biol. Fish.* 18(1): 27-40.
- Landgrave R y P Moreno-Casasola. (2012). Evaluación cuantitativa de la pérdida de humedales en México. *Investigación ambiental.* 4 (1): 19-35
- Lara-Domínguez AL, GJ Villalobos Zapata, E. Rivera Arriaga y A Yáñez-Arancibia. (1992). Caracterización ecológica de la Zona Costera del Estado de Campeche. Informe Técnico Final Proyecto (902466) Convenio C90-01-0551 de la Secretaria de Educación Pública/DGICSA-UAC, 86 p
- Lara-Lara JR, JA Arreola Lizárraga, LE Calderón Aguilera, VF Camacho Ibar, G de la Lanza Espino, A Ma Escofet Giansone, MI Espejel Carbajal, M Guzmán Arroyo, LB Ladah, M López Hernández, EA Meling López, P Moreno Casasola Barceló, H Reyes Bonilla, E Ríos Jara y JA Zertuche González. (2008). Los ecosistemas costeros, insulares y epicontinentales Cap 4. Arenas Fuentes V, S Contreras Balderas y R Millán Núñez (Eds) In *Capital natural de México, vol. I: Conocimiento actual de la biodiversidad.* CONABIO, México, pp. 109-134.
- Last PR y JD Stevens. (1994). *Sharks and rays of Australia.* CSIRO. Australia. 513 pp.
- Lessa R, RC Menni, y F Lucena. (1998). Biological observations on *Sphyrna lewini* and *S. tudes* (Chondrichthyes, Sphyrnidae) from northern Brazil. *Vie et Milieu.* 48: 203-213.

- Lim DD, PM Motta, K Mara y AP. Martin. (2010). Phylogeny of hammerhead sharks (Family Sphyrnidae) inferred from mitochondrial and nuclear genes. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 55 (2010) 572–579
- Liu KM y T. Chen, C. (1999). Demographic Analysis of the Scalloped Hammerhead, *Sphyrna lewini*, in the Northwestern Pacific. *Fisheries Science*. 65. 218-223. 10.2331/fishsci.65.218.
- Lyle JM. (1984). Mercury Concentrations in Four Carcharhinid and Three Hammerhead Sharks from Coastal Waters of the Northern Territory. *Aust. J. Mar. Freshw. Res.*, 1984, 35, 441-51
- Lyons K y HA Douglas. (2014). Maternal offloading of organochlorine contaminants in the yolk-sac placental scalloped hammerhead shark (*Sphyrna lewini*). *Ecotoxicology*.
- Madrid VJ y P Sánchez. (1997). Patterns in marine fish communities as shown by artisanal fisheries data on the shelf off the Nexpa River, Michoacán, México. *Fisheries Research*. 33: 149-158.
- Manjarres Acosta C, RF Juárez, RSO Rodríguez, EA González, DR Día, HX Liarraga y CAE Vega. (1983). Estudio sobre algunos aspectos biológicos pesqueros del tiburón en la región de la Zona Sur de Sinaloa. Tesis Biología Pesquera. Facultad de Ciencias del Mar. UAS.
- Marcos-Camacho SA, E Nalesso, JA Caamal-Madriral y S Fulton. (2016). Caracterización de la pesquería de tiburón en el norte de Quintana Roo, México. *Ciencia Pesquera*. Núm. Esp 24: 153-156
- Marie AD, C Miller, C Cawich, S Piovano y C Rico. (2017) Fisheries-independent surveys identify critical habitats for young scalloped hammerhead sharks (*Sphyrna lewini*) in the Rewa Delta, Fiji. *Scientific Reports* 7: 17273.
- Márquez-Farías JF. (2002). Análisis de la pesquería de tiburón de México. Tesis de Posgrado. Maestría en Ciencias Pecuarias. Universidad de Colima, México. 97 p.
- Martínez Villa G, M Betancourt Lozano, G Aguilar Zárate, J Ruelas Inzunza, V Anislado Tolentino, G Cerdaneres Ladrón de Guevara, S Ramos Carrillo y G González Medina, (2014). Contenido de plaguicidas organoclorados en varios peces depredadores de la costa de Oaxaca y evaluación del riesgo de exposición por consumo en la salud humana. p. 169-208.

En: A.V. Botello, F. Páez-Osuna, L. Méndez-Rodríguez, M Betancourt-Lozano, S Álvarez-Borrego y R Lara-Lara (eds.). Pacífico Mexicano. Contaminación e impacto ambiental: diagnóstico y tendencias. UAC, UNAM-ICMYL, CIAD-MAZATLÁN, CIBNOR, CICESE. 928 p.

- Mendoza-Treviño A, JC Pérez-Jiménez, I Méndez-Loeza y NH Sálazar-Cu. (2014). Evaluación de riesgo ecológico por efectos de la pesca del tiburón martillo *Sphyrna lewini* (Griffith & Smith, 1834) en el sur del Golfo de México. VI Simposium Nacional de Tiburones y Rayas. 07 al 12 de abril de 2014, Mazatlán, Sin
- Miller MH, J Carlson, J. P Cooper, D Kobayashi, M Nammack y J Wilson. (2013). Status review report: scalloped hammerhead shark (*Sphyrna lewini*). Report to National Marine Fisheries Service, Office of Protected Resources. March 2013.131 pp.
- Morales-Muñiz A. (2008). De los peces a las redes. *Archaeobios*. 2: 40-63.
- Morato T, SD Hoyle, V Allain, y SJ Nicol. (2010). Seamounts are hotspots of pelagic biodiversity in the open ocean. [www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.0910290107](http://www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.0910290107)
- Musick J. A. (1999). Criteria to define extinction risk in marine fishes. *Fisheries*. 24 (12): 6-14.
- Noriega R, JM Werry, W Sumpton, D Mayer y SY Lee. (2011). Trends in annual CPUE and evidence of sex and size segregation of *Sphyrna lewini*: Management implications in coastal waters of northeastern Australia. *Fisheries Research* 110: 472-477.
- Olguín EJ, MaE Hernández y G Sánchez-Galván. (2007). Contaminación de manglares por hidrocarburos y estrategias de biorremediación, fitorremediación y restauración *Rev. Int. Contam. Ambient.* 23 (3) 139-154
- Padilla y Sotelo LS. (2000). La población en la región costera de México en la segunda mitad del siglo XX. *Investigaciones geográficas*, (41), 81-95. Recuperado en 04 de junio de 2018.
- Patrick, W. S., P. Spencer, O. Ormseth, J. Cope, J. Field, D. Kobayashi, T. Gedamke, E. Cortés, K. Bigelow, W. Overholtz, J. Link, y P. Lawson. 2009. Use of productivity and susceptibility indices to determine stock vulnerability, with example applications to six U.S. fisheries. U.S. Dep. Commer., NOAA Tech. Memo. NMFS-F/SPO-101, 90 p.

- Peñaherrera Palma C, E Espinosa, AR Hearn, J Ketchum, JM Semmens y P Klimley. 2017. Reporte del estado poblacional de los tiburones martillo en la Reserva Marina de Galápagos. Pp. 127-131. En: Informe Galápagos 2015- 2016. DPNG, CGREG, FCD y GC. Puerto Ayora, Galápagos, Ecuador.
- Pérez-Jiménez JC. (2014). Historical records reveal potential extirpation of four hammerhead sharks (*Sphyrna* spp.) in Mexican Pacific waters. *Rev Fish Biol Fisheries*.
- Pérez-Jiménez JC e I Méndez-Loeza. (2015). The small-scale shark fisheries in the southern Gulf of Mexico: Understanding their heterogeneity to improve their management. *Fisheries Research*. 172. 96-104.
- Pérez-Jiménez JC, A Peña Luch, I Méndez-Loeza, A Giard –leroux, EF Flores-Ramos y FJ López-Rasgado. (2016). Las pesquerías artesanales de elasmobranquios como parte de sistemas pesqueros complejos en el sur del Golfo de México, *Ciencia Pesquera*. Núm. Eso. 24: 113-137.
- Pérez-Jiménez JC, O Sosa-Nishizaki, E Furlong-Estrada, D Corro-Espinosa, A Venegas-Herrera y OV Barragán-Cuencas. (2002). Artisanal Shark Fishery at "Tres Marias" Islands and Isabel Island in the Central Mexican Pacific. *e-Journal of Northwest Atlantic Fishery Science*, 35, art. 43.
- Piercy NA, JK Carlson, JA Sulikowski y GH Burgess. (2007). Age and growth of the scalloped hammerhead shark, *Sphyrna lewini*, in the north-west Atlantic Ocean and Gulf of Mexico. *Marine and Freshwater Research*. 58 (1): 34–40.
- Quattro JM, WB Driggers, JM Grady, GF Ulrich y MA Roberts. (2013). *Sphyrna gilberti* sp. nov., a new hammerhead shark (Carcharhiniformes, Sphyrnidae) from the western Atlantic Ocean. *Zootaxa* 3702 (2): 159–178.
- Raimann X, L Rodríguez O, P Chávez y C Torrejón. (2014). Mercurio en pescados y su importancia en la salud. *Rev Med Chile*. 142: 1174-1180.
- Reyes-Bonilla H, A Ayala-Bocos, FJ Fernández-Rivera Melo, R Zepeta-Vilchis, A Asúnsolo-Rivera y JT Ketchum5. (2016). A bibliographic and field record chronology of sharks at cabo pulmo national park, gulf of california/ Cronología de tiburones del Parque Nacional Cabo Pulmo, Golfo de California; registros bibliográficos y de campo. *CICIMAR Oceánides* 31(1): 55-57.

- Rigetty Rojo B y Castro Morales FJ. (1990). Estudio de algunos aspectos biológicos del tiburón en la región de Mazatlán, Sinaloa. Tesis Biología Pesquera. Facultad de Ciencias del Mar. UAS. 77p.
- Roberts CM. (1997). Ecological Advice for the Global Fisheries Crisis. *Trends Ecol. Evol.* 12: 35-38.
- Ruelas-Inzunza JR, O Escobar-Sánchez y F Páez-Osuna. (2014). Mercury in Fish, Crustaceans and Mollusks from Estuarine Areas in the Pacific Ocean and Gulf of Mexico Under Varying Human Impact. En: Amezcua F. y B. Bellgragh (eds.), *Fisheries Management of Mexican and Central American Estuaries, Estuaries of the World.*
- SAGARPA. (2007). Norma oficial mexicana NOM-029-PESC-2006, pesca responsable de tiburones y rayas. Especificaciones para su aprovechamiento. Diario oficial de la Federación. Miércoles 14 de febrero de 2007. Primera sección. 44p
- Sarabia Alvarado D y J Velásquez Mayorquin. (2002). Composición de las capturas del tiburón de la flota artesanal de Playa Sur, Mazatlán, Sinaloa entre 2000 y 2002. Tesis Biología Pesquera. Facultad de Ciencias del Mar. UAS. 57p.
- Saucedo Barrón CJ, G. Colado Uribe, JG Martínez Adrián, S Burgos Zazuela, JG Chacón Cortéz y J Espinoza Fierro. (1982) Contribución al estudio de la pesquería del tiburón en la zona sur del Estado de Sinaloa. Memoria del Servicio Social Universitario. Escuela de Ciencias del mar, UAS. Mazatlán, Sinaloa.
- SECRETARIA DE SALUD. (1993). NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-027-SSA1-1993, bienes y servicios. productos de la pesca. pescados frescos-refrigerados y congelados. especificaciones sanitarias. Diario oficial de la Federación.
- SECRETARÍA DE SALUD. (1995). NOM-031- SSA1-1993. Bienes y Servicios. Productos de la pesca. Moluscos bivalvos frescos, refrigerados y congelados. Especificaciones Sanitarias. México, D. F. Disponible en: <http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/031ssa13.html>. Última consulta: 30 de junio de 2018
- SEMARNAT (2010). Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2010, Protección Ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio- Lista de especies en riesgo. *Diario Oficial de la Federación*. 2da ed. 2da sección: 1-77.

- Sentosa AA, Dharmadi, dan DW Hendro Tjahjo (2016). Parameter Populasi Hiu Martil (*Sphyrna lewini* Griffith & Smith, 1834) di Perairan Selatan Nusa Tenggara/ population parameters of scalloped hammerhead shark (*Sphyrna lewini* Griffith & Smith, 1834) caught from southern Nusa Tenggara waters. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*. 22 (4):253-
- Sergio F, T Caro, D Brown, B Clucas, J Hunter, J Ketchum, K McHugh, y F Hiraldo. (2008). Top Predators as Conservation Tools: Ecological Rationale, Assumptions, and Efficacy. *Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst.* 2008.39:1-19 *Conservation Biology*. 16 (4): 1048-1062.
- Soriano-Velásquez SR, DE Acal-Sánchez, JL Castillo-Géniz, N Vázquez-Gómez, CE Ramírez-Santiago. (2006). Tiburón del Golfo de Tehuantepec. En: F Arreguín-Sánchez, L Beléndez-Moreno, I Méndez Gómez-Humarán, R Solana-Sansores, C Rangel Dávalos (eds.). *Sustentabilidad y pesca responsable en México. Evaluación y manejo*. SAGARPA Instituto Nacional de la Pesca, México. pp: 323-360.
- Spaet JLY, Chi H Lam, CD Braun y ML Berumen. (2017). Extensive use of mesopelagic waters by a Scalloped hammerhead shark (*Sphyrna lewini*) in the Red Sea. *Anim Biotelemetry* 5:20. DOI 10.1186/s40317-017-0135-x.
- Springer S. (1967). Social organization of shark population. In: Gilbert. P. W., R. F. Mattheewson., y D. Rall., (Eds). *Sharks, Skates and Rays*. The Johns Hopkins Press Baltimore, Maryland. 624 p.
- Stevens JD y JM Lyle. (1989). Biology of the three hammerhead sharks (*Eusphyrna blochii*, *Sphyrna mokarran* and *S. lewini*) from northern Australia. *Australian Journal of Marine and Freshwater Research*. 40: 129-146.
- Stevens JD, R. Bonfil, NK Duluy, y PA Walker. (2000). The effects of fishing on sharks, rays and chimeras (Chondrichthyans), and the implications for marine ecosystems. *ICES J. Mar. Sci.* 57: 476-494.
- Tambutti M, A Aldama, O Sánchez, R Medellín y J Soberón. (2001). La determinación del riesgo de extinción de especies silvestres en México. *Gaceta Ecológica*. 61: 11-21
- Tapiero Barona JL, LA Zapata Padilla y E Alfonso Rubio. (1996). Biología y dinámica poblacional de *Sphyrna lewini* en el Pacífico Colombiano. X seminario Nacional de Ciencia y Tecnología del Mar. Santa Fe de Bogotá. Colombia. Resumen 2.51. Pág. 116.

- Torres-Huerta A. Ma. (1999). Observaciones sobre la biología reproductiva de la cornuda barrosa *Sphyrna lewini* (Griffith y Smith, 1834) (Pisces: Sphyrnidae) en aguas del noreste de México. Tesis de licenciatura en Biología. UNAM, ENEP-Iztacala. México 68 p.
- Torres-Huerta AM, C Villavicencio-Garayzar, D Corro-Espinosa. (2008). Biología reproductiva de la cornuda común *Sphyrna lewini* Griffith y Smith (Sphyrnidae) en el Golfo de California. *Hidrobiológica* 18(3): 227-238.
- Torres-Rojas YE. (2006). Hábitos alimentarios y la razón de isótopos estables de carbono ( $*^{13}\text{C}$ ) y nitrógeno ( $*^{15}\text{C}$ ) del tiburón *Sphyrna lewini* (Griffith y Smith, 1834) capturado en el área de Mazatlán, Sinaloa, México. Tesis de Maestría en Manejo de Recursos Marino. CICIMAR-IPN.
- White WT, C Bartron y IC Potter. (2008). Catch composition and reproductive biology of *Sphyrna lewini* (Griffith & Smith) (Carcharhiniformes, Sphyrnidae) in Indonesian waters. *Journal of Fish Biology*. 72: 1675-1689.
- Wourms JP. (1981). Viviparity: The maternal-fetal relationship in fishes. *AM. Zool.* 21: 473-515
- Yáñez-Arancibia, A. y R. Nugent. (1977). El papel ecológico de los peces en estuarios y lagunas costeras. *An. Centro Cien. Mar Limnol. Univ. Nal. Auton. México*, 4: 107-117.
- Zamora-Vilchis I, Ma P Pilar Blanco-Parra, DN Castelblanco-Martínez y CA Niño-Torres. (2018). Efectos antropogénicos sobre las poblaciones de megafauna acuática del caribe mexicano: una revisión del estado del arte. In: Ramírez-Bautista A. y R Pineda-López (Eds) *Ecología y Conservación de Fauna en Ambientes Antropizados. Red Temática Biología, Manejo y Conservación de Fauna Nativa en Ambientes Antropizados (REFAMA)- Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT)- Universidad Autónoma de Querétaro (UAQ)*. 5-21
- Zarate Rustrián J. (2010). Edad y crecimiento del tiburón martillo *Sphyrna lewini* (Griffith & Smith, 1834) en la costa sur de Oaxaca, México. Maestría en Ciencias en Manejo de Recursos Marinos. CICIMAR-CICESE 46 p.

## MATERIAL WEB

Revisión de los mapas de distribución para *Sphyrna lewini* (tiburón martillo), con base en el mapa de distribución nativo modelado para el año 2010 emitido en escenario IPCC A2/ Reviewed distribution maps for *Sphyrna lewini* (Scalloped hammerhead), with modelled year 2100 native range map based on IPCC A2 emissions scenario. [www.aquamaps.org](http://www.aquamaps.org), version of Aug. 2016. Web. Accessed 3 Jun. 2018.

### **j) Ficha resumen de la información anterior**

**Nombre científico:** *Sphyrna lewini* (Griffith & Smith, 1834)

**Categoría propuesta:** En peligro de extinción

**Distribución:** 37.11% de territorio nacional en el Pacífico y Golfo de México

**Diagnóstico:** Especie cuya densidad, abundancia, diversidad genética y estructura de se encuentra en peligro por la sobre-explotación pesquera debido a la captura de crías y a los cambios antropizantes de su hábitat. Es altamente dependiente de su hábitat presentando filopatría a sus áreas de crianza en las zonas costeras, estos tiburones están considerados en peligro crítico por la IUCN e incluidos en CITES. La problemática pesquera, la destrucción de su hábitat aunado a la contaminación de los mares, ha mermado sus poblaciones e incluso envenenado su carne por la acumulación de mercurio afectando a sus poblaciones

Su importancia ecológica como depredador tope es alta, ya que la disminución de este tiburón, y de algunas otras especies más, han provocado el desequilibrio trófico de las comunidades marinas, donde las especies oportunistas de mayor capacidad como depredadores al ser omnívoras aumentan sus densidades poblacionales disminuyendo las poblaciones de especies suntuarias como son los camarones, langostas y peces denominados de escama fina. Estas especies oportunistas son de menor valor económico que el de sus depredadores, por lo que el regular la explotación de los tiburones martillos mediante su inclusión a la NOM-059-ECOL en calidad de **Protección especial**, permitirá la recuperación de la población a niveles mínimos aceptables para una explotación sustentable basada en los mejores indicadores ecológicos y por ende mejorar la salud del ecosistema marino.

**Total MER:** 12

Criterio A: 2

Criterio B: 3

Criterio C: 3

Criterio D: 4

**Responsables de la propuesta:** Nombre: Dr. Vicente Anislado Tolentino

**Domicilio:** Boulevard del Cimatario 439. Col Constelación. Querétaro. México. CP 76087

**Teléfono:** 01 (42) 623 7563.

**Fax:** NA

**Correo electrónico:** [anislado@gmail.com](mailto:anislado@gmail.com)

**Institución Proponente:** *Pelagios Kakunjá A.C.* Cuauhtémoc 155, entre Francisco I. Madero y Belisario Domínguez, Colonia Pueblo Nuevo, La Paz Baja California Sur, México. C.P. 23060. Teléfono: 01(612) 122 6001.

**Director general:** *Dr. Mauricio Hoyos Padilla*, **Co Director:** *James Ketchum Mejia*

**Correo electrónico:** [mauricio@pelagioskakunja.org](mailto:mauricio@pelagioskakunja.org); [james@pelagioskakunja.org](mailto:james@pelagioskakunja.org)

## METODO DE EVALUACION DEL RIESGO DE EXTINCION DE LAS ESPECIES SILVESTRES EN MEXICO

### Tiburón Martillo Común *Sphyrna lewini* (Griffith & Smith, 1834)



Durante ya casi 11 años de que entró en vigencia la NOM-029-PESC-2006-SEMARNAT-2010, las poblaciones de tiburones martillo aún no se han visto recuperadas, ya que durante las temporadas de pesca siguen sin observarse en abundancia a los individuos de más de 200 cm de largo. Con una evidente declinación y una fragilidad a la sobrepesca como al deterioro ambiental de su hábitat, se ha hecho imperativo evaluar a la especie utilizando los criterios determinados por la NOM-ECOL-059 en el Método de Evaluación del Riesgo de Extinción (MER). La presente evaluación arrojó un valor total de 12 puntos, indicado claramente que la especie aún con la NOM-029-PESC-2006 no ha logrado su recuperación, y que

para evitar que llegue a empeorar su estatus debe de ser ingresada a la categoría de **ESPECIE EN PELIGRO DE EXTINCIÓN (P)**. El valor obtenido refleja que los valores que se han asignado a cada criterio se mantuvieron altos, pero que en el orden de ideas esta distribución se ve amenazada por los cambios antropizantes, que van desde la explotación (y que siempre han sido las más impactantes) hasta el cambio de uso de suelo en la costa y la contaminación, mismos que influyen negativamente a la supervivencia de los grupos más vulnerables de la población que son las crías. El caso del tiburón martillo común *Sphyrna lewini* es particularmente alarmante en la zona del Golfo de California. Esta especie ha sido capturada históricamente en los diferentes estados de Sonora, Sinaloa, Baja California, Baja California Sur, y Nayarit (CONAPESCA-INP, 2004). La única medida de manejo que existe para la protección de esta especie se relaciona con el periodo de veda implementado en el 2012 por el gobierno mexicano (DOF, 2012).

**Criterio A = 2 medianamente restringida o amplia.** Se contó con registros de captura georeferenciados en las flotas deportivas, ribereñas, mediana altura y altura (archivos del responsable), con lo que se estimó que el área de distribución de *Sphyrna lewini* es de 1,169,759 km<sup>2</sup> que representa el 37.11 % de la ZEE.



Mapa de distribución conocida de *Sphyrna lewini* escala 1:4,000,000. Elaborado por CONABIO, Junio 2018. Mapa base: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. (2011). 'Zona Económica Exclusiva de México'. Límite Nacional 1:250000. Modificado de Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), Lugo-Hupb J., Vidal-Zepeda, R., Fernández-Equiarte, A., Gallegos-García, A., Zavala-H, J. y otros (1990). 'Zona Económica Exclusiva de México'. Extraído de Hipsometría y Batimetría, I.1.1. Atlas Nacional de México. Vol. I. Escala 1:4000000. Instituto de Geografía, UNAM. México

**Criterio B = 3 hostil o muy limitante.** El hábitat se analizó de manera integral con respecto al desarrollo del taxón, *Sphyrna lewini* es una especie costero-oceánica y sus primeras etapas de desarrollo depende de zonas someras cercanas a humedales, así que los efectos negativos de las actividades humanas son directos.

Los desechos de la mancha urbana y de las industrias (hoteleras, agropecuarias y otras), así como el cambio de uso de suelo y hasta la explotación pesquera, afectan de sobremanera a algunas de las zonas denominadas de crianza ya que se aprecian de inmediato disminución del tamaño poblacional o ausencia de los elasmobranchios y de sus presas.

**Criterio C = 3. Vulnerabilidad alta.** La especie presenta alta vulnerabilidad por su baja productividad, ya que, al ser vivíparos, su tasa de crecimiento individual es lenta, aunado a una baja fecundidad, y un nivel trófico de depredador tope, reducen las ventajas de un incremento poblacional de productividad media, ya que presentan una fuerte densa dependencia y patrones de filopatría bien establecidos. Para esta especie, cualquier cambio en la mortalidad disminuye de manera exponencial el tamaño de sus poblaciones hasta niveles de extinción comercial, es decir que serán tan pocos que dejaran de aparecer en las pesquerías. Actualmente y aun con los esfuerzos que la NOM-029-PESC-2006 ha impulsado, los tiburones martillo no ven una recuperación de la densidad de sus poblaciones, demostrando de manera palpable la alta vulnerabilidad que el taxón posee frente a la sobreexplotación y deterioro de su hábitat.

**Criterio D = 4. Alto impacto.** Esta especie es una de las que más han sido estudiadas en el Pacífico, y se ha constatado que es vulnerable debido a su morfología externa (artes de pesca pasivas), el uso de áreas de crianza, formar cardúmenes, y su modo reproductivo (vivíparo placentado) lo cual pone al taxón en gran desventaja ante la pesca ribereña y de mediana altura, ya que existe un mercado diferencial para adultos y juveniles lo que incentiva la captura de las partes de la población más vulnerables, es decir a las crías neonatas y a las hembras preñadas. La vulnerabilidad de este recurso es tal que cuando la mortalidad por pesca es mayor a la mortalidad natural la población comienza a reducirse de manera exponencial, ocasionando que los mejores escenarios pesqueros se den cuando

se aprovechan a los pre adultos a niveles de mortalidad por pesca iguales o menores a la mortalidad natural. Este es un problema de índole piramidal, donde se involucra la explotación del taxón como un recurso alimentario, la pérdida de hábitat por el cambio de uso de suelo tanto por el incremento de la mancha urbana y de la industria (turística, agropecuario, química entre otras), y en este caso la pérdida del flujo genético. Por lo anterior es necesario que la especie sea llevada al listado de la NOM-059-ECOL-2010, para prevenir un desastre ecológico eminente.

De ser aceptada la propuesta, el seguimiento del estado de salud de esta especie será más apoyado por todos los sectores ya que al ser un depredador tope se generará el efecto sombrilla, es decir, que protegiendo a este se protegerán a muchas otras especies que habitan de manera simpátrica con el tiburón martillo.

## Propuesta de inclusión en la lista de especies Gran Tiburón Martillo

### *Sphyrna mokarran* (Rüppell, 1837).

#### 5.7.1 Datos generales del responsable de la propuesta:

**Nombre:** Dr. Vicente Anislado Tolentino

**Domicilio:** Boulevard del Cimatario 439. Col Constelación. Querétaro. México. CP 76087

**Teléfono:** 01 (42) 623 7563.

**Fax:** NA

**Correo electrónico:** [anislado@gmail.com](mailto:anislado@gmail.com)

**Institución Proponente:** *Pelagios Kakunjá A.C.* Cuauhtémoc 155, entre Francisco I. Madero y Belisario Domínguez, Colonia Pueblo Nuevo, La Paz Baja California Sur, México. C.P. 23060. Teléfono: 01(612) 122 6001.

**Director general:** *Dr. Mauricio Hoyos Padilla*, **Co Director:** *James Ketchum Mejia*

**Correo electrónico:** [mauricio@pelagioskakunja.org](mailto:mauricio@pelagioskakunja.org); [james@pelagioskakunja.org](mailto:james@pelagioskakunja.org)

#### 5.7.2 Nombre científico válido (citando la autoridad taxonómica), los sinónimos más relevantes y nombres comunes de la especie que se propone incluir, excluir o cambiar de categoría en la lista de especies en riesgo y motivos específicos de la propuesta.

**Nombre válido:** *Sphyrna mokarran* (Rüppell, 1837).

#### **Sinonimia:**

Las siguientes sinonimias son las recopiladas por Gilbert (1967) excluyendo a aquella que indican identificaciones erróneas o confusiones con otras:

*Zygaena tudes* Valenciennes, 1822, pp. 225-226. (En parte; descripción original: Ilustraciones de cabeza, aparentemente espécimen tipo que representa a más de una especie; tipos del Mediterráneo, Cayenne, y Coromandel; el nombre *tudes* subsecuentemente se restringió a otra especie denominada *Sphyrna mokarran*.)

*Zygaena mokarran* Rüppell, 1835, pp. 66-67. (Descripción original; ilustraciones de cabeza, diente y cuerpo, espécimen tipo, un macho de 251 cm de longitud total, museo de Senckenberg no. 3590; Localidad tipo, Massaua, Mar Rojo.)

*Sphyrna mokarran* Miiller y Henle, 1841, p. 54. (Mar Rojo.)

*Sphyrna tudes* Miller y Henle, 1841, p. 53. (En parte, identificación por referencia a Valencennes, 1822.)

*Sphyrnias mokarran* Gray, 1851, p. 50. (En parte: Identificación por referencia a Valenciennes, 1822.)

*Sphyrnias tudes* Gray, 1851, p. 50. (En parte: Identificación por referencia a Valenciennes, 1822.)

*Cestracion (Zygaena) mokarran* Dumëril, 1865, p. 383. (Compilado.)

*Cestracion (Zygaena) tudes* Dumeril, 1865, p. 384. (En parte: Identificación por referencia a Valenciennes, 1822.)

*Zygaena dissimilis* Mm-ray, 1887, p. 103. (Descripción original; Localidad tipo, Kurrachee.)

*Sphyrna ligo* Fraser-Brunner, 1950, pp. 213-219. (Descripción original; figura: holotipo, un embrión, BMNH 1890.9.23.231; localidad tipo Río Clarence, Sur de New Wales, Australia; Observación de una radiografía de la cabeza.)

### ***Motivos específicos de la propuesta.***

Alrededor del mundo, las poblaciones de tiburones han disminuido drásticamente a partir de la década de 1970, debido a la pesca masiva para obtener la aleta de tiburón, producto del estatus social en China y Tailandia, principalmente. Por otro lado, la pérdida de hábitat y la sobreexplotación pesquera dirigida, contribuye a la disminución de las poblaciones de estas especies (Ferreti et al 2010).

Con una historia evolutiva de más de 500 millones de años y tres eventos masivos de extinción, la permanencia de los elasmobranquios en el mundo se ha visto comprometida por la sobreexplotación y la pérdida de hábitat, los indicadores en las capturas se han incrementado sustancialmente desde 1950 con la aparición en los mercados internacionales de las redes de nylon (Morales-Muñiz 2008).

Del gran grupo de elasmobranquios, surgió hace aproximadamente 50 m.a. una de las familias más recientes, los tiburones martillo (Sphyrnidae), que se caracterizan por sus aletas cefálicas (Cefalofolios). Actualmente el género *Sphyrna* es la última línea evolutiva de esta familia (Gilbert, 1967) ya que sigue presentando divergencias evolutivas, al grado que existe una especie críptica (*Sphyrna gilberti*) recién descubierta en aguas del Atlántico Noroeste (Quattro et al 2013).

La selección natural proporcionó a los tiburones martillos características morfológicas y ecológicas tan especializadas que el ser humano las ha aprovechado al máximo para su captura, por lo cual estos tiburones se han hecho altamente susceptibles a una posible extinción por sobrepesca y pérdida de hábitat, principalmente porque dentro de las capturas a nivel mundial se ha apreciado un declive de hasta 90% en las capturas de este depredador tope (Baum et al. 2003, Gallagher et al 2014). Lo que anterior manifiesta su importancia de ser incluido de manera urgente en los programas y políticas de conservación y explotación responsable, desde la perspectiva de la conservación de la biodiversidad y del derecho generacional, ya que además de que se puede desarrollar una explotación sustentable (Lim et al 2010, Gallagher et al 2014).

El motivo de esta propuesta es la evaluación del estado actual de las poblaciones de *Sphyrna lewini* por medio del Método de Evaluación de Riesgo (MER) (Tambutti et al 2001, NOM-059-SEMARNAT-2010), para determinar en qué categoría de riesgo se incluye esta especie, dentro de la lista de la NOM-059-SEMARNAT-2010. Es necesario mencionar que durante ya casi 11 años de la

entrada en vigor de la NOM-029-PESC-2006, las poblaciones de tiburones martillo aún no se han visto recuperadas, ya que durante las temporadas de pesca siguen sin observarse en abundancia a los individuos de más de 200 cm de largo. Con una evidente declinación y una fragilidad a la sobrepesca, así como al deterioro ambiental de su hábitat en 2014, *Sphyrna lewini*, *S. mokarran* y *S. zygaena* fueron incluidas en el Apéndice II de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Flora y Fauna Silvestres (CITES) para lograr aumentar la protección y conservación de sus poblaciones.

**5.7.3 Mapa del área de distribución geográfica de la especie o población en cuestión, en un mapa de México escala 1:4 000 000, con la máxima precisión que permitan los datos existentes. Este mapa debe incluirse en el criterio A del Anexo Normativo I, MER para el caso de Anfibios, Aves, Hongos, Invertebrados, Mamíferos, Peces y Reptiles; y para el caso de Plantas en el criterio A del Anexo Normativo II.**



Mapa de distribución de *Sphyrna mokarran* escala 1:4,000,000

#### **5.7.4 Justificación técnica científica de la propuesta que incluya al menos los siguientes puntos:**

**a) Análisis diagnóstico del estado actual que presentan la población o especie y su hábitat; esta diagnosis debe definir los métodos utilizados para desarrollarla y debe incluir los antecedentes del estado de la especie y su hábitat o, en su caso, de la población, que son el motivo de la propuesta.**

##### **a.1) DISTRIBUCIÓN.**

La distribución nacional de la especie esta descrita por Del Moral- Flores y colaboradores (2015) a lo largo de la costa sur occidental de la península de Baja California y Golfo de California hasta Chiapas. En el Atlántico mexicano, a lo largo de las costas del Golfo de México y el Caribe. Aun cuando su distribución es amplia, también es intermitente. Su densidad poblacional es baja por ser un pez de hábitos solitarios que sólo se agrega para aparearse y cuando está en las áreas de crianza. Se han registrado juveniles en aguas continentales en el Río Tuxpan, Veracruz y en la Laguna de Chiltepec, Tabasco, localidades donde también han sido capturados juveniles de *S. lewini* (Castro-Aguirre et al 1999). Son altamente migratorios, por lo cual sus observaciones en diversas localidades pueden referirse a los mismos individuos dada su fuerte filopatría y su restricción de hábitat a los ambientes costeros (Gettridge et al 2017).

A fin de identificar y poder calificar el estado de esta especie con respecto a su ámbito de distribución en nuestro país, se tomaron en cuenta registros de observaciones puntuales de *S. mokarran*, se estimó el porcentaje del área de la Zona Económica Exclusiva (ZEE= 3, 149, 920 km<sup>2</sup>)<sup>1</sup> del país mediante el método de extensión de presencia (EOO) (UICN, 2012), donde se unen los límites continuos más cortos posibles que pueden dibujarse para incluir todos los registros. También se busca que sea el polígono convexo con menor superficie posible, para evitar sobre estimar la distribución, porque hay zonas o áreas que las especies no ocupan dentro del polígono. Se contó con registros de captura georeferenciados en las flotas deportivas, ribereñas, mediana altura y altura (archivos del responsable), con lo que se estimó que el área de distribución de *Sphyrna mokarran* es de 739,275 km<sup>2</sup> que representa el 23.5 % de la ZEE.

---

<sup>1</sup> <http://cuentame.inegi.org.mx/territorio/extension/default.aspx?tema=T>

## a.2) Hábitat

El gran tiburón martillo (*Sphyrna mokarran*) es el más grande de los tiburones martillo y el más solitario. Está dentro del complejo pesquero denominado tiburones martillo, grupo que representa las mayores capturas en las zonas templadas llegando a representar hasta un 87% de la pesca de tiburones en el norte y sur del Atlántico (Gallagher *et al* 2014). Sin embargo, para esa región se ha observado un drástico descenso en las capturas de hasta un 85% en el periodo de 2009 a 2014 (NMFS, 2015).

En cuanto a su hábitat, son de gran importancia las áreas de crianza que se encuentran generalmente en zonas someras de alta productividad, tales como bahías, pastizales marinos, estuarios, zonas aledañas a las bocabarras de ríos y manglares con profundidades de 1.5 m (Roemer *et al* 2016). Estas zonas ofrecen a las crías de tiburones (desde neonatos hasta juveniles de un año) una abundante fuente de alimento y refugio. Igualmente, estas áreas minimizan la depredación y competencia intra e inter-específica (Springer 1967, Castro 1993). Como es de esperarse, estas áreas suelen ser compartidas ya sea de manera diferenciada en tiempo y espacio o de manera conjunta con otras especies. En el caso particular de *S. mokarran* ha surgido la idea de que al ser menos abundante que *S. lewini* posiblemente estén ocupando simultáneamente las principales áreas de crianza, ya que se han capturado individuos juveniles de *S. mokarran* que inicialmente fueron mal identificados como *S. lewini* (Castro-Aguirre *et al* 1999, Castillo *et al* 2016<sup>a</sup>, Barker *et al* 2017), enmascarando su verdadera distribución. Por otro lado, se ha demostrado que hacen migraciones de casi 1300 km y además presentan un alto grado de filopatría, es decir, que regresan a las áreas de nacimiento para aparearse y reproducirse (Hammerschlag *et al* 2011, Guttridge *et al* 2017), así que la pérdida de estas áreas puede considerarse como un gran ecocidio.

Por su similitud morfológica con *S. lewini*, e incluso la gran confusión entre los juveniles de ambas especies (Gilbert 1967) y por ocupar simultáneamente las áreas de crianza (Castro-Aguirre *et al* 1999, Barker *et al* 2017), se puede definir que tienen las mismas limitantes de hábitat, por lo menos a lo que zona de refugio y de avivamiento se refiere. Estas zonas son principalmente bahías y esteros, fundamentales para sostener a poblaciones de tiburones martillo y otros depredadores marinos debido a su cercanía a las áreas de avivamiento y de crianza, y a los aportes de nutrientes ya sea por el acarreo pluvial o por los ciclos de vida diadrómica de los organismos que servirán de presa para estos depredadores (Yañez-Arancibia y Nugent 1977). Un desajuste en estos ciclos provocaría la falla en el reclutamiento de las especies que componen esta cascada trófica. Por otro lado, la mancha urbana va aumentando en las costas de manera descontrolada ya que el crecimiento de población de la región costera responde a la aparición de actividades económicas, principalmente turísticas, petroleras,

portuarias, agrícolas o industriales. Por lo que es necesario regular su dinámica para lograr un adecuado desarrollo, toda vez que se asienta en un ecosistema sumamente frágil (Padilla y Sotelo 2000). De manera general, los estados del Pacífico norte han presentado en la última década una pérdida de humedales de hasta un 95% siendo los más afectados las Baja Californias, Sonora y Sinaloa; para el Pacífico central las pérdidas son hasta de un 50%; para el Golfo de México y Caribe mexicano la situación es alarmante ya que se puede constatar pérdidas de hasta un 85% de humedal en Tabasco, y de manera gradual en toda la costa del Golfo de México (Landgrave y Moreno Casasola 2012). Es importante estudiar las correlaciones entre la disminución de las poblaciones de grandes depredadores costeros con la pérdida y deterioro del hábitat costero.

## **b) Relevancia ecológica, taxonómica, cultural y económica, en su caso.**

### **b.1) Relevancia ecológica**

Este es el tiburón martillo de menor abundancia (Compagno, 1984). Es considerado como un tiburón de aguas templadas, pelágico-costero, se le localiza en las cercanías de estuarios e islas. Las crías y juveniles se encuentran en aguas someras de las costas. Esta especie forma pequeños cardúmenes de no más de 30 individuos en sus primeras etapas o de reproductores, aunque es común que se le observe de manera solitaria. Las tallas promedio reportadas para el nacimiento son 55 cm de longitud total, mientras que las tallas máximas para los adultos son de 350 a 500 cm de longitud total (LT).

Son tiburones vivíparos placentados. El periodo de gestación varía de 10 a 11 meses y se ha documentado que pueden tener un año de recesión entre un parto y otro. Los machos maduran a los 200 cm LT, mientras las hembras maduran aproximadamente a los 240 cm LT, el número de crías varía de 20 a 37. Las crías son paridas en zonas de crianza que se caracterizan por ser aguas someras protegidas por bahías, ensenadas o bajos, presentando un alto grado de filopatría (regreso a las zonas de avivamiento). Debido a la alta presión pesquera que el tiburón martillo presenta en las crías, se ha incluido en la lista de las 26 especies de tiburones con prioridad de conservación, ya que en el Atlántico Norteamericano se han reducido sus capturas (Compagno 1984, Gallaher et al 2014).

En México su aprovechamiento se regula mediante el establecimiento de vedas espacio-temporales<sup>2</sup>.

---

<sup>2</sup> ACUERDO por el que se modifica el Aviso por el que se da a conocer el establecimiento de épocas y zonas de veda para la pesca de diferentes especies de la fauna acuática en aguas de jurisdicción federal de los Estados Unidos Mexicanos, publicado el 16 de marzo de 1994 para modificar el periodo y zonas de veda de tiburones en el Golfo de México y Mar Caribe. (DOF 15/05/2014) y ACUERDO por el que se modifica el Aviso por el que se da a conocer el establecimiento de épocas y zonas de veda para la pesca de diferentes especies de la fauna acuática en aguas de jurisdicción federal de los Estados Unidos Mexicanos, publicado el 16 de marzo de 1994 para modificar el periodo y zonas de veda de tiburones en el Golfo de México y Mar Caribe. (DOF 23/07/2013)

### **b.1.1) Vulnerabilidad morfológica**

Al igual que con *S. lewini*, la vulnerabilidad asociada al taxón es alta, iniciando por su particular morfología de la cabeza. Estos organismos pueden quedar atrapados en las redes de cualquier tamaño. Individuos de 240 cm de longitud total (LT) han sido capturados en las redes de 8.89 cm de abertura de malla y de la misma manera crías de 50 cm de LT se quedan en redes de 22.8 cm de abertura de malla, así como en anzuelos atuneros (P). Es necesario resaltar que, debido a lo antes expresado, esta especie de tiburón es aún más susceptible que otras de formar parte de la pesca incidental cuando se usan artes de pesca pasivos.

Por otro lado, Duffy y Griffiths en 2017 realizaron un estudio donde evaluaron para este tiburón la productividad ( $P=1.33$ ), susceptibilidad ( $S=1.97$ ) y vulnerabilidad ( $V=1.9$ ) (Duffy y Griffiths 2017). El valor de vulnerabilidad presenta una gran diferencia en lo estimado por Tovar-Ávila y colaboradores en 2016, quienes presentan una  $V=0.91$  (Furlong- Estrada *et al* 2016). Para fines precautorios es necesario tomar los valores que presentaron Duffy y Griffiths (2017) donde se pone de manifiesto la fragilidad de *S. mokarran*.

### **b.1.2) Vulnerabilidad en la edad y crecimiento**

La importancia de la estimación de la edad y el crecimiento de los tiburones en la evaluación de los recursos pesqueros se fundamenta en conocer la estructura de la población que está sujeta a explotación. Así también, permite conocer la dinámica poblacional o demografía del recurso (Anislado-Tolentino 2000). Del modelo de crecimiento de von Bertalanffy, que es el mayormente usado destacan dos parámetros que tienen alta relevancia biológica, la talla infinita  $L_{\infty}$  (talla máxima teórica) y el coeficiente de “crecimiento”  $k$ , los cuales al ser analizados con algunos otros parámetros logran proveer datos de la susceptibilidad de la especie estudiada. Así, Branstetter propuso una categorización para la  $K$  por sus valores dando las siguientes valoraciones según el tipo de crecimiento: Lento crecimiento: – de 0.05 a 0.1; Moderado crecimiento: de 0.1 a 0.2. y Rápido crecimiento: de 0.2 a 0.5. (Branstetter *et al* 1987).

Para los stocks mexicanos de *S. mokarran* y debido a la rareza de sus capturas en ambas costas de México, sólo existe un trabajo publicado por Tovar-Avila y Gallegos-Camacho (2014), donde lograron establecer la longevidad de 45 años de un ejemplar de 420 cm LT capturado en Nayarit. Sólo existen dos investigaciones sobre la determinación y descripción del crecimiento en el gran tiburón martillo: uno para las costas del Atlántico noroeste y Golfo de México donde la constante de crecimiento ( $k$ ) fue de 0.16 años<sup>-1</sup> para los machos y de 0.11 años<sup>-1</sup> para las hembras (Piercy *et al*,

2010); y el otro para el Pacífico con una  $k= 0.096$  años<sup>-1</sup> (Harry *et al* 2011). Con esta evidencia, se podría considerar que el crecimiento de la especie es moderado. Sin embargo, de acuerdo con la clasificación de crecimiento lento y por su alta longevidad (hasta 47 años, Passerotti *et al* 2009), se considera como “de lento crecimiento” (Tabla 1).

**Tabla 1.-** Resumen de los parámetros de crecimiento del gran tiburón martillo *Sphyrna mokarran*. M macho, H hembra y A ambos

Autor	Localidad	K (años <sup>-1</sup> )			t <sub>0</sub> (años)			L <sub>∞</sub> (cm)			Longevidad
		M	H	A	M	H	A	M	H	A	Ambos
Lyle JM 1984	Norte de Australia										
Stevens y Lyle, 1989	Norte de Australia										
Passerotti et al 2009	Atlántico										47
Piercy et al 2010	Atlántico noroeste y Golfo de México	0.16	0.11		-1.99	-2.86		264	308		
Harry et al 2011	Pacífico Oeste			0.079						402	
Tovar-Avila y Gallegos - Camacho 2014	Islas Marías, Nayarit										45
Tovar-Avila et al 2016	México										42

### b.1.3) Vulnerabilidad reproductiva

#### b. 1.3.1) Áreas de crianza y fecundidad

Los tiburones martillo presentan una estrategia reproductiva avanzada, la viviparidad placentaria, adaptación que le permite parir crías con mayores posibilidades de sobrevivencia y desarrollo, lo que aumenta el costo energético ya que las hembras deberán buscar zonas de avivamiento que posteriormente servirá como áreas de crianza (Wourms 1981; Compagno, 1990). Las áreas de crianza son generalmente zonas someras, muy cercanas a humedales costeros, donde el flujo de alimento es continuo y donde el ser humano ingresa a pescar por su fácil acceso. En estos lugares las crías de tiburón martillo son altamente susceptibles de ser capturados, por lo que la sobrepesca provocaría una falla en el reclutamiento (Anislado y Robinson 2001, Heupel y Simpfendorfer 2002, NOM-029-PESC-2006; Heupel *et al.* 2007, Jiménez-Pérez 2014).

Sin embargo, no se han localizado áreas donde específicamente avive *S. mokarran*. Lo poco que se conoce se debe a los casos de confusión con juveniles de *S. lewini* en las capturas dentro de las áreas reconocidas como de crianza (Castro-Aguirre *et al.* 1999, Castillo *et al* 2016a, Barker *et al.* 2017), lo cual podría enmascarar parte importante de la abundancia y por tanto de los conocimientos que se podrían tener del gran tiburón martillo.

Las tallas de madurez sobrepasan los 200 cm de LT, mientras que la fecundidad solo ha sido reportada de 30 crías por parto, la gestación dura de 10 a 12 meses con ciclos anuales o bienales (Tabla 2), aun cuando de manera anecdótica se menciona que llegan a tener hasta 40 crías.

**Tabla 2.-** Resumen de los aspectos reproductivos del gran tiburón martillo *Sphyrna mokarran*. M macho, H hembra y A ambos

Autor	Localidad	Talla de nacimiento	Talla de madurez		Fecundidad	Gestación (meses)	Periodicidad de partos
			M	H			
Fourmanoir 1961	Madagascar		234	250			
Cadenat y Blache 1981	África oeste	67				12	
Stevens y Lyle 1989	Norte de Australia	65	225	210	30	10	anual
Soriano et al 2006	Golfo de Tehuantepec	46					
Ebert et al 2013	Océano Indico	50	230	250			
Tovar-Avila et al 2016	Nayarit						
OAS 2017	Pacifico						bienal

### b.1.3) Aspectos demográficos

La mortalidad natural (M) solo ha sido reportada por Tovar- Ávila y colaboradores con un intervalo de 0.15-0.16 año<sup>-1</sup>(Tovar- Ávila *et al* 2016) lo que indica pérdidas naturales de un 15 % de la población de manera anual (Tabla 3). De gran importancia es la tasa intrínseca de crecimiento poblacional (*r*) ya que nos muestra cómo reacciona la población con respecto al tiempo. Para *S. mokarran* sólo hay un reporte (Jiao *et al* 2011) de *r*= 0.16 que representa un incremento de la población un 15% al año, (Tabla 3).

**Tabla 3.** Principales parámetros demográficos de *Sphyrna mokarran*: M mortalidad natura(año<sup>-1</sup>), *r* Tasa intrínseca de crecimiento poblacional. P productividad, S susceptibilidad, V vulnerabilidad

Autor	Localidad	M	r	p	s	v
Jiao et al 2011	Global		0.16			
Benítez et al 2015	México			1.23	1.81	1.94
Tovar-Ávila et al 2016	México	0.15-0.16				0.91
Duffy y Griffiths 2017	Global			1.33	1.97	1.9

Considerando lo anterior y usando los criterios de Furlong-Estrada *et al* (2014) y de Musick (1999) se determina que *S. mokarran* tiene una productividad baja que, al igual que *S. lewini* y *S. zygaena*, incrementa su fragilidad por la captura de juveniles y adultos (Tabla 4).

**Tabla 4.-** Escala de productividad biológica con base en diversos atributos biológicos, en negritas y sombreada los valores para *S. mokarran* (modificada de Hobday *et al* 2011).

Atributo	Productividad baja (0.33)	Productividad media (0.66)	Productividad alta (1.00)
<b>Tasa intrínseca de crecimiento poblacional (r)</b>	<0.15	0.15 – 0.5	>0.5
<b>Tasa de crecimiento von Bertalanffy(K)</b>	<0.15	0.16 – 0.3	>0.3
<b>Edad de madurez</b>	>15 años	5-15 años	<5 años
<b>Talla de madurez</b>	>200 cm	40-200 cm	<40 cm
<b>Edad máxima</b>	>25 años	10-25 años	<10 años
<b>Talla máxima</b>	>300 cm	100-300 cm	<100 cm
<b>Fecundidad anual</b>	<100 crías por año	100-20,000 crías por año	>20,000 crías por año
<b>Estrategia reproductiva</b>	vivíparos y semejantes	ovíparos demersales	difusión múltiple
<b>Nivel trófico</b>	>3.25	2.75-3.25	<2.75

#### b.1.4) Aspectos alimentarios

Aun con la falta de estudios sobre su ecología trófica, se puede considerar por analogía que el valor de su nicho ecológico es muy parecido al de *Sphyrna zygaena*, es decir aproximadamente  $Bi=0.4$ . Esto indica que es un pez especialista, el cual se alimenta principalmente de peces y se le han reportado como presas a las mantarrayas de espina (Strong Jr *et al* 1990). De tal manera que Cortés (1999) lo ubica en uno de los niveles tróficos más altos (4.3) entre los tiburones (Tabla 5), reafirmando que es uno de los depredadores tope del ecosistema en el que habita, siendo componente fundamental en la regulación del tamaño poblacional de las diferentes especies de la comunidad. Es importante recalcar que, como todo depredador tope, éstos regulan a las otras poblaciones de peces que viven de manera simpátrica con su depredador, y además también en sus primeras etapas sirven de alimento para otros depredadores como tiburones, peces óseos de gran tamaño (meros y pargos), mamíferos marinos y

aves rapaces. En conclusión, la protección de un depredador tope genera un efecto sombrilla en la protección de la fauna asociada al gran tiburón martillo (Roberts 1997).

**Tabla 5 Datos tróficos y de mercurio par *Sphyrna mokarran***

Autor	Localidad	Nivel trófico	Mercurio ( $\mu\text{g g}^{-1}$ )
Lyle 1984	Norte de Australia		4
Cortés 1999	Global	4.3	

## **b.2) Relevancia económica y cultural**

Los tiburones y especies relativas (Elasmobranchii) engloban aproximadamente mil especies mayormente marinas (Compagno 2001). A escala mundial, durante las décadas de 1980 a 2000 las capturas de elasmobranquios aumento de manera exponencial y no se logra aun recuperar las densidades poblacionales que se observaban anteriormente (Cruz et al 2011). Se ha sugerido que la pesca dirigida puede diezmar más rápidamente una población del tiburón que la de otras especies de peces (Camhi y Musick 1998, Musick 1999, Cortés 2000). En ocasiones, los tiburones son capturados como pesca incidental en las industrias pesqueras multiespecíficas, en las cuales las especies objetivo presentan características biológicas que permiten una recuperación más rápida (Musick 1999, Stevens et al 2000, Anislado-Tolentino 2008). En estas pesquerías, los tiburones pueden ser capturados hasta la extinción comercial mientras que los peces más productivos continúan impulsando la industria. Por lo tanto, una carencia de las prácticas sensibles de administración, combinada con las características de la historia de la vida de los tiburones ha producido una receta para el desastre (Pérez-Jiménez 2014).

## **c) Factores de riesgo reales y potenciales para la especie o población, así como la evaluación de la importancia relativa de cada uno.**

### **c.1) Pesca**

Tovar-Avila y colaboradores realizaron un análisis sobre los reportes de abundancia de esta especie y llegando a la conclusión de que es una especie rara en las capturas (sin sobrepasar del 10%) Tovar-Avila *et al* 2016). Debido a que no existen registros de capturas antes de la década de 1990 y que los registros existentes son escasos (de hecho, representa sólo el 6% en la pesquería del Golfo de México), cobra relevancia el incluir a *S. mokarran* en la lista de especies en riesgo y sujetarlo a políticas de conservación, hasta contar con la información científica suficiente sobre el estado de sus poblaciones en el país. Por otro lado, en la pesca deportiva de los principales puertos, se le observa por lo menos

una vez por temporada. La idiosincrasia del pescador aún tiene como objetivo el exhibir al “mayor depredador del mar” (Figura 4), ya que aún falta la cultura del “Captura y Libera”. Es necesario poner en práctica los resultados de sobrevivencia que proporcionaron Gulak *et al* (2015), en el cual definieron que un 50% de los tiburones que quedan atrapados en los anzuelos hasta por 4 horas pueden sobrevivir al ser liberados, por lo que una medida para su conservación sería promover prácticas de “*catch & release*” entre los pescadores deportivos.



**Figura 4.** *Sphyrna mokarran* capturados por la flota deportiva de Ciudad del Carmen, Campeche (fotografía cortesía de Ángel Ancona).

Patrick et al (2015) realizaron un estudio en aguas de Norte América donde evaluaron para este tiburón la productividad ( $P=1$ ), susceptibilidad ( $S=2.5$ ), encontrando así valores muy altos de vulnerabilidad ( $v>2$ ). En otro estudio Saldaña-Ruiz (2017) en el Golfo de California encontró valores de  $P=1$  y  $S=1.71$   $V>2.06$ , siguiendo el criterio usado por estos autores (donde  $V<1.8$  se asocia a baja vulnerabilidad,  $V>1.8-2$  con moderada vulnerabilidad y  $V>2$  con alta vulnerabilidad) se denota una especie frágil a la explotación. De manera comparativa, se puede observar en la Figura 5 la alta vulnerabilidad de los elasmobranquios, en especial de los tiburones martillo, en comparación con los túnidos y pelágicos menores y mayores (Patrick et al 2009, Mendoza-Treviño et al 2014, CeDePesca 2015, Duffy y Griffiths 2017, Furlong-estrada et al 2017, Clarke et al 2018).

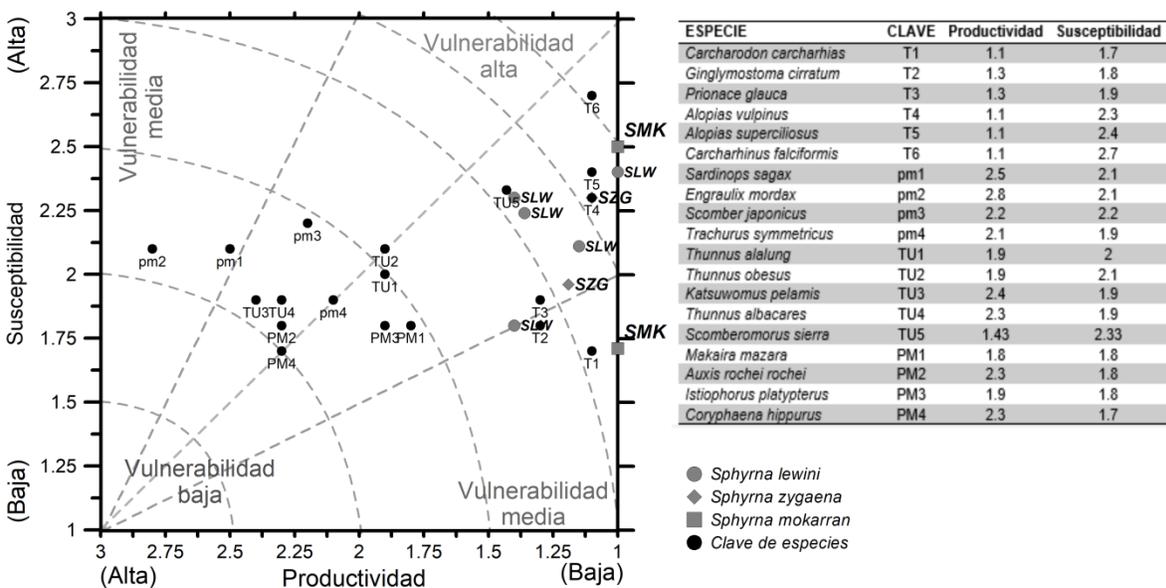


Figura 5.- Relación de productividad y susceptibilidad en los contornos de vulnerabilidad de algunas especies de peces de importancia comercial. T para tiburones, pm pelágicos menores, TU para túnidos, PM para pelágicos mayores.

Un mal generalizado es que existe un mal etiquetado de los productos pesqueros en la venta al consumidor (Jiménez-Pérez 2015). Es común que en la pesca ribereña se llegue a etiquetar desde la playa a los peces vela, marlín y espada como tiburones (observaciones personales a lo largo de litoral mexicano) y en caso de los palangreros de mediana altura y pesca de altura, ya sea dirigida o incidental es común que los tiburones se vendan como pez espada, marlín o cazón (Cruz *et al* 2011, Jiménez-Pérez 2015).

**c.1.1) Talla de captura (Reclutamiento al arte de pesca)**

La mayoría de las capturas del tiburón martillo en el Pacífico se basan en neonatos y juveniles (casi un 70 % de la biomasa de la especie), de hecho, mientras más cercana a la costa la pesca sobre juveniles es más evidente, por ejemplo, Castillo et al (2016a) en la Bahía de Vizcaíno reportaron que la talla de reclutamiento a la pesquería ribereña es de 93 cm de LT, mientras que para la pesca de mediana altura el reclutamiento a la pesquería es de 175 cm LT que también son juveniles, y los organismos más grandes son los denominados reproductores mayoritarios, es decir que son los que aportan más crías. Si hay homologías entre los tiburones martillos se espera que al igual que con *S. lewini* exista una relación de que a mayor tamaño de la madre haya un mayor número de crías, lo que podrá dañar más a la población.

### **c. 1.2) Mortalidad total (Z), por pesca (F) e índice de explotación (E)**

Son nulos los estudios donde se halla determinado Z, F y E de las poblaciones de *S. mokarran* dentro de las pesquerías mexicanas. Sin embargo, si se toma en consideración que de acuerdo con el tamaño poblacional y a las capturas de manera empírica, se podría decir que la especie está siendo sobreexplotada, y por analogía con *S. lewini* debe de tomarse en cuenta que probablemente está por arriba del 0.5 de Índice de explotación (E). Aun cuando la instauración de estrategias de explotación responsable dictadas por la NOM-029-PESC-2006, ya lleva casi ocho años su entrada en vigor aún sigue usándose las practicas erróneas en las zonas de veda temporal (Cruz et al 2011). Asimismo, debe considerarse que la Carta Nacional Pesquera del 2012, de manera general califica la pesquería de tiburones y rayas como “*aprovechada al máximo sustentable*”<sup>3</sup>.

### **c.1.3) Mercado de los productos pesqueros**

La pesca de tiburón provee de carne de buena calidad y bajo precio a las comunidades costeras y al mercado interno, dado que la carne de *S. mokarran* es magra se considera de primera calidad, por lo que se comercializa fresca, congelada, y muy probablemente también salpresada y ahumada. Los canales de comercialización de la carne de esta especie se desconocen, y quizás suceda también que esté mal etiquetada para hacerla pasar como carne de picudos o escama fina (Jiménez-Pérez 2015).

En México las aletas presentan un valor agregado en la pesquería artesanal y una venta dirigida en la pesca de mediana altura y de altura. A lo largo de la costa existe un mercado que recaba y acapara las aletas y clasificándolas en tres categorías: 1era) Aletas pectorales y dorsales de organismos grandes con buena cantidad de ceratotriquias, 2da) Aletas pectorales y dorsales de organismos medianos (150 cm LT) con una cantidad moderada de ceratotriquias y 3era) aletas pectorales y dorsales de organismos pequeños, y si son de tiburones grandes estas son delgadas con poca cantidad de ceratotriquia, incluyen las altas anales, segunda dorsal pélvicas, lóbulo inferior y aletilla del lóbulo superior de la aleta caudal, los valores actuales de las aletas en este mercado es de \$350.00, \$500.00 y \$750.00 respectivamente. En el caso de los sphyrnidos las aletas de los adultos se consideran de segunda calidad y las de juveniles y crías de tercera, generalmente no es el pescador quien aprovecha estas aletas y los tiempos de procesamiento se destinan prioritariamente a las especies de escama dado que son de mayor valor que el tiburón. Quienes se aprovechan en un 70% de las aletas son los

---

<sup>3</sup> DOF: 11/06/2018 ACUERDO por el que se da a conocer la actualización de la Carta Nacional Pesquera. Publicado el 11 de junio de 2018 para actualizar el inventario de los recursos pesqueros que se encuentran en áreas de jurisdicción Federal, que incluye el estatus de los stocks, reglamento y lineamientos, así como cuestiones técnicas y legales que sirvan para su aprovechamiento y conservación dentro del territorio mexicano. (DOF: 11/06/2018 ACUERDO por el que se da a conocer la actualización de la Carta Nacional Pesquera)

ayudantes, que recaban este producto secándolas de manera inadecua (Figura 6) hasta que llega el “acaparador”. Esto no pasa en los campamentos estrictamente tiburoneros como es el caso de Puerto Peñasco, donde los pescadores ya tienen una conciencia de captura responsable y venden la aleta solo de los organismos que arriban en la playa, cumpliendo uno de los mecanismos de conservación y pesca responsable establecidos en la NOM-029-PESC-2006.

Por otro lado, en México ya no existe una industria peletera (piel) y farmacéutica (aceite, y cartílago) para la comercialización de los subproductos pesqueros del tiburón en general y que permita disminuir la captura por carne y abrir una industria netamente familiar.



**Figura 6.-** Secado de aletas de tiburón, a la izquierda secado en un campamento tiburoneo de Puerto Chiapas a la derecha secado en un centro de recepción de productos pesqueros en Sinaloa.

### c.2) Mancha urbana

Aun cuando existe un vacío en los estudios que analicen las relaciones entre el crecimiento de la mancha urbana y el deterioro del hábitat costero, es fácil deducir que los crecimientos de la mancha urbana no programados tienden a un cambio indiscriminado del uso del suelo, es muy común que existan desarrollos urbanos en los lechos de río y orillas de lagunas donde las descargas de desechos paran en las cuencas hidráulicas de las zonas como es el caso de Acapulco, Cancún y Puerto Vallarta, actualmente la capacidad de carga de los sistemas se han visto rebasada y los residuos van a descargarse a las bahías y humedales cercanos (Cárdenas-Gómez 2016). Es conocido de manera empírica que la costa es un ecosistema frágil donde la contaminación, el cambio de suelo para desarrollos urbanos, turísticos y agropecuarios sobrepasan las capacidades de carga de los sistemas, dañando a las comunidades silvestres, donde los más afectados son aquellas especies que por sus historias de vida son más susceptibles como son los elasmobranchios (Lara-Lara *et al* 2008, Zamora –Vilchis *et al* 2018).

### **c. 3) Contaminación por mercurio y órgano clorados**

Uno de los contaminantes que más alertan a los científicos y al sector salud, es el mercurio que se bioacumula en los tejidos de los depredadores, en este caso elasmobranquios y túnidos, ya que daña las células madres del sistema nervioso de los consumidores principalmente entre las mujeres en edad reproductiva, gestantes y amamantadoras, llegando a ser mortales en dosis excesivas (Raimann *et al* 2014). Considerando que las concentraciones de mercurio máximas permitidas por la NOM-027-SSA1-1993 son de  $1\mu\text{g g}^{-1}$ , a nivel mundial solo se encontraron dos estudios uno para las costas norte de Australia con  $4.0\mu\text{g g}^{-1}$  (Lyle, 1984) y otro para la costa de Florida con un rango de 1.45 a  $2.5\mu\text{g g}^{-1}$  (Rumbold *et al* 2014). En México solo se encontraron tres estudios, dos para la costa occidental de Baja California con concentraciones de 0.16 y  $0.98\mu\text{g g}^{-1}$  (Escobar-Sánchez 2010, Maz-Courrau *et al* 2012) y otro para el Golfo de California con valores extremos de 8.28 a  $21\mu\text{g g}^{-1}$  (García-Hernández *et al* 2007)

Por lo anterior, se puede concluir que es una especie altamente susceptible a la contaminación y que resalta la necesidad de realizar los estudios para poder ver la acción directa de estos contaminantes en los tiburones y así delimitar si aumenta también la mortalidad de la especie.

### **d) Análisis pronóstico de la tendencia actualizada de la especie o población referida, de no cambiarse el estado actual de los factores que provocan el riesgo de su desaparición en México, a corto y mediano plazos.**

Desde la puesta en operación de la NOM-029-PESC-2006 SAGARPA (DOF 2007) en mayo de 2007, la pesca de crías de tiburón martillo continua como parte de la captura incidental en la pesquería ribereña. Si bien la mortalidad por pesca ha disminuido, en los casi 10 años que llevan instauradas las medidas de regulación estas no han sido respetadas ni en un 70%, reflejo de ello es que las evidencias de recuperación esperadas en los esquemas de modelación que sirvieron como base, no se vislumbran actualmente, aun con el aumento de conocimientos con que hasta la fecha se cuenta. Por tal motivo se muestra una evaluación demográfica (Caswell, 2001) y de rendimientos por recluta (Beverton y Holt 1957) actualizando los datos promedios de los parámetros de la historia de vida de la especie mencionados en los apartados anteriores, y quitando la subjetividad de la evaluación de la edad (Furlong *et al* 2015), por el ajuste a la formación de anillos de crecimiento a un anillo por año (Tabla 6), y usando los escenarios de mortalidad natural fija (M) a través de los años y una mortalidad natural diferencial para cada edad, y combinando estos con mortalidades de pesca (F) observadas

antes de la puesta en marcha de la NOM-029-pesc-SEMARNAT, con  $F=2M$ ,  $F=1.5M$ ,  $F=M$  (Tabla 7).

**Tabla 6.- Parámetros de entrada para el análisis demográfico y de rendimiento por recluta para *Sphyrna mokarran***

Parámetro	Definición	Valores de entrada
$LT_{\infty}$	Longitud infinita	308 cm LF (389 cm LT)
$k$	Tasa de crecimiento	0.11
$t_0$	Edad hipotética a $LT=0$	-2.86
PT vs LT	Relación potencial de peso longitud	$PT=1.23 \times 10^{-6} LT^{3.24}$
<b>M (Peterson y Wroblewski 1984)</b>	Mortalidad natural diferencial según el peso	$M=0.6 * PT^{-0.288}$
<b>M cte</b>	Mortalidad natural promedio	0.16
<b>Longevidad</b>	Edad máxima estimada	47 años
$L_{max}$	Longevidad máxima observada	380 cm
$E_{max}$	Edad máxima estimada	50 años
$LT_{\alpha}$	Longitud de madurez en hembras	250 cm
$t_{\alpha}$	Edad de madurez en hembras	7 años
$M_i$	Fecundidad en hembras hijas	15
<b>F</b>	Mortalidad por pesca promedio nacional	0.0149
$t_{pc}$	Edad de primera captura	3.2 años (150 cm)
$t_r$	Edad de reclutamiento	7.6 años (211 cm)

Se determinaron los parámetros demográficos de acuerdo a la matriz de Leslie (Caswell 2001) y se obtuvo el potencial de recuperación (Au y Smith 1997) como un indicador de recuperación de la población a la presión de pesca (resiliencia), el cual puede ser categorizado como baja ( $r_{2M} < 0.04$ ), media ( $r_{2M} = 0.04-0.07$ ) o alta ( $r_{2M} > 0.08$  Smith et al. 1998, Furlong et al 2015). Los resultados en el escenario con una  $M$  constante (0.16) muestran a una especie de mediana resiliencia, sin embargo, al ser evaluada con el escenario de  $M$  variable ontogénicamente, la especie se muestra extremadamente vulnerable ( $r_{2M} = -0.188$ ), aun cuando en el escenario de una mortalidad fija su aparente resiliencia es alta ( $r_{2M}=0.08$ ) (Tabla 7), también se denota que la porción de la población más vulnerable es el de los individuos mayores a un año a preadultos ( $>830$  a  $< 250$  cm LT) ( $e_{p 2,\alpha-1} = 56$  a  $59$  %). Las esperanzas de vida de los recién nacidos son 4.6 años en escenario de  $M$  constante y 5.8 años en un escenario con  $M$  variable, y la esperanza de vida para los reproductores es de casi 6 años en ambos casos.

Tabla 7.- Resumen de los parámetros demográficos en poblaciones vírgenes de *Sphyrna mokarran*

Parámetro	Definición	Escenario M=0.16	Escenario M diferencial a la edad
$\bar{F}$	Fecundidad promedio (solo hembras)	15	15
$r$	Tasa instantánea de crecimiento poblacional	0.33	0.216
$\lambda$	Tasa intrínseca de crecimiento	1.29	1.33
$R_0$	Tasa reproductiva (hijas hembras)	23.46	19.24
$T$	Tiempo generacional	8.5	8.9
$T_{x2}$	Tiempo de duplicidad de la población	2.19	2.5
$r_{2M}$	potencial de recuperación	-0.188	0.083
$e_0^0$	Esperanza de vida al nacer	5.8 años	4.6 años
$e_\infty^0$	Esperanza de vida en la madurez	5.8	6.2 años
$E_{maxV}$	Edad del máximo Valor reproductivo	40	38
$e_{fj1}$	Elasticidad de fecundidad en el primer año	0%	0%
$e_{f2,\alpha-1}$	Elasticidad de fecundidad en juveniles (a= madurez)	0%	0%
$e_{fj,E_{maxV}}$	Elasticidad de fecundidad en reproductores	11.8%	11.3%
$e_{fS}$	Elasticidad de fecundidad en seniles	$9.15 \times 10^{-9}\%$	$2.27 \times 10^{-7}\%$
$e_{pj1}$	Elasticidad de sobrevivencia en el primer año	0.12%	11.3%
$e_{p2,\alpha-1}$	Elasticidad de sobrevivencia en juveniles	58.97%	56.5%
$e_{pj,E_{maxV}}$	Elasticidad de sobrevivencia en reproductores	17.4%	20.9%
$e_{pS}$	Elasticidad de sobrevivencia en seniles	$9.15 \times 10^{-9}\%$	$4.04 \times 10^{-7}\%$

La simulación de escenarios pesqueros en la demografía muestra que una vez que la mortalidad por pesca (F) rebasa al triple la mortalidad natural (M), la población decrece (valores de  $T_{x2}$  negativos) (Tabla 8), debido a la poca densidad poblacional de esta especie, la mortalidad por pesca es un parámetro no evaluado actualmente, de manera preventiva se espera que esta sea igual a la mortalidad por pesca, esto realza la importancia de que se asegure que las medidas de la NOM-029-PESC-

SAGARPA deben de ser garantizadas en un 100% de su cumplimiento, y que se considere la inclusión en la NOM-059-ECOL para una mejor gobernanza.

Tabla 8.- Resumen de los parámetros demográficos en poblaciones vírgenes de *Sphyrna mokarran*

Escenarios		Parámetros demográficos				
Edad de primera captura	Mortalidad de pesca	r	Ro	$e_0^0$	$e_\infty^0$	$T_{x2}$
$E_{pc}=3.2 (< 150 \text{ cm LT})$	F=M=0.188	0.207	6.05	4.3	2.2	3.33
	F=1.5M=0.282	0.148	3.5	4	1.7	4.7
	F=2M=0.376	0.089	2.07	3.8	1.3	7.8
	F=3M=0.564	-0.029-	0.79	3.6	0.9	-24.2

El único escenario pesquero con datos duros lo presentaron Castillo Géniz et al (2016) para el Pacífico, con una longitud de reclutamiento de 150 cm de LT y una longitud de captura de 211 cm de LT, usando estos datos, el Y/R máximo es de 30.11 kg/recluta con F=0.8 (Figura 7), escenario que esta fuera de consideración por ser 4.25 veces la mortalidad natural (M=0.188), lo que llevaría a la especie al colapso en un mediano plazo. El escenario más viable para establecer una pesca sostenible es las capturas en su actual estado y estandarizar estas tallas en los lugares donde no se cumplan dichos parámetros.

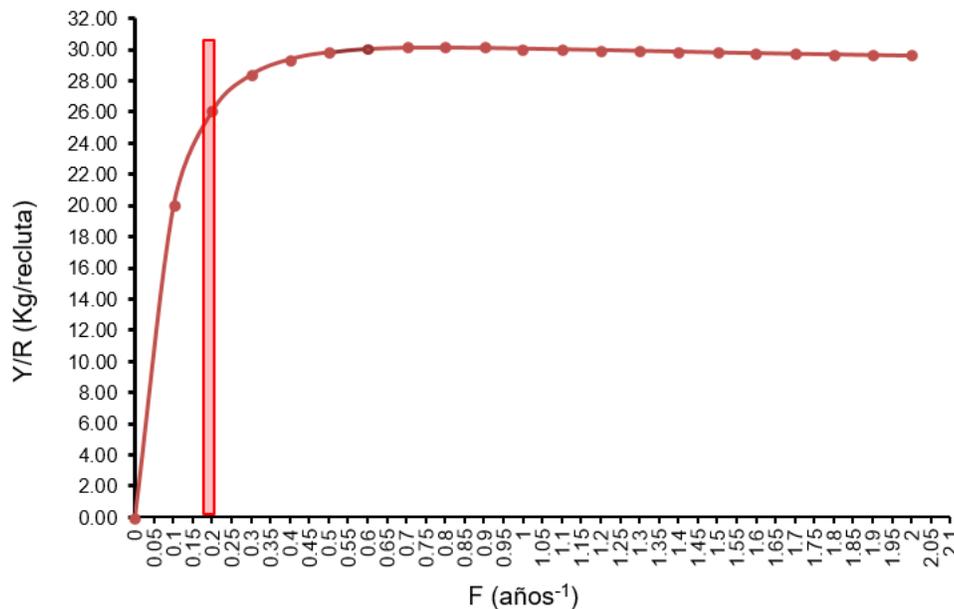


Figura 7.- Escenarios de rendimiento por recluta (Y/R) para *Sphyrna mokarran* en distintos escenarios de Longitud de captura (LTC) y mortalidad por pesca (F), la barra amarilla muestra el posible valor de la actual F, y la barra rosa los niveles de F en un posible mejor escenario pesquero.

**e) Consecuencias indirectas de la propuesta. Describa las acciones que debería tomar la autoridad como consecuencia de la propuesta de la especie o población en cuestión. En particular:**

En el caso de la inclusión de los tiburones martillo a la NOM-059, se identifican tres opciones para su regulación:

**a. Describa la acción específica: La inclusión de los tiburones martillo a la NOM-059, implica que el aprovechamiento de estas especies, debe darse en el marco de las disposiciones de la Ley General de Vida Silvestre y su Reglamento, entre las que se identifican las siguientes propuestas:**

1. La SEMARNAT, podrá expedir permisos para el aprovechamiento extractivo de los tiburones martillo. Para ello, deberá establecer tasas de aprovechamiento, con base en un estudio de poblaciones y un plan de manejo, que presenten los interesados o, en su caso, elabore la propia SEMARNAT, en el que se demuestre que las tasas solicitadas son menores a la de renovación natural de las poblaciones sujetas a aprovechamiento, y que no tendrá efectos negativos sobre las poblaciones.. Asimismo, las tasas de aprovechamiento deberán tomar en consideración los volúmenes de captura de las flotas, durante los últimos cinco años, con el propósito de determinar el nivel óptimo desde el punto de vista ecológico y socioeconómico.

El plan de manejo referido en el párrafo anterior, deberá contener criterios, medidas y acciones para el desarrollo de dicha población en su hábitat natural, así como para contrarrestar los factores que han llevado a disminuir sus poblaciones o deteriorar sus hábitats.

2. Así también, para el otorgamiento de permisos de aprovechamiento extractivo de tiburones martillo, se deberán establecer tallas mínimas, a fin de evitar lo más posible, la captura de neonatos y juveniles, y prohibir la captura de hembras preñadas, ya que con ello se reduce la posibilidad de recuperación de las especies de Shpyrnidos.

3. De conformidad con la información científica disponible, derivada de los estudios de poblaciones y tomando en consideración la información generada sobre la captura incidental de tiburones martillo, la SEMARNAT en coordinación con la CONAPESCA/INAPESCA, podrá establecer también límites permisibles de captura incidental de tiburones martillo, para cada una de flotas, Se recomienda, que dichos límites de captura incidental se establezcan en número de ejemplares y no en peso, para tener un mayor control y evitar prácticas que han

favorecido la sobre-explotación de la especie. Dichos límites de captura incidental deben también tomar en cuenta las artes de pesca utilizadas.

4. Asimismo, a fin de proteger las áreas o zonas de avivamiento y crianza, con base en la información científica disponible, la SEMARNAT podrá determinar áreas de no pesca, existiendo dos esquemas para ello: las áreas de refugio para la protección de especies acuáticas, previstas en la Ley General de Vida Silvestre, o la de zonas de refugio pesquero previstas en la Ley General de Pesca y Acuacultura Sustentables.

**b. Explique la manera en que contribuiría a solucionar la problemática identificada**

Dada la situación que enfrentan las poblaciones de los tiburones martillo, así como las amenazas que estos enfrentan y que se describen en el MER, su inclusión en la NOM-059-SEMARNAT-2010, permitirá que su aprovechamiento se dé en el marco de la regulación de la vida silvestre, promoviendo de esta manera orientar la pesquería hacia la sustentabilidad, en el mediano y largo plazos.

**c. Si existen otras acciones regulatorias vigentes directamente aplicables a la problemática identificada de la especie, explique porqué son insuficientes:**

A la fecha, se encuentran vigentes la Ley General de Pesca y Acuacultura Sustentables, la norma oficial mexicana NOM-029-PESC-2007, los acuerdos por los que se establece la época y zonas de veda de diversas especies, sin embargo estos han sido insuficientes ya que no están dirigidos específicamente a las especies *S. lewini*, *S. zygaena* y *S. mokarran*, ni han incidido en reducir o eliminar la presión de la pesca sobre los neonatos, juveniles ni hembras preñadas, haciendo más difícil la recuperación de las especies.

**f) Análisis de costos. Identifique los costos y los grupos o sectores que incurrirían en dichos costos de ser aprobada la propuesta (por ejemplo, costos de capital, costos de operación, costos de transacción, costos de salud, medio ambiente u otros de tipo social); señale su importancia relativa (alta, media, baja) y de ser posible, cuantifíquelo.**

Los costos de implementación de la regulación que se deriva de la incorporación de los tiburones martillo a la NOM-059 y la SEMARNAT desarrolle una batería de instrumentos para su regulación” implica que los agentes regulados tendrán que someter a la consideración de la autoridad una

propuesta de tasa de aprovechamiento con base en los resultados del estudio de poblaciones y el plan de manejo que éstos deben elaborar.

**g) Análisis de beneficios. Identifique beneficios y los grupos o sectores que recibirían dichos beneficios (consecuencias positivas que ocurrirían) de ser aprobada la propuesta; señale su importancia relativa (alta, media, baja) y de ser posible, cuantifíquelo.**

Dada la situación de las poblaciones de los tiburones martillo, así como las amenazas que estos enfrentan, se estima que su inclusión en la NOM-059, dará elementos necesarios a la autoridad para establecer medidas y regulaciones técnicas que orienten la pesquería hacia la sustentabilidad.

Por otro lado, imponer límites al aprovechamiento extractivo de neonatos, juveniles y hembras preñadas contribuirá a incrementar el reclutamiento y, dadas las características biológicas de la especie, en el mediano plazo recuperar sus poblaciones. Se estima que, si se protege a *S. lewini*, por efecto sombrilla se estaría protegiendo también *S. zygaena* y *S. mokarran*, e incluyendo a otros depredadores como son los pargos, meros y cabrillas, especies que por su importancia ecológica son prioritarios en la salud de los ecosistemas

En la cuestión pesquera, el pescar animales de mayor talla aumenta la biomasa comercializable, generando un incremento en las ganancias, la conservación de las áreas de crianza mantendría también un semillero de nuevos reclutas a la parte adulta, que se traduce en nuevos individuos pescables, la regulación de especies de menor valor económico y que demás ecológicamente hablando son consideradas oportunista se vería controlado a límites bajos evitando llenar las capturas con especies que va a ser descartadas como fauna de acompañamiento.

Por otro lado, al mantener a los neonatos y juveniles de estas especies en niveles de recuperación poblacional, estos mantendrán el control de sus presas, entre ellas pequeñas rayas y bagres, que han visto su aumento en las playas turísticas, siendo un beneficio directo a la industria turística, toda vez que los bañistas pueden caminar más seguros a media agua.

**h) Una propuesta general de medidas de seguimiento de la especie, aplicables para la inclusión, cambio o exclusión que se solicita.**

A efecto de dar seguimiento a los resultados que derivan de la aplicación de las regulaciones para especies en riesgo, se proponen las siguientes medidas de seguimiento:

- Programas locales para apoyo a la reconversión productiva (Secretaría de Turismo).

- Aumentar la vigilancia en las áreas de crianza ya identificadas y determinar otras áreas críticas para la especie, en colaboración con el INAPESCA e instituciones de investigación y educación superior
- Revisar nuevas tecnologías de pesca en colaboración con el INAPESCA y otras instituciones de educación superior y el sector productivo a fin de reducir la captura incidental.
- Implementar un programa de etiquetado correcto de productos pesqueros en los mercados (Pérez-Jiménez 2015)
- Revisar la sobrevivencia a la liberación después de la captura (*sensu* Corgos y Rosende, 2014), a fin de establecer tallas mínimas de captura.
- Establecer cuotas de captura, tallas mínimas de captura e incentivar programas de aprovechamiento integral para los productores que poseen permisos de pesca de tiburón.
- Diseñar e implementar talleres de capacitación y sensibilización de la población en zonas costeras y productores sobre la importancia de aprovechar de manera sustentable el recurso.
- Diseñar un programa de certificación de productos pesqueros.

**i) Referencias de los informes y/o estudios publicados que dan fundamento teórico y sustento relativo al planteamiento que se hace sobre la especie o población.**

- Anislado-Tolentino V. (2008). Demografía y pesquería del tiburón martillo, *Sphyrna lewini*, (Griffith y Smith, 1834) (Pisces: Elasmobranchii) en dos provincias oceanográficas del Pacífico mexicano. Tesis Doctorado en Ciencias ICMyL-UNAM. 252 p.
- Anislado-Tolentino V. y C Robinson-Mendoza. (2001). Edad y crecimiento del tiburón martillo *Sphyrna lewini* (Griffith y Smith 1834) en el Pacífico Central de México. *Ciencias Marinas* 27(4): 501- 520.
- Barker AM, BS Frazier, DM Bethea, JR Gold y DS Portnoy. (2017). Identification of young-of-the-year great hammerhead shark *Sphyrna mokarran* in northern Florida and South Carolina. *Journal of Fish Biology*. doi:10.1111/jfb.13356, available online at wileyonlinelibrary.com
- Benítez, H., López, G. y Rivera-Téllez, E. (Comps.). 2015. Taller de Evaluación de Productividad, Susceptibilidad y Manejo de tiburones mexicanos listados en el Apéndice II de la CITES. Informe de Resultados - Comisión Nacional Para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), México, D.F.
- Beverton RJH y SJ Holt., (1956). A Review of methods for estimating mortality rates in fish populations with special references to sources of bias in catch sampling. *Rapp. P. V. Réun. Cons. Int. Explor. Mer.* 140: 67-83
- Beverton RJH y SJ Holt., (1957). On the dynamics of exploited fish populations. *Fish. Invest. Ser.2.* (19): 1-533.

- Branstetter S. D. (1987). Age, growth and reproductive biology silky shark, *Carcharhinus falciformis* and scalloped hammerhead, *Sphyrna lewini*, from the northwestern Gulf of Mexico. *Environmental Biology of Fishes*. 19(3): 161-173
- Cadenat J. y J Blache. (1981). Requins de Méditerranée et d' Atlantique (plus particulièrement de la Côte Occidentale d'Afrique). Ed. OSTROM, Faune Tropicale (21).
- Camhi M. y J Musick. (1998). Sharks suffer from an identity crisis. *Current* 14: 16-21.
- Cárdenas Gómez EP. (2016). Crecimiento y planeación urbana en Acapulco, Cancún y Puerto Vallarta (México). *Revista Investigaciones Turísticas*, (12), pp. 99-120 ISSN: 2174-5609 DOI. <http://dx.doi.org/10.14198/INTURI2016.12.05>
- Castillo-Géniz JL. CJ Godínez-Padilla, I Ortega-Salgado y HA Ajás Terriquez. (2016a). La importancia pesquera de los tiburones incluidos en el Apéndice ii de la citas en aguas de México. Litoral del Pacífico Costa occidental de Baja California. In JL Castillo-Géniz y J Tovar-Ávila (Eds). *Tiburones mexicanos de importancia pesquera en la citas*. Capítulo 2 29-36 pp. Instituto Nacional de la Pesca, México.
- Castro IJ. (1993). The Sharks nursery of Bulls Bay, South Carolina, with a review of the shark nurseries of Southeastern coast of the United States. *Env. Biol. Fish.* (38): 37- 48.
- Castro-Aguirre JL, H Espinosa-Pérez y JJ Schmitter-Soto. (1999). *Ictiofauna Estuarino –Lagunar y Vicaria de México*. Limusa SA de CV. México. 634 p
- Caswell H., (2001). *Matrix population models*. Sinauer Associates, Inc., Sunderland Massachusetts.
- Clarke TM, M Espinoza, R Romero Chaves y IS Wehrmann. (2018). Assessing the vulnerability of demersal elasmobranchs to a data-poor shrimp trawl fishery in Costa Rica, Eastern Tropical Pacific. *Biological Conservation* 217: 321–328
- CeDePesca. (2015). La pesquería de pequeños pelágicos de Panamá, evaluación poblacional y recomendaciones para un plan de manejo. CeDePesca-Autoridad de los Recursos Acuáticos de Panamá y Promarina SA.
- Compagno, L.J.V., 1984. *FAO Species Catalogue*. Vol. 4. Sharks of the world. An annotated and illustrated catalogue of shark species known to date. Part 2 - Carcharhiniformes. *FAO Fish. Synop.* 125(4/2):251-655. Rome: FAO.
- Compagno LJV. (1990). Alternative life history of cartilaginous fishes in time and space. 33- 75 *In*: Bruton Michel N. (Guest Ed.) y Balon Eugene K. (Series Ed.). *Alternative life-history styles of fishes*. *Developments in Environmental Biology of Fishes* 10. Reprinted from *Env. Biol. Fish.* 28(1-4) 1990: with addition of species and subject index. Netherlands. 327 p.
- Compagno LJV. (2001). *Sharks of the world. An annotated and illustrated catalogue of shark species known to date*. Vol. 2. Bullhead, mackerel, and carpet sharks (Heterodontiformes, Lamniformes, and Orectolobiformes). *FAO Species Catalogue for Fishery Purposes*. No. 1, vol.2. Rome, FAO. 2001. 269 p.

- Cortés, E., 1999. Standardized diet compositions and trophic levels of sharks. *ICES J. Mar. Sci.* 56:707-717.
- Cortés E. (2000). Life history patterns and correlations in sharks. *Reviews in Fisheries*
- Cruz A., SR. Soriano, H Santana, CE Ramírez y JJ Valdez. (2011). La pesquería de tiburones oceánicos-costeros en los litorales de Colima, Jalisco y Michoacán. *Revista Biología Tropical.* 59 (2): 655-667.
- Del Moral–Flores LF, JJ Morrone, J Alcocer Durand, H Espinosa–Pérez y G Pérez–Ponce De León. (2015). Listado anotado de los tiburones, rayas y quimeras (Chondrichthyes, Elasmobranchii, Holocephali) de México. *Arxius de Miscel·lània Zoològica*, 13: 47–163.
- Duffy L. y S Griffiths. (2017). Resolución de redundancia potencial de atributos de productividad para mejorar las evaluaciones de riesgos ecológicos. Comisión Interamericana Del Atún Tropical. Comité Científico Asesor Octava Reunión. La Jolla, California (EE.UU.) 8-12 de mayo de 2017. Documento SAC-08-07c
- Ebert DA, S Fowler, L Compagno y M Dando. (2013). *Sharks of the World: A Fully Illustrated Guide.* Wild Nature Press, Plymouth
- Fourmanoir P. (1961) Requins de la cote ouest de Madagascar. *Mémoires de l'Institut Scientifique de Madagascar. Série F. Océanographie*, 4: 1–81, Pls. 1–18
- Furlong-Estrada E, E Ríos-Jara y J Tovar-Ávila. (2014). Evaluación de riesgo ecológico de la pesca artesanal para los tiburones capturados en la entrada del Golfo de California. *Hidrobiológica* 24: 83-97.
- Furlong-Estrada E, F Galván-Magaña y J Tovar-Ávila. 2017. Use of the productivity and susceptibility analysis and a rapid management risk assessment to evaluate the vulnerability of sharks caught off the west coast of Baja California Sur, Mexico. *Fisheries Research* 194 (2017): 197–208
- Gallagher AJ, N Hammerschlag, DS Shiffman y ST Giery. (2014). Evolved for Extinction: The Cost and Conservation Implications of Specialization in Hammerhead Sharks. *BioScience* 64: 619–624.
- Guttridge TL, Van Zinnicq Bergmann MPM, Bolte C, Howey LA, Finger JS, Kessel ST, Brooks JL, Winram W, Bond ME, Jordan LKB, Cashman RC, Tolentino ER, Grubbs RD and Gruber SH (2017) Philopatry and Regional Connectivity of the Great Hammerhead Shark, *Sphyrna mokarran* in the U.S. and Bahamas. *Front. Mar. Sci.* 4:3. doi: 10.3389/fmars.2017.00003
- Gilbert. RC. (1967). A Revision of Hammerhead Sharks (Family Sphyrnidae). *Procc.Us.Nat.Mus.* (119) (3539): 1-88.
- Gulak SJB, AJ de Ron Santiago y JK Carlson. 2015. Hooking mortality of scalloped hammerhead *Sphyrna lewini* and great hammerhead *Sphyrna mokarran* sharks caught on bottom longlines. *African Journal of Marine Science* 2015, 37(2): 267–273
- Guttridge TL, MPM Van Zinnicq Bergmann, C Bolte, LA Howey, JS Finger, ST Kessel, JL Brooks, W Winram, ME Bond, LKB Jordan, RC Cashman, ER Tolentino, RD Grubbs y SH Gruber. (2017)

Philopatry and Regional Connectivity of the Great Hammerhead Shark, *Sphyrna mokarran* in the U.S. and Bahamas. *Front. Mar. Sci.* 4:3. doi: 10.3389/fmars.2017.00003

- Hammerschlag N, AJ Gallagher, DM Lazarre y C Sloni. (2011). Range extension of the Endangered great hammerhead shark *Sphyrna mokarran* in the Northwest Atlantic: preliminary data and significance for conservation. *ENDANGERED SPECIES RESEARCH*. 13: 111–116. doi: 10.3354/esr00332
- Harry AV, WG Macbeth, AN Gutteridge y CA Simpfendorfer. (2011). The life histories of endangered hammerhead sharks (Carcharhiniformes, Sphyrnidae) from the east coast of Australia. *J. Fish Biol.* 78, 2026–2051.
- Heupel M y C Simpfendorfer. (2002). Estimation of mortality of juvenile blacktip sharks, *Carcharhinus limbatus*, with a nursery area using telemetry data. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 59: 624–632.
- Heupel M, J Carlson J y C Simpfendorfer. (2007). Shark nursery areas: Concepts, definition, characterization and assumptions. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 337: 287–297.
- Hobday A J, ADM Smith, IC Stobutzki, C Bulman, R Daley, JM Dambacher, RA Deng, J Dowdney, M Fuller, D Furlani, SP Griffiths, D Johnson, R Kenyon, IA Knuckey, SD Ling, R. Pitcher, KJ Sainsbury, M Sporcic, T Smith, C Turnbull, TI Walker, SE Wayte, H Webb, A Williams, BS Wise y S Zhou. (2011). Ecological risk assessment for the effects of fishing. *Fisheries Research* 108(2-3): 372–384.
- Jiao Y, E Cortés y K Andrews. 2011. Poor-data and data-poor species stock assessment using a Bayesian hierarchical approach *Ecological Applications*, 21(7), 2011, pp. 2691–2708
- Jiménez- Pérez AA. (2015). Genética forense aplicada a la identificación de tiburones en productos marinos mal etiquetados en mercados locales de la península de Baja California. Tesis Biología Marina. Universidad Autónoma de Baja California Sur. 59p
- Landgrave R y P Moreno-Casasola. (2012). Evaluación cuantitativa de la pérdida de humedales en México. *Investigación ambiental*. 4 (1): 19-35
- Lara-Lara JR, JA Arreola Lizárraga, LE Calderón Aguilera, VF Camacho Ibar, G de la Lanza Espino, A Ma Escofet Giansone, MI Espejel Carbajal, M Guzmán Arroyo, LB Ladah, M López Hernández, EA Meling López, P Moreno Casasola Barceló, H Reyes Bonilla, E Ríos Jara y JA Zertuche González. (2008). Los ecosistemas costeros, insulares y epicontinentales Cap 4. Arenas Fuentes V, S Contreras Balderas y R Millán Núñez (Eds) In *Capital natural de México*, vol. I: Conocimiento actual de la biodiversidad. CONABIO, México, pp. 109-134.
- Lim DD, PM Motta, K Mara y AP. Martin. (2010). Phylogeny of hammerhead sharks (Family Sphyrnidae) inferred from mitochondrial and nuclear genes. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 55 (2010) 572–579
- Lyle JM. (1984). Mercury Concentrations in Four Carcharhinid and Three Hammerhead Sharks from Coastal Waters of the Northern Territory. *Aust. J. Mar. Freshw. Res.*, 1984, 35, 441-451

- Mendoza-Treviño A, JC Pérez-Jiménez, I Méndez-Loeza y NH Sálazar-Cu. (2014). Evaluación de riesgo ecológico por efectos de la pesca del tiburón martillo *sphyrna lewini* (Griffith & Smith, 1834) en el sur del Golfo de México. VI Simposium Nacional de Tiburones y Rayas. 07 al 12 de abril de 2014, Mazatlán, Sin
- Morales-Muñiz A. (2008). De los peces a las redes. *Archaeobios*. 2: 40-63.
- Musick J. A. (1999). Criteria to define extinction risk in marine fishes. *Fisheries*. 24 (12): 6-14.
- NMFS (2015). 2015 Stock assessment and fishery evaluation (SAFE) report for Atlantic Highly migratory species. NOAA Fisheries, US. Department of Commerce, Silver Spring, MD.
- OAS (2017). Guía práctica sobre la CITES y los medios de subsistencia: Estudio de caso: Efectos de la aplicación de la decisión de inclusión de especies de tiburón martillo en CITES sobre los medios de subsistencia de las comunidades rurales pobres: Uso del tiburón martillo en Puntarenas, Costa Rica / [Publicado por el Departamento de Desarrollo Sostenible de la Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos/ Organization of American States. Department of Sustainable Development]. p. : ill. ; cm. (OAS. Documentos oficiales; OEA/Ser.D/XXIII.25.3) ISBN 978-0-8270-6520-8
- Padilla y Sotelo LS. (2000). La población en la región costera de México en la segunda mitad del siglo XX. *Investigaciones geográficas*, (41), 81-95. Recuperado en 04 de junio de 2018, de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0188-46112000000100006&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-46112000000100006&lng=es&tlng=es)
- Passerotti MS, JK Carlson, AN Piercy y SE Campana. (2010). Age validation of great hammerhead shark (*Sphyrna mokarran*), determined by bomb radiocarbon analysis. *Fish. Bull.* 108, 346– 351
- Patrick, W. S., P. Spencer, O. Ormseth, J. Cope, J. Field, D. Kobayashi, T. Gedamke, E. Cortés, K. Bigelow, W. Overholtz, J. Link, y P. Lawson. 2009. Use of productivity and susceptibility indices to determine stock vulnerability, with example applications to six U.S. fisheries. U.S. Dep. Commer., NOAA Tech. Memo. NMFS-F/SPO-101, 90 p.
- Pérez-Jiménez JC. (2014). Historical records reveal potential extirpation of four hammerhead sharks (*Sphyrna* spp.) in Mexican Pacific waters. *Rev Fish Biol Fisheries* DOI 10.1007/s11160-014-9353-y
- Piercy AN, JK Carlson y MS Passeroti. 2010. Age and growth of the hammerhead shark, *Sphyrna mokarran*, in the north-western Atlantic Ocean and Gulf of México. *Marine and Freshwater Research*. 61: 992-998.
- Quattro JM, WB Driggers, JM Grady, GF Ulrich y MA Roberts. (2013). *Sphyrna gilberti* sp. nov., a new hammerhead shark (Carcharhiniformes, Sphyrnidae) from the western Atlantic Ocean. *Zootaxa* 3702 (2): 159–178
- Raimann X, L Rodríguez O, P Chávez y C Torrejón. (2014). Mercurio en pescados y su importancia en la salud. *Rev Med Chile*. 142: 1174-1180
- Roberts CM. (1997). Ecological Advice for the Global Fisheries Crisis. *Trends Ecol. Evol.* 12: 35-38

- Roemer RP, AJ Gallagher y N Hammerschlag. (2016). Shallow water tidal flat use and associated specialized foraging behavior of the great hammerhead shark (*Sphyrna mokarran*). Marine and Freshwater Behaviour and Physiology. <http://dx.doi.org/10.1080/10236244.2016.1168089>
- Rumbold D, R Wasno, N Hammerschlag y A Volety. (2014). Mercury accumulation in sharks from the coastal waters of Southwest Florida. Arch Environ Contam Toxicol. DOI 10.1007/s00244-014-0050-6
- Rüppell, W.P.E.S.E. (1835). *Fische des Rothen Meeres*, Frankfurt am Main
- SAGARPA. (2007). Norma oficial mexicana NOM-029-PESC-2006, pesca responsable de tiburones y rayas. Especificaciones para su aprovechamiento. Diario oficial de la Federación. Miércoles 14 de febrero de 2007. Primera sección. 44p
- SECRETARIA DE SALUD. (1993). NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-027-SSA1-1993, bienes y servicios. productos de la pesca. pescados frescos-refrigerados y congelados. especificaciones sanitarias. Diario oficial de la Federación.
- SECRETARÍA DE SALUD. (1995). NOM-031- SSA1-1993. Bienes y Servicios. Productos de la pesca. Moluscos bivalvos frescos, refrigerados y congelados. Especificaciones Sanitarias. México, D. F. Disponible en: <http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/031ssa13.html>. Última consulta: 30 de enero de 201
- SEMARNAT (2010). Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2010, Protección Ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio- Lista de especies en riesgo. *Diario Oficial de la Federación*. 2da ed. 2da sección: 1-77
- Soriano-Velásquez SR, DE Acal-Sánchez, JL Castillo-Géniz, N Vázquez-Gómez, CE Ramírez-Santiago. (2006). Tiburón del Golfo de Tehuantepec. En: F Arreguín-Sánchez, L Beléndez-Moreno, I Méndez Gómez-Humarán, R Solana-Sansores, C Rangel Dávalos (eds.). Sustentabilidad y pesca responsable en México. Evaluación y manejo. SAGARPA Instituto Nacional de la Pesca, México. pp: 323-360
- Springer S. (1967). Social organization of shark population. In: Gilbert. P. W., R. F. Mattheewson., y D. Rall., (Eds). *Sharks, Skates and Rays*. The Johns Hopkins Press Baltimore, Maryland. 624 p.
- Stevens JD y JM Lyle. (1989). Biology of the three hammerhead sharks (*Eusphyrna blochii*, *Sphyrna mokarran* and *S. lewini*) from northern Australia. Australian Journal of Marine and Freshwater Research. 40: 129-146.
- Stevens JD, R. Bonfil, NK Duluy, y PA Walker. (2000). The effects of fishing on sharks, rays and chimeras (Chondrichthyans), and the implications for marine ecosystems. ICES J. Mar. Sci. 57: 476-494.
- Strong Jr WR, FF Snelson y SH Gruber. (1990). Hammerhead shark predation on stingrays: an observation of prey handling by *Sphyrna mokarran*. Copeia:836-840.

- Tovar-Ávila J y R Gallegos-Camacho. 2014. Oldest estimated age for *Sphyrna mokarran* (Carcharhiniformes: Sphyrnidae) in the Mexican Pacific. *Hidrobiológica* 24 (2): 163-165.
- Tovar-Ávila J, E Furlong-Estrada, JL Castillo-Géniz. (2016). Evaluación de riesgo ecológico por efectos de las pesquerías de tiburón mexicanas para las especies incluidas en el Apéndice ii de la citas. In JL Castillo-Géniz y J Tovar-Ávila (Eds). *Tiburones mexicanos de importancia pesquera en la citas*. Capítulo 1 17-28 pp. Instituto Nacional de la Pesca, México.
- Wourms JP. (1981). Viviparity: The maternal-fetal relationship in fishes. *AM. Zool.* 21: 473-515
- Yáñez-Arancibia, A. y R. Nugent. (1977). El papel ecológico de los peces en estuarios y lagunas costeras. *An. Centro Cien. Mar Limnol. Univ. Nal. Auton. México*, 4: 107-117.
- Zamora-Vilchis I, Ma P Pilar Blanco-Parra, DN Castelblanco-Martínez y CA Niño-Torres. (2018). Efectos antropogénicos sobre las poblaciones de megafauna acuática del caribe mexicano: una revisión del estado del arte. In: Ramírez-Bautista A. y R Pineda-López (Eds) *Ecología y Conservación de Fauna en Ambientes Antropizados. Red Temática Biología, Manejo y Conservación de Fauna Nativa en Ambientes Antropizados (REFAMA)- Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT)- Universidad Autónoma de Querétaro (UAQ)*. 5-21

## MATERIAL WEB

Reviewed distribution maps for *Sphyrna mokarran* (Great hammerhead), with modelled year 2100 native range map based on IPCC A2 emissions scenario. [www.aquamaps.org](http://www.aquamaps.org), version of Aug. 2016. Web. Accessed 18 Jun. 2018.

### j) Ficha resumen de la información anterior

**Nombre científico:** *Sphyrna zygaena* (Linnaeus, 1758)

**Categoría propuesta:**  
Peligro de extinción

**Distribución:** 23 % de territorio nacional en el Pacífico y Golfo de México

**Diagnóstico:** Especie cuya densidad, abundancia, diversidad genética y estructura se encuentra en peligro por la sobre-explotación pesquera debido a la captura de crías y a los cambios antropizantes de su hábitat. Es altamente dependiente de su hábitat presentando filopatría a sus áreas de crianza en las zonas costeras, estos tiburones están considerados en peligro crítico por la IUCN e incluidos en CITES. La problemática pesquera, la destrucción de su hábitat aunado a la contaminación de los mares, ha mermado sus poblaciones e incluso envenenado su carne por la acumulación de mercurio llevando a esta especie en el colapso de sus poblaciones.

Su importancia ecológica como depredador tope es alta, ya que la disminución de este tiburón, y de algunas otras especies más, han provocado el desequilibrio trófico de las comunidades marinas, donde las especies oportunistas de mayor capacidad como depredador al ser omnívoras aumentan sus densidades poblacionales disminuyendo las poblaciones de especies suntuarias como son los camarones, langostas y peces denominados de escama fina, estas especies oportunistas son de menor valor económico que el de sus depredadores, por lo que el regular la explotación de los tiburones martillos mediante su inclusión a la NOM-059-ECOL en calidad de **Protección especial** permitirá la recuperación de la población a niveles mínimos aceptables para una explotación sustentable basada en los mejores indicadores ecológicos y por ende mejorar la salud del ecosistema marino.

**Total MER:** 12

Criterio A: 2

Criterio B: 3

Criterio C: 3

Criterio D: 4

**Responsables de la propuesta:** Nombre: Dr. Vicente Anislado Tolentino

**Domicilio:** Boulevard del Cimatario 439. Col Constelación. Querétaro. México. CP 76087

**Teléfono:** 01 (42) 623 7563.

**Fax:** NA

**Correo electrónico:** [anislado@gmail.com](mailto:anislado@gmail.com)

**Institución Proponente:** *Pelagios Kakunja A.C.* Cuauhtémoc 155, entre Francisco I. Madero y Belisario Domínguez, Colonia Pueblo Nuevo, La Paz Baja California Sur, México. C.P. 23060. Teléfono: 01(612) 122 6001.

**Director general:** *Dr. Mauricio Hoyos Padilla, Co Director: James Ketchum Mejia*

**Correo electrónico:** [mauricio@pelagioskakunja.org](mailto:mauricio@pelagioskakunja.org); [james@pelagioskakunja.org](mailto:james@pelagioskakunja.org)

## METODO DE EVALUACION DEL RIESGO DE EXTINCION DE LAS ESPECIES SILVESTRES EN MEXICO

### **Tiburón Martillo gigante o Gran tiburón martillo**

#### ***Sphyrna mokarran* (Rüppell, 1837)**

Durante ya casi 11 años de que entró en vigor la NOM-029-PESC-2006, las poblaciones de tiburones martillo aun no se han visto recuperadas, ya que durante las temporadas de pesca siguen sin observarse en abundancia a individuos de más de 200 cm de LT. Con una evidente declinación y una fragilidad frente a la sobrepesca y al deterioro ambiental de su hábitat, se ha hecho imperativo evaluar el estado

de la especie utilizando los criterios establecidos en el Método de Evaluación del Riesgo de Extinción (MER) de la NOM-059 SEMARNAT-2010.

El resultado de la evaluación arrojó un valor total **de 12 puntos, equivalente a la categoría de PELIGRO DE EXTINCIÓN**. Esto indica claramente que las disposiciones de la regulación pesquera para el aprovechamiento de tiburones y rayas, no han sido suficientes para que la especie logre su recuperación, por lo que se propone incluirla con la categoría de PELIGRO DE EXTINCIÓN en el listado de la NOM-059-SEMARNAT.2010, a fin de evitar que llegue a empeorar su estatus de sus



poblaciones. Los valores obtenidos para cada criterio son altos, excepto para la distribución, pero en este orden de ideas la propia distribución se ve amenazada por los cambios antropizantes que a diario ocurren, que van desde la explotación (y que han sido las más impactantes) hasta el cambio de uso de suelo en la costa y la contaminación, mismos que influyen negativamente.

Mapa de distribución conocida de *Sphyrna mokarran* escala 1:4,000,000. Elaborado por CONABIO, junio 2018. Mapa base: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. (2011). 'Zona Económica Exclusiva de México'. Límite Nacional 1:250000. Modificado de Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), Lugo-Hupb J., Vidal-Zepeda, R., Fernández-

**Criterio A = 2 medianamente restringida o amplia.** Se contó con registros de captura georeferenciados en las flotas deportivas, ribereñas, mediana altura y altura (archivos del responsable), con lo que se estimó que el área de distribución de *Sphyrna mokarran* es de 739,275 km<sup>2</sup> que representa el 23.5 % de la ZEE.

**Criterio B = 3 hostil o muy limitante.** Esta especie tiene una distribución intermitente en ambas costas. El hábitat se analizó de acuerdo con el desarrollo integral del taxón, *Sphyrna mokarran* es una especie costero-oceánica y sus primeras etapas de desarrollo depende de zonas someras cercanas a humedales, así que los efectos negativos de las actividades humanas son directos.

Los desechos de la mancha urbana y de las industrias (hoteleras, agropecuarias y otras), así como el cambio de uso de suelo y hasta la explotación pesquera, afectan de sobremanera a algunas de las zonas denominadas de crianza ya que se aprecian de inmediato disminución del tamaño poblacional o ausencia de los elasmobranchios y de sus presas.

**Criterio C = 3. Vulnerabilidad alta.** La especie presenta alta vulnerabilidad por su baja productividad, ya que al ser vivíparos placentados, comparado con otros peces, su tasa de crecimiento individual es lenta. Además, debido a su baja fecundidad, y al nivel trófico de depredador tope, las ventajas de un incremento poblacional de productividad media se reducen, ya que presentan una fuerte densodependencia y patrones de filopatría bien establecidos. Para esta especie, cualquier cambio en la mortalidad disminuye de manera exponencial el tamaño de sus poblaciones hasta niveles de extinción comercial, es decir que serán tan pocos que dejarán de aparecer en las pesquerías. Actualmente y aun con los esfuerzos que la NOM-029-PESC-2006 ha impulsado, los tiburones martillo no ven una recuperación de la densidad de sus poblaciones, demostrando de manera palpable la vulnerabilidad que el taxón posee frente a la sobreexplotación y deterioro de su hábitat.

**Criterio D = 4. Alto impacto.** Debido a la escasez de su captura, esta especie es de las menos estudiadas. Sin embargo, por similitud con *S. lewini* y *S. zygaena*, se ha constatado que incluso únicamente por su morfología, es vulnerable a las artes de pesca pasivas. El uso de las áreas someras para avivamiento de crías, así como para su desarrollo como áreas de crianza, colocan al taxón en una

situación de alta vulnerabilidad ante la pesca ribereña y de mediana altura. A esta situación, se añade la explotación del taxón como un recurso alimentario, la disminución de la calidad y la pérdida de hábitat tanto por el vertimiento de desechos como por el cambio de uso de suelo (ya sea por el incremento de la mancha urbana y de la industria como turística, agropecuaria, o química). Estos factores contribuyen a la pérdida del flujo genético a lo largo de la costa, por lo que se califica de alto el impacto de las actividades en la especie, por lo anterior es necesario que la especie se enliste en la NOM-059-ECOL-2010, para prevenir un desastre ecológico eminente.

De ser aceptada la propuesta, el seguimiento del estado de salud de esta especie será más apoyada por todos los sectores. Debido a su naturaleza de depredador tope se generará el efecto sombrilla, es decir, que protegiendo a *S. mokarran* se protegerán a muchas otras especies que habitan de manera simpátrica con el tiburón martillo, y aún más si se considera proteger con mayor prioridad a *S. lewini*, por ese mismo efecto sombrilla se protegerá a *S. zygaena* y además a *S. mokarran*, ya que de no hacerlo, se generará un hueco legal para posibilitar dar el tope máximo de capturas incidentales de *S. lewini*.

## **Propuesta de inclusión en la lista de especies Tiburón Martillo baya o cornuda prieta**

*Sphyrna zygaena* (Linnaeus, 1758).

### **5.7.1 Datos generales del responsable de la propuesta:**

**Nombre:** Dr. Vicente Anislado Tolentino

**Domicilio:** Boulevard del Cimatario 439. Col Constelación. Querétaro. México. CP 76087

**Teléfono:** 442 623 7563.

**Fax:** NA

**Correo electrónico:** [anislado@gmail.com](mailto:anislado@gmail.com)

**Institución Proponente:** *Pelagios Kakunjá A.C.* Cuauhtémoc 155, entre Francisco I. Madero y Belisario Domínguez, Colonia Pueblo Nuevo, La Paz Baja California Sur, México.

Teléfono: 01(612) 122 6001..

**Director general:** *Dr. Mauricio Hoyos Padilla , Co Director James Ketchum Mejia*

**Correo electrónico:** [mauricio@pelagioskakunja.org](mailto:mauricio@pelagioskakunja.org), [james@pelagioskakunja.org](mailto:james@pelagioskakunja.org)

### **5.7.2 Nombre científico válido (citando la autoridad taxonómica), los sinónimos más relevantes y nombres comunes de la especie que se propone incluir, excluir o cambiar de categoría en la lista de especies en riesgo y motivos específicos de la propuesta.**

**Nombre válido:** *Sphyrna zygaena* (Linnaeus, 1758).

#### **Sinonimia:**

Las siguientes sinonimias son las recopiladas por Gilbert (1967) excluyendo a aquella que indican identificaciones erróneas o confusiones con otras:

*Squalus zygaena* Linnaeus, 1758, p. 234. (Por referencia a la ilustración de Willughby, 1686; no espécimen tipo; Localidad tipo, "Europa," "América.")

*Squalus zygena* Bonnaterre, 1788, p. 9. (Atlántico y Mediterráneo)

*Sphyrna zygaena* Rafinesque, 1810, p. 46. (Identificación por referencias incluidas; Sicilia)

*Zygaena zygaena* Cuvier, 1817, p. 127. (General; identificación por referencias)

*Zygaena malleus* Valenciennes, 1822, p. 223. (Costa "Francesa"; Brasil)

*Zygaena subarcuata* Storer, 1848, p. 70. (Identificado a partir de dos ejemplares tipo presumiblemente en MCZ [no localizados]; localidad tipo, Provincetown, Cape Cod Massachusset)

*Sphyrna malleus* van der Hoeven, 1855, p. 262. (General; Mediterráneo; identificación por referencia Linnaeus)

*Sphyrna (Cestracion) zygaena* von Bonde, 1933, p. 377. (Sudáfrica; Cráneo y nervios; Identificación por foto de cabeza)

*Zygaena zigaena* Nobre, 1935, p. 425. (Portugal; identificación por descripción de la cabeza).

### ***Motivos específicos de la propuesta.***

Alrededor del mundo, las poblaciones de tiburones han disminuido drásticamente a partir de la década de 1970, debido a la pesca masiva para obtener la aleta de tiburón, producto del estatus social en China y Tailandia, principalmente. Por otro lado, la pérdida de hábitat y la sobreexplotación pesquera dirigida, contribuye a la disminución de las poblaciones de estas especies (Ferreti et al 2010).

Con una historia evolutiva de más de 500 millones de años y tres eventos masivos de extinción, la permanencia de los elasmobranquios en el mundo se ha visto comprometida por la sobreexplotación y la pérdida de hábitat, los indicadores en las capturas se han incrementado sustancialmente desde 1950 con la aparición en los mercados internacionales de las redes de nylon (Morales-Muñiz 2008).

Del gran grupo de elasmobranquios, surgió hace aproximadamente 50 m.a. una de las familias más recientes, los tiburones martillo (*Sphyrnidae*), que se caracterizan por sus aletas cefálicas (Cefalofolios). Actualmente el género *Sphyrna* es la última línea evolutiva de esta familia (Gilbert, 1967) ya que sigue presentando divergencias evolutivas, al grado que existe una especie críptica (*Sphyrna gilberti*) recién descubierta en aguas del Atlántico Noroeste (Quattro et al 2013).

La selección natural proporcionó a los tiburones martillos características morfológicas y ecológicas tan especializadas que el ser humano las ha aprovechado al máximo para su captura, por lo cual estos tiburones se han hecho altamente susceptibles a una posible extinción por sobrepesca y pérdida de hábitat, principalmente porque dentro de las capturas a nivel mundial se ha apreciado un declive de hasta 90% en las capturas de este depredador tope (Baum et al. 2003, Gallagher et al 2014). Lo que anterior manifiesta su importancia de ser incluido de manera urgente en los programas y políticas de conservación y explotación responsable, desde la perspectiva de la conservación de la biodiversidad y del derecho generacional, ya que además de que se puede desarrollar una explotación sustentable, también se pueden estudiar los procesos evolutivos y ecológicos en un contexto histórico actual (Lim et al 2010, Gallagher et al 2014).

El motivo de esta propuesta es la evaluación del estado actual de las poblaciones de *Sphyrna lewini* por medio del Método de Evaluación de Riesgo (MER) (Tambutti et al 2001, NOM-059-SEMARNAT-2010), para determinar en qué categoría de riesgo se incluye esta especie, dentro de la lista de la NOM-059-SEMARNAT-2010. Es necesario mencionar que durante ya casi 11 años de la entrada en vigor de la NOM-029-PESC-2006, las poblaciones de tiburones martillo aún no se han visto recuperadas, ya que durante las temporadas de pesca siguen sin observarse en abundancia a los

individuos de más de 200 cm de largo. Con una evidente declinación y una fragilidad a la sobrepesca, así como al deterioro ambiental de su hábitat en 2014, *Sphyrna lewini*, *S. mokarran* y *S. zygaena* fueron incluidas en el Apéndice II de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Flora y Fauna Silvestres (CITES) para lograr aumentar la protección y conservación de sus poblaciones.

**5.7.3 Mapa del área de distribución geográfica de la especie o población en cuestión, en un mapa de México escala 1:4 000 000, con la máxima precisión que permitan los datos existentes. Este mapa debe incluirse en el criterio A del Anexo Normativo I, MER para el caso de Anfibios, Aves, Hongos, Invertebrados, Mamíferos, Peces y Reptiles; y para el caso de Plantas en el criterio A del Anexo Normativo II.**



Mapa de distribución de *Sphyrna zygaena* escala 1:4,000,000<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Mapa base: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. (2011). 'Zona Económica Exclusiva de México'. Límite Nacional 1:250000. Modificado de Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI),

#### **5.7.4 Justificación técnica científica de la propuesta que incluya al menos los siguientes puntos:**

**a) Análisis diagnóstico del estado actual que presentan la población o especie y su hábitat; esta diagnosis debe definir los métodos utilizados para desarrollarla y debe incluir los antecedentes del estado de la especie y su hábitat o, en su caso, de la población, que son el motivo de la propuesta.**

##### **a.1) DISTRIBUCIÓN.**

La distribución nacional de la especie esta descrita por Del Moral- Flores y colaboradores (2015) a lo largo de las costas del Pacífico mexicano. Es abundante en el Golfo de California y estacionalmente en las costas de Sinaloa y Nayarit (Castro, 2011) y disminuye su abundancia hacia el sur. En las costas del Pacífico central mexicano su presencia se observa en la zona oceánica dentro de las capturas de los barcos palangreros (Cruz et al 2011). Para la costa sur se aprecia en las capturas ribereñas que se hacen en el talud continental (Soriano et al 2006). Hasta el momento, esta especie no ha sido fehacientemente registrada en el Golfo de México. De acuerdo con Parson (Parson et al 2006), se desconoce su estatus taxonómico en el Golfo de México debido a que es una especie rara (del Moral- Flores et al 2015). Es de destacar que Bolaño en 2016 analiza desde las bases genéticas a esta especie en el Pacifico tropical y encuentra la existencia de dos poblaciones, una al norte y otra al sur.

A fin de identificar y poder calificar el estado de esta especie con respecto a su ámbito de distribución en nuestro país, se tomaron en cuenta registros de observaciones puntuales de *S. zygaena*, se estimó el porcentaje del área de la Zona Económica Exclusiva (ZEE= 3, 149, 920 km<sup>2</sup>) del país el método de extensión de presencia (EEO) (UICN, 2012), donde se unen los límites continuos más cortos posibles que pueden dibujarse para incluir todos los registros. También se busca que sea el polígono convexo con menor superficie posible, para evitar sobre estimar la distribución, porque hay zonas o áreas que las especies no ocupan dentro del polígono. Se contó con registros de captura georeferenciados en las flotas deportivas, ribereñas, mediana altura y altura (archivos del responsable), con lo que se estimó que el área de distribución de *Sphyrna zygaena* es de 1,576,170 km<sup>2</sup> que representan el 50 % de la ZEE.

## **a.2) Hábitat**

El tiburón martillo (*Sphyrna zygaena*) es uno de los tiburones martillo mayormente capturado en las zonas templadas llegando a representar hasta un 87% de la pesca de tiburones en el norte y sur del Atlántico (Gallagher et al 2014). Sin embargo, para esa región se ha observado un drástico descenso en las capturas de hasta 85% del periodo de 2009 a 2014 (NMFS, 2015). Las áreas de crianza para los elasmobranquios se encuentran generalmente en zonas someras de alta productividad, tales como bahías, pastizales marinos, estuarios, zonas aledañas a las bocabarras de ríos y manglares. Estas zonas ofrecen a las crías de tiburones (neonatos de hasta un año) una abundante fuente de alimentos y refugio al tiempo que minimizan la depredación y competencia intra e inter-específica (Springer 1967, Castro 1993). Para el caso de *S. zygaena* se tienen ubicadas en las Islas Marías y Costa de Sinaloa (Pérez-Jiménez et al 2005, Cruz et al 2011).

De sus patrones migratorios, se conocen pocos datos, recientemente Santos y Coelho (2018) en la costa atlántica de África observaron la trayectoria de *S. zygaena* encontrando que realiza grandes migraciones preferentemente a temperaturas de 23 °C y a profundidades menores de 50 m. Sin embargo, esta migración traza un gran número de trayectorias por lo que se deduce que su desplazamiento lejos de deberse a simple alimento o temperatura es multifactorial.

Por similitud con *S. lewini* y que en la costa del Pacífico central presenta el mismo uso de hábitat (Arellano-Torres et al 2016) y debido a que ambas especies muestran un bajo traslape trófico (Loor-Andrade et al 2015) que indica la posibilidad de que las crías de ambas especies ocupen los mismos lugares sin competir interespecíficamente por los recursos, se define que tiene las mismas limitantes de hábitat, por lo menos a lo que zona de refugio y de avivamiento se refiere. Las bahías y esteros son zonas que sostienen a la población de tiburones martillo y otros depredadores marinos, debido a su carácter de cercanía a las áreas de avivamiento y de crianza, y a los aportes de nutrientes ya sea por el acarreo pluvial o por los ciclos de vida diadrómica de los organismos que servirán de presa para estos depredadores (Yañez-Arancibia y Nugent 1977). El desajuste o modificación en estos ciclos provocaría una falla en el reclutamiento de las especies que componen esta cascada trófica.

Por otro lado, la mancha urbana va aumentando en las costas de manera descontrolada, ya que el crecimiento de población de la región costera responde a la aparición de actividades económicas, principalmente turísticas, petroleras, portuarias, agrícolas o industriales, como se observa en los centros turísticos, los complejos industriales portuarios, así como aquellos espacios en donde ha

habido desarrollo de la actividad petrolera. Por ello, es necesario regular su dinámica para prever sus diversas necesidades y lograr un adecuado desarrollo, toda vez que se asienta en un ecosistema sumamente frágil como lo es la "región costera" (Lara-Domínguez et al 1992, García 1997, Padilla y Sotelo 2000). De, Iñiguez et al 2007, Olguín et al 2007, ITOPF 2014), de manera general los estados del Pacífico norte han presentado en la última década una pérdida de humedales de hasta un 95% siendo los más afectados las Baja Californias, Sonora y Sinaloa. Para el Pacífico central las pérdidas son hasta de un 50% y para el Golfo de México y Caribe mexicano la situación es alarmante ya que se pueden constatar pérdidas de hasta un 85% de humedal en Tabasco, y de manera gradual en toda la costa del Golfo de México (Landgrave y Moreno Casasola 2012). Por ello, es necesario estudiar las correlaciones entre la disminución de las poblaciones de grandes depredadores costeros con la pérdida y deterioro del hábitat costero.

## **b) Relevancia ecológica, taxonómica, cultural y económica, en su caso.**

### **b.1) Relevancia ecológica**

De acuerdo con Castillo-Géniz et al (2016a), *S. zygaena* ocupa el segundo lugar de abundancia en las capturas. Es considerado como un tiburón de aguas templadas, pelágico-costero, y se le localiza en las cercanías de los estuarios e islas. Las crías y juveniles se encuentran en aguas someras de las costas. Esta especie forma pequeños cardúmenes de no más de 30 individuos o puede vivir solitariamente. Las tallas promedio reportadas para el nacimiento son 55 cm de longitud total (LT), mientras que las tallas máximas para los adultos son de 350 a 500 cm de LT (Compagno, 1984).

Son tiburones vivíparos placentarios. El periodo de gestación varía de 10 a 11 meses y el número de crías varia de 20 a 37. Se ha documentado que pueden tener un año de recesión entre un parto y otro. Los machos maduran a los 200 cm LT, mientras que las hembras maduran aproximadamente a los 240 cm LT. Las crías son paridas en zonas de crianza que se caracterizan por ser aguas someras protegidas por bahías, ensenadas o bajos, presentando un alto grado de filopatría (regreso a las zonas de avivamiento) (Compagno 1984, Gallaher et al 2014). Debido la alta presión pesquera que se presenta hacia las crías, el tiburón martillo, se ha incluido en la lista de las 26 especies de tiburones con prioridad de conservación, ya que en el Atlántico Norteamericano se han reducido sus capturas (Gallaher et al 2014).

En México su aprovechamiento se regula mediante el establecimiento de vedas espacio-temporales<sup>2</sup>. A la fecha *S. zygaena* está considerado como la segunda especie de tiburón martillo más abundante. Sin embargo, hay ciertos indicios que hacen pensar que comienza a tener una sucesión con *S. lewini* que ha mostrado una declinación de sus poblaciones. Debido a que existe cierta semejanza a lo encontrado por Diemer et al (2011) en la costa este de África meridional, donde la aparente baja de *S. zygaena* en las capturas de redes no era tal, ya que esta especie aumentaba en la pesca de palangre, y en el caso de México la pesca dirigida al tiburón ha aumentado sus esfuerzos a la pesca de mediana altura, precisamente donde se usan los palangres y se incide en sus áreas de alimentación. Es necesario recalcar las abundancias reportadas se dan a través de las estadísticas pesqueras que muchas veces tienden a presentar errores de estimación en la abundancia, por lo que debe de considerarse que los cambios de hábitat, la sobreexplotación y los efectos antropizantes secundarios pueden provocar la extirpación de las especies, resaltando que los estudios abundancia incluyan muestreos biológicos, siendo los más adecuados los que involucran telemetría, genética y censos visuales, como una de las tareas para la conservación de las especies (Gulland 1971, Baena et al 2008, del Monte-Luna et al 2008, Ketchum et al 2014a, Hoyos-Padilla et al 2015).

### **b.1.1) Vulnerabilidad morfológica**

Al igual que con *S. lewini*, la vulnerabilidad asociada al taxón es alta, iniciando por su particular morfología de la cabeza. Estos organismos pueden quedar enredados en las redes de cualquier tamaño. Individuos de 240 cm de longitud total (LT) han sido capturados en las redes de 8.89 cm de abertura de malla y de la misma manera crías de 50 cm de LT se quedan en redes de 22.8 cm de abertura de malla, así como en anzuelos atuneros (P). Es necesario resaltar que, debido a lo antes expresado, esta especie de tiburón es aún más susceptible que otras de formar parte de la pesca incidental cuando se usan artes de pesca pasivos.

En 2017, Furlong- Estrada y colaboradores, así como Duffy y Griffiths, realizaron un estudio donde evaluaron para este tiburón la productividad ( $P=1.21$  y  $1.33$ ), susceptibilidad ( $S=2.62$  y  $1.61$ ) y

---

<sup>2</sup> ACUERDO por el que se modifica el Aviso por el que se da a conocer el establecimiento de épocas y zonas de veda para la pesca de diferentes especies de la fauna acuática en aguas de jurisdicción federal de los Estados Unidos Mexicanos, publicado el 16 de marzo de 1994 para modificar el periodo y zonas de veda de tiburones en el Golfo de México y Mar Caribe. (DOF 15/05/2014) y ACUERDO por el que se modifica el Aviso por el que se da a conocer el establecimiento de épocas y zonas de veda para la pesca de diferentes especies de la fauna acuática en aguas de jurisdicción federal de los Estados Unidos Mexicanos, publicado el 16 de marzo de 1994 para modificar el periodo y zonas de veda de tiburones en el Golfo de México y Mar Caribe. (DOF 23/07/2013)

vulnerabilidad (2.41 y 1.9), donde se pone de manifiesto la fragilidad de la especie (Furlong- Estrada et al 2017; Duffy y Griffiths 2017).

### b.1.2) Vulnerabilidad en la edad y crecimiento

La importancia de la estimación de la edad y el crecimiento de los tiburones en la evaluación de los recursos pesqueros se fundamenta en conocer la estructura de la población que está sujeta a explotación. Así también, permite conocer la dinámica poblacional o demografía del recurso (Anislado-Tolentino 2000). Del modelo de crecimiento de von Bertalanffy, que es el mayormente usado destacan dos parámetros que tienen alta relevancia biológica, la talla infinita  $L_{\infty}$  (talla máxima teórica) y el coeficiente de “crecimiento”  $k$ , los cuales al ser analizados con algunos otros parámetros logran proveer datos de la susceptibilidad de la especie estudiada. Así, Branstetter propuso una categorización para la  $K$  por sus valores dando las siguientes valoraciones según el tipo de crecimiento: Lento crecimiento: de 0.05 a 0.1; Moderado crecimiento: de 0.1 a 0.2. y Rápido crecimiento: de 0.2 a 0.5 (Branstetter *et al* 1987).

Debido a la abundancia diferencial de la especie en ambas costas de México, de los stocks en territorio nacional de *S. zygaena* solo se ha investigado este tópico para el Pacífico del país, y debido a los pocos trabajos (Tabla 1) se utilizó la media geométrica para evaluar el tipo de crecimiento encontrando que la media para los machos es de 0.091año<sup>-1</sup> (s= 0.03) y para las hembras 0.08 año<sup>-1</sup> (s=0.02) lo que indica que la especie es de crecimiento lento.

**Tabla 1.- Resumen de los parámetros de crecimiento del tiburón martillo *Sphyrna zygaena*. M macho, H hembra y A ambos**

Autor	Localidad	K (años <sup>-1</sup> )			t <sub>0</sub> (años)			L <sub>∞</sub> (cm)			Longevidad		
		M	H	A	M	H	A	M	H	A	M	H	
Garza-Gisholt 2004	Baja California Sur			0.139			-2.45			301.6			19
Coelho et al 2011	Costa este ecuatorial de África	0.06	0.07					272*	285*				18
Manjusha et al 2011	India			0.23						362.3			
Rosa et al 2015 in Clarke et al 2015)	Atlántico norte y sur	0.09	0.06										
Chow 2004	Noreste de Taiwán	0.128	0.111		-0.72	-1.31		358.8	375.2		23	26	
Rosa et al 2017	Atlántico norte y sur	0.09	0.09					285	293		33	33	

(\*) Longitud bifurcal

### **b.1.3) Vulnerabilidad reproductiva**

#### ***b. 1.3.1) Áreas de crianza y fecundidad***

Los tiburones martillo presentan una estrategia reproductiva avanzada, la viviparidad placentaria, adaptación que le permite parir crías con mayores posibilidades de sobrevivencia y desarrollo, lo que aumenta el costo energético ya que las hembras deberán buscar zonas de avivamiento que posteriormente servirá como áreas de crianza (Wourms 1981; Compagno, 1990). Las áreas de crianza, como ya se mencionó previamente, son generalmente zonas someras, muy cercanas a humedales costeros, donde el flujo de alimento es continuo y donde el ser humano ingresa a pescar por su fácil acceso. En estos lugares las crías de tiburón martillo son altamente susceptibles de ser capturados, por lo que la sobrepesca provocaría una falla en el reclutamiento (Anislado y Robinson 2001, Heupel y Simpfendorfer 2002, NOM-029-PESC-2007; Heupel *et al.* 2007, Pérez-Jiménez 2014). Como ya se ha comentado, en las costas de México, se encuentran distribuidas varias áreas de este tipo de manera discreta, y se mencionó también que las hembras adultas migran a zonas más oceánicas como se observa en las capturas (García-Hernández *et al.* 2007, Cruz *et al.*, 2011). Este comportamiento es parte de las características que hacen vulnerable a la especie, ya que los son en su mayoría juveniles los que arriban a las costas del Pacífico (Cruz *et al.*, 2011, Furlong-Estrada *et al.* 2014, 2015). A eso se le añade que para México se han estimado ciclos de partos de uno a dos años con avivamientos de 29 a 53 crías (Tabla 2 anexo) y que son susceptibles de ser capturadas también en los mismos caladeros. Las tallas de madurez sexual estudiadas a lo largo de la distribución de *S. zygaena* (Tabla 2) permiten establecer un promedio con coeficientes de variación (CV) aceptables, tal es el caso que para los machos la talla de madurez es de 211 cm de LT (CV=11%), para hembras de 244 cm LT (CV=11%), las edades aproximadas son de 13 años lo que muestra una madurez sexual tardía (Musick 1999).

**Tabla 2.- Datos relativos a la reproducción de *Sphyrna zygaena*. M macho, H hembra, A ambos**

Autor	Localidad	Talla de nacimiento			Talla de madurez			Fecundidad	Gestación (meses)	Ciclo reproductivo	Temporada de partos
		M	H	A	M	H	A				
Bigelow y Schroeder 1948	Atlántico Norte			50		210	210	29			
Bass et al 1975	Sudáfrica			60				53			Noviembre
Stevens 1984	Australia				250	265					
Castro y Mejuto 1995	Atlántico						247	33			
Muus y Nilsen 1999	Bélgica				210	265					
Liu 2002.	Taiwán			55			259	30	12	bienal	
Voore et al 2005	Brasil			55							diciembre a enero
Pérez-Jiménez et al 2005	Nayarit				200	196					
Parson 2006	Atlántico Norte			50			213				
White et al 2006	Australia								11		
Carrera-Fernández y Martínez-Ortiz 2007	Ecuador			54	215	240		37	10 a 11		febrero a mayo
Amezcu-Linares 2088	Pacifico mexicano			50			220	29 a 40			
Nava-Nava y Marquez-Farias 2014	Golfo de California				194	200					
Loor-Andrade et al 2015	Baja California			50	210	250					
Castillo-Géniz et al 2016b	Baja California	67	57								
Arellano-Torres et al 2017	Michoacán			42							
González-Pestana et al 2017	Norte de Peru			57							
Bezerra et al 2017	Ecuador			50							

### **b.1.3) Aspectos demográficos**

La mortalidad natural (M) solo ha sido reportada fuera de México y vale la pena tenerla como un parámetro preventivo ya que, para la India, Manjusha et al (2011) estimaron esta mortalidad con valor de  $1.39 \text{ año}^{-1}$ , lo que indica pérdidas naturales de un 25 % de la población de manera anual (Tabla 3) casi un 10% más que lo reportado para *S. lewini* (Anislado-Tolentino 2008). De gran importancia es la tasa intrínseca de crecimiento poblacional ( $r$ ) ya que nos muestra cómo reacciona la población con respecto al tiempo, para esta especie, solo hay un reporte (Cortés et al 2012) de  $r= 0.225$  que representa un incremento de la población un 25% al año, el tiempo en que una madre es sustituida por una hija reproductiva también llamado tiempo generacional ( $T_x$ ), proporcionado por (Cortés et al 2012) es 14 años, es decir un tiempo muy prolongado en el que se podría pensar en recuperar la población, mostrando de manera parcial la fragilidad de la especie ante aumentos de mortalidad (Tabla 3).

**Tabla 3 Principales parámetros demográficos de *Sphyrna zygaena*: M mortalidad natura(año-1), Tmax longevidad (años), PP Periodo de partos: A anual, BE bienal, r Ta intrínseca de crecimiento poblacional. P productividad, S susceptibilidad, V vulnerabilidad**

Autor	Localidad	M	Tx	Fecundidad	PP	r	P	S	V
Bigelow y Schroeder 1948	Atlántico Norte			29					
Bass et al 1975	Sudáfrica			53					
Castro y Mejuto 1995	Atlántico			33					
Manjusha et al 2011	India	1.3 9							
Liu 2002	Taiwán			30	BE				
Carrera-Fernández y Martínez-Ortiz 2007	Ecuador			37					
Amezcu-Linares 2008	Pacífico mexicano			29 a 40					
Cortés et al 2010	Atlántico Norte							0.35	1
Coelho et al 2011	Costa este ecuatorial de Africana		18						
Cortes et al 2012	Atlántico Norte		14			0.2 3			
Furlong-Estrada et al 2017	Costa occidental de BCS						1.2 1	2.62	2.4 1
Duffy y Griffiths 2017	Mundial						1.3 3	1.91	1.9

Considerando lo anterior y usando los criterios de Furlong-Estrada et al (2014) y de Musick (1999) se determina que la especie posee una productividad baja, que además incrementa su fragilidad por los valores de elasticidad en juveniles y adultos (Tabla 4).

**Tabla 4.- Escala de productividad biológica con base en diversos atributos biológicos, en negritas y sombreada los valores para *S. zygaena* (modificada de Hobday et a 2011).**

Atributo	Productividad baja (0.33)	Productividad media (0.66)	Productividad alta (1.00)
Tasa intrínseca de crecimiento poblacional (r)	<0.15	0.05 – 0.5	>0.5
Tasa de crecimiento von Bertalanffy(K)	<0.15	0.16 – 0.3	>0.3
Edad de madurez	>15 años	5-15 años	<5 años
Talla de madurez	>200 cm	40-200 cm	<40 cm
Edad máxima	>25 años	10-25 años	<10 años
Talla máxima	>300 cm	100-300 cm	<100 cm
Fecundidad anual	<100 crías por año	100-20,000 crías por año	>20,000 crías por año
Estrategia reproductiva	vivíparos y semejantes	ovíparos demersales	difusión múltiple
Nivel trófico	>3.25	2.75-3.25	<2.75

#### b.1.4) Aspectos alimentarios

Esta especie es considerada de amplio nicho ( $Bi=0.04$  a  $0.6$ ), aun cuando algunos trabajos lo muestran como generalista ( $Bi=0.16$ ) para el Golfo de California (Aguilar-Castro 2003), su nivel trófico es 4 a 5.2 (Tabla 5) lo que lo ubica en los depredadores de tercer orden, es decir, que es uno de los depredadores tope del ecosistema en el que habitan, siendo componentes importantes en la regulación del tamaño poblacional de las diferentes especies de la comunidad, y además que en sus estados de neonato son parte también de la dieta de diferentes especies como son los lutjánidos, serránidos, y otros tiburones (Anislado-Tolentino 2000). Es importante recalcar que, como todo depredador tope, estos regulan a las otras poblaciones de peces que viven de manera simpátrica con su depredador, y además también en sus primeras etapas sirven de alimento para otros depredadores como pueden ser tiburones, peces óseos de gran tamaño como son los meros y pargos, mamíferos marinos y aves rapaces, así la protección de un depredador tope generara un efecto sombrilla en la protección de la fauna asociada al tiburón martillo (Roberts 1997).

Tabla 5.- Datos tróficos y de mercurio para *Sphyrna zygaena*

Autor	Localidad	Bi (Amplitud de nicho)	Nivel trófico	Mercurio ( $\mu\text{g g}^{-1}$ ) Rango ( promedio)
Storelli et al. 2003	Mediterráneo			8.55-21.08 (12.15)
Escobar –Sánchez 2010	Baja California Sur			0.005-1.93 (0.16)
Maz-Corrau et al 2012	Baja California Sur			0.24 a 2.8 (0.98±0.92)
González-Pestana et al 2017b	Perú			0.13 a 0.85 (0.39)
Bolaño 2009	Baja California Sur	0.04		
Ochoa-Díaz 2009	Baja California Sur	0.13	4	

#### b.2) Relevancia económica y cultural

Los tiburones y especies relativas (Elasmobranchii) engloban aproximadamente mil especies mayormente marinas (Compagno 2001). A escala mundial, durante las décadas de 1980 a 2000 las capturas de elasmobranquios aumento de manera exponencial y aun con las políticas nacionales que sustentan la Carta Nacional Pesquera 2018, no se logra aun recuperar las densidades poblacionales que se observaban anteriormente, ya que en algunos lugares no se respetan las disposiciones legales y continúan las capturas (Cruz et al 2011). Se ha sugerido que la pesca dirigida puede diezmar más rápidamente una población del tiburón que la de otras especies de peces (Camhi y Musick 1998, Musick 1999, Cortés 2000). En ocasiones, los tiburones son capturados como pesca incidental en las

industrias pesqueras multiespecíficas, en las cuales las especies objetivo presentan características biológicas que permiten una recuperación más rápida (Musick 1999, Stevens et al 2000, Anislado-Tolentino 2008). En estas pesquerías, los tiburones pueden ser capturados hasta la extinción comercial mientras que los peces más productivos continúan impulsando la industria. Por lo tanto, una carencia de las prácticas sensibles de administración, combinada con las características de la historia de la vida de los tiburones ha producido una receta para el desastre (Pérez-Jiménez 2014).

**c) Factores de riesgo reales y potenciales para la especie o población, así como la evaluación de la importancia relativa de cada uno.**

### **C.1) Pesca**

Esta es una de las especies de tiburones martillo capturadas en México, principalmente en el Pacífico mexicano, durante los monitoreos de las pesquerías y debido a que ambos son desembarcados descabezados y sin aletas muchas veces se confunde con *Sphyrna lewini* (Figura 1), generalizando así el uso del nombre común de tiburón martillo. En el Golfo de California alcanza hasta el 1.52% de la captura de mediana altura y en Nayarit representa hasta 35% durante los meses de enero a marzo, ocupando el segundo lugar de capturas de pesca ribereña en la influencia de las Islas Marías (Pérez-Jiménez y Venegas-Herrera 1997, Pérez-Jiménez et al 2005).



**Figura 1.-** *Sphyrna zygaena* (izquierda) y *S. lewini* (derecha), capturados por la misma embarcación de la flota palangrera de Playa Sur en Mazatlán, Sinaloa en 2005

Un mal generalizado es que existe un mal etiquetado de los productos pesqueros en la venta al consumidor (Pérez-Jiménez 2015), es común que en la pesca ribereña se llegue a etiquetar desde la playa a los peces vela, marlín y espada como tiburones (observaciones personales a lo largo de litoral mexicano) y en caso de los palangreros de mediana altura y pesca de altura, ya sea dirigida o incidental, también es común que a los tiburones se les venda como pez espada, marlín o cazón, y de estos tiburones el que ocupa el segundo lugar en sustituir a los peces de pico en el mercado es *Sphyrna zygaena* ya que su carne es de primera calidad (Figura 2)(Cruz et al 2011, Jiménez-Pérez 2015).

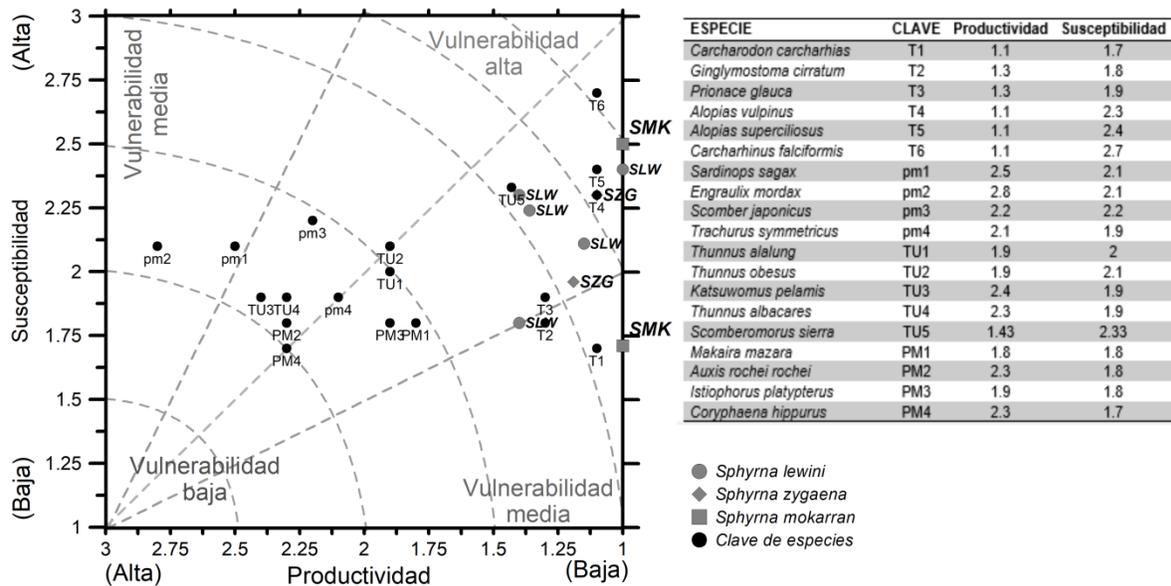
Corro-Espinoza (2016) mostró datos alarmantes de un declive de 87% en las capturas de la flota palangrera que desembarca en Mazatlán, Sinaloa, y que captura en la zona oceánica de la boca del Golfo de California donde alcanza el 10% de aporte en la pesca, Al ser una especie de hábitos oceánicos, su presencia en las capturas realizadas en las Islas Marías proporciona hasta un 30% de las capturas, siendo juveniles en su gran mayoría (Tovar-Ávila 2016). Por otro lado, Arellano et al (2016) hacen los primeros reportes de la presencia de la especie en la costa con 17 ejemplares juveniles de 94 cm LT talla promedio, encontrándose en las cercanías de un área de crianza probablemente secundaria (Anislado-Tolentino 2008)



**Figura 2.-** Rebanada de troncho de *Sphyrna zygaena* comprada en el Mercado Negro de Ensenada y adquirida como “Pez espada” (fuente: Jiménez-Pérez 2015).

Furlong- Estrada et al (2017) así como Duffy y Griffiths (2017) realizaron un estudio donde evaluaron para este tiburón la productividad ( $P=1.21$  y  $1.33$ ), susceptibilidad ( $S=2.62$  y  $1.61$ ) y vulnerabilidad ( $2.41$  y  $1.9$ ), siguiendo el criterio usado por estos autores donde se considera que ,  $V>1.8-2$  es moderada vulnerabilidad y  $V>2$  es alta vulnerabilidad, se concluye que *S. zygaena* posee una vulnerabilidad moderada. De manera comparativa se puede observar en la Figura 3 la alta

vulnerabilidad de los elasmobranquios, donde los tiburones martillo muestran valores de vulnerabilidad de moderados a altos, en comparación con los túnidos y pelágicos menores y mayores (Patrick et al 2009, Mendoza-treviño et al 2014, CeDePesca 2015, Duffy y Griffiths 2017, Furlong-Estrada et al 2017, Clarke et al 2018).



**Figura 3.-** Relación de productividad y susceptibilidad en los contornos de vulnerabilidad de algunas especies de peces de importancia comercial. T para tiburones, pm pelágicos menores, TU para túnidos, PM para pelágicos mayores.

### c.1.1) Talla de captura (Reclutamiento al arte de pesca)

La mayoría de las capturas del tiburón martillo en el Pacífico se basan en neonatos y juveniles (casi un 70 % de la biomasa de la especie), de hecho, mientras más cercana a la costa la pesca sobre juveniles es más evidente, por ejemplo, Castillo et al (2016a) en la Bahía de Vizcaíno reportaron que la talla de reclutamiento a la pesquería ribereña es de 93 cm de LT, mientras que para la pesca de mediana altura el reclutamiento a la pesquería es de 175 cm LT que también son juveniles, y los organismos más grandes son los denominados reproductores mayoritarios, es decir que son los que aportan más crías. Se espera que al igual que con *S. lewini* exista una relación de que a mayor tamaño de la madre haya un mayor número de crías, lo que podrá dañar más a la población.

### c.1.2) Mortalidad total (Z), por pesca (F) e índice de explotación (E)

Son nulos los estudios en los que de manera directa se haya determinado Z, F y E de las poblaciones de *S. zygaena* dentro de las pesquerías mexicanas, si se toma en consideración que de acuerdo al tamaño poblacional y a las capturas, se podría decir que la especie está siendo sobreexplotada, y por analogía con *S. lewini* debe de considerarse que está por arriba del 0.5 de Índice de explotación (E)

tal como lo determinaron Manjusha et al (2011) para la región de la India. Aun cuando la instauración de estrategias de explotación responsable dictadas por la NOM-029-PESC-2006, ya lleva casi ocho años de su entrada en vigor aún continúan presentándose practicas erróneas en las zonas de veda temporal (Cruz et al 2011).

### **c.1.3) Mercado de los productos pesqueros**

La pesca de tiburón provee de carne de buena calidad y bajo precio a las comunidades costeras y al mercado interno, particularmente la carne de *S. zygaena* se comercializa fresca, congelada, salpresada y ahumada, pocas veces se ha documentado las características de este comercio, de manera general y por la experiencia plasmada por Jiménez-Pérez (2015) y del autor, se puede afirmar que esta misma especie presenta la categoría de primera calidad, carne blanca y suave de tal manera que se comercializa indiscriminadamente etiquetándola con otros nombres, y es común también ver su carne en los grandes centros comerciales fresco y salado como marlín o bacalao.

De acuerdo con datos de primera mano, en México las aletas presentan un valor agregado en la pesquería artesanal y una venta dirigida en la pesca de mediana altura y de altura. A lo largo de la costa existe un mercado que recaba y acapara las aletas y clasificándolas en tres categorías: 1era) Aletas pectorales y dorsales de organismos grandes con buena cantidad de ceratotriquias, 2da) Aletas pectorales y dorsales de organismos medianos (150 cm LT) con una cantidad moderada de ceratotriquias y 3era) aletas pectorales y dorsales de organismos pequeños, y si son de tiburones grandes estas son delgadas con poca cantidad de ceratotriquia, incluyen las altas anales, segunda dorsal pélvicas, lóbulo inferior y aletilla del lóbulo superior de la aleta caudal, los valores actuales del kilogramo de aleta en este mercado es de \$350.00, \$500.00 y \$750.00 respectivamente. En el caso de los sphyrnidos las aletas de los adultos se consideran de segunda calidad y las de juveniles y crías de tercera. Por lo general, no es el pescador quien aprovecha estas aletas ya que los tiempos de procesamiento se destinan prioritariamente a las especies de escama de mayor valor que el tiburón. Quienes se aprovechan en un 70% de las aletas son los ayudantes, que recaban este producto secándolas de manera inadecua (Figura 4) hasta que llega el “acaparador”. Esto no pasa en los campamentos estrictamente tiburoneros como es el caso de Puerto Peñasco, donde los pescadores ya tienen una conciencia de captura responsable y venden la aleta solo de los organismos que arriban en la playa, cumpliendo uno de los mecanismos de conservación y pesca responsable establecidos en la NOM-029-PESC-2006.



**Figura 4.-** Secado de aletas de tiburón, a la izquierda secado en un campamento tiburoneo de Puerto Chiapas a la derecha secado en un centro de recepción de productos pesqueros en Sinaloa

Por otro lado, en México ya no existe una industria peletera (piel) y farmacéutica (aceite, y cartílago) para la comercialización de los subproductos pesqueros del tiburón en general y que permita disminuir la captura por carne, lo que abriría una industria netamente familiar.

### **c.2) Mancha urbana**

Aun cuando existe un vacío en los estudios que analicen las relaciones entre el crecimiento de la mancha urbana y el deterioro del hábitat costero, es fácil deducir que los crecimientos de la mancha urbana no programados tienden a un cambio indiscriminado del uso del suelo. Es muy común que existan desarrollos urbanos en los lechos de río y orillas de lagunas donde las descargas de desechos van a dar a las cuencas hidráulicas de las zonas como es el caso de Acapulco, Cancún y Puerto Vallarta. Actualmente la capacidad de carga de los sistemas se ha visto rebasados y los excesos van a parar a las bahías y humedales cercanos (Cárdenas-Gómez 2016). Es conocido de manera empírica que la costa es un ecosistema frágil donde la contaminación, el cambio de suelo para desarrollos urbanos, turísticos y agropecuarios sobrepasan las capacidades de carga de los sistemas, dañando a las comunidades silvestres, donde los más afectados son aquellas especies que por sus historias de vida son más susceptibles como los elasmobranquios (Lara-Lara et al 2008, Zamora – Vilchis et al 2018).

### **c. 3) Contaminación por mercurio y órgano clorados**

Uno de los contaminantes que más alertan a los científicos y al sector salud, es el mercurio que se bioacumula en los tejidos de los depredadores, en este caso elasmobranchios y túnidos, ya que daña las células madres del sistema nervioso de los consumidores principalmente entre las mujeres en edad reproductiva, gestantes y amamantadoras, llegando a ser mortales en dosis excesivas (Raimann *et al* 2014). Considerando que las concentraciones de mercurio máximas permitidas por la NOM-027-SSA1-1993 son de  $1\mu\text{g g}^{-1}$ , en México solo se encontraron tres estudios, dos para la costa occidental de Baja California que reporta concentraciones de 0.16 y  $0.98\mu\text{g g}^{-1}$  (Escobar-Sanchez 2010, Maz-Courrau *et al* 2012) y otro para el Golfo de California con valores extremos de 8.28 a  $21\mu\text{g g}^{-1}$  (García-Hernández *et al* 2007).

Ante lo anterior se aprecia a una especie altamente susceptible a la contaminación y resalta la necesidad de realizar mayores estudios para poder ver la acción directa de estos contaminantes en los tiburones para así delimitar si aumenta también la mortalidad de la especie.

### **d) Análisis pronóstico de la tendencia actualizada de la especie o población referida, de no cambiarse el estado actual de los factores que provocan el riesgo de su desaparición en México, a corto y mediano plazos.**

Desde la puesta en operación de la NOM-029-PESC-2006 SAGARPA (DOF 2007) en mayo de 2007, la pesca de crías de tiburón martillo continua como parte de la captura incidental en la pesquería ribereña dentro y fuera de mencionada norma, si bien aun cuando la mortalidad de pesca ha disminuido, en los casi 10 años que llevan instauradas las medidas de regulación estas no han sido respetadas ni en un 70%, reflejo de ello es que las evidencias de recuperación esperadas en los esquemas de modelación que sirvieron como base, no se vislumbran actualmente, aun con el aumento de conocimientos con que hasta la fecha se cuenta. Por tal motivo se muestra una evaluación demográfica (Caswell, 2001) y de rendimientos por recluta (Beverton y Holt 1957) actualizando los datos promedios de los parámetros de la historia de vida de la especie mencionados en los apartados anteriores, y quitando la subjetividad de la evaluación de la edad (Furlong *et al* 2015), por el ajuste a la formación de anillos de crecimiento a un anillo por año (Tabla 6), y usando los escenarios de mortalidad natural fija (M) a través de los años y una mortalidad natural diferencial para cada edad, y combinando estos con mortalidades de pesca (F) observadas antes de la puesta en marcha de la NOM-029-PESC-, con  $F=2M$ ,  $F=1.5M$ ,  $F=M$  (Tabla 7).

**Tabla 6.- Parámetros de entrada para el análisis demográfico y de rendimiento por recluta para *Sphyrna zygaena***

Parámetro	Definición	Valores de entrada
$LT_{\infty}$	Longitud infinita	301 cm
k	Tasa de crecimiento	0.139
$t_0$	Edad hipotética a $LT=0$	-2.45
PT vs LT	Relación potencial de peso longitud	$PT=1.6 \times 10^{-6} LT^{3.2}$
M cte	Mortalidad natural promedio (estimado con el modelo de Frisk et al (2001)	0.197 años <sup>-1</sup>
Longevidad	Edad máxima estimada	33 años
$L_{max}$	Longevidad máxima observada	300 cm
$E_{max}$	Edad máxima estimada	50 años
$LT_{\alpha}$	Longitud de madurez en hembras	230 cm
$t_{\alpha}$	Edad de madurez en hembras	8 años
$M_i$	Fecundidad en hembras hijas	15
Z	Mortalidad estimada por medio del modelo de Beverton y Holt 1956, Longitud de reclutamiento 130 cm y longitud de pesca 180 cm	0.336 años <sup>-1</sup>
F	Mortalidad por pesca promedio nacional	0.134
$t_{pc}$	Edad de primera captura	4 años (180 cm)
$t_r$	Edad de reclutamiento	1.6 años (130 cm)

Se determinaron los parámetros demográficos de acuerdo con la matriz de Leslie (Caswell2001) y se obtuvo el potencial de recuperación ( $A_u$  y Smith 1997) como un indicador de recuperación de la población a la presión de pesca (resiliencia), el cual puede ser categorizado como baja ( $r_{2M} < 0.04$ ), media ( $r_{2M} = 0.04-0.07$ ) o alta ( $r_{2M} > 0.08$  Smith et al. 1998, Furlong et al 2015). Los resultados en los escenarios con una M constante (0.197) y M variable muestran una especie altamente vulnerable toda vez que la  $r_{2M}$  es negativa en ambos casos (Tabla 7), también se denota que, de acuerdo a las elasticidades, la porción de la población más vulnerable es el de los individuos mayores a un año a pre adultos ( $>130$  a  $< 240$  cm LT) ( $e_{p_{2,\alpha-1}} = 58.7$  a 617%). Las esperanzas de vida de los recién nacidos son de 3.8 a 5.6 y de los reproductores son de 5.6 a 6.6 años.

Aun cuando la simulación de escenarios pesqueros en la demografía muestra que en la actualidad se encuentra aparentemente sana ( $F=0.139$  y  $R_0=3.6$ ), una vez que la mortalidad por pesca (F) llega al doble de la mortalidad natural (M), la población decrece (valores de  $T_{x2}$  negativos), la fragilidad de esta especie es evidente ya que las capturas inciden en los juveniles principalmente (Tabla 8), y sin embargo con los artes de pesca actuales sería casi imposible capturar de manera selectiva organismos más grandes a las tallas de madurez sexual (230 cm LT), por lo que cualquier

modificación en las operaciones de captura puede aumentar significativamente la mortalidad por pesca llegando a duplicar los valores de la mortalidad natural, esto debe de aprovecharse para reforzar las medidas de regulación de la NOM-029-PESC en el ámbito de asegurar una buena gobernanza.

Tabla 7.- Resumen de los parámetros demográficos en poblaciones vírgenes de *Sphyrna zygaena*

Parámetro	Definición	Escenario M diferencial a la edad	Escenario M=0.197
$\bar{F}$	Fecundidad promedio (solo hembras)	7.17	15
$r$	Tasa instantánea de crecimiento poblacional	0.171	0.266
$\lambda$	Tasa intrínseca de crecimiento	1.18	1.3
$R_0$	Tasa reproductiva (hijas hembras)	8.7	17.3
$T$	Tiempo generacional	11.5	9.7
$T_{x2}$	Tiempo de duplicidad de la población	4.05	2.6
$r_{2M}$	potencial de recuperación	-0.091	-0.197
$e_0^0$	Esperanza de vida al nacer	3.8 años	5.6 años
$e_{\infty}^0$	Esperanza de vida en la madurez	6.5 años	5.6 años
$E_{maxV}$	Edad del máximo Valor reproductivo	20 años	20
$e_{fj1}$	Elasticidad de fecundidad en el primer año	0%	0%
$e_{f2,\alpha-1}$	Elasticidad de fecundidad en juveniles(a= madurez)	0%	0%
$e_{fj,EmaxV}$	Elasticidad de fecundidad en reproductores	9.7%	10.3%
$e_{fs}$	Elasticidad de fecundidad en seniles	0.09%	0.03%
$e_{pj1}$	Elasticidad de sobrevivencia en el primer año	9.8%	10.3%
$e_{p2,\alpha-1}$	Elasticidad de sobrevivencia en juveniles	58.7%	61.9%
$e_{pj,EmaxV}$	Elasticidad de sobrevivencia en reproductores	41.1%	17.46%
$e_{ps}$	Elasticidad de sobrevivencia en seniles	0.19%	0.042%

Tabla 8.- Resumen de los parámetros demográficos en poblaciones vírgenes de *Sphyrna zygaena*

Escenarios		Parámetros demográficos				
Edad de primera captura	Mortalidad de pesca	$r$	$R_0$	$e_0^0$	$e_{\infty}^0$	$T_{x2}$
$E_{pc}=1$ (130 cm LT)	F=M=0.197	0.007	1.96	3	3	10
	F=1.5M=0.296	-0.029	0.75	2.6	2.6	-23.3
	F=2M=0.394	-0.128	0.29	2.2	2.2	-5.4

F=0.139 (actual)

0.126

3.6

3.5

3.5

5.5

Los escenarios donde la longitud de captura es mayor a los 100 cm los Y/R máximos van de los 6 a 7 kg/R con  $F=0$ , un escenario más viable para sostener una pesca sostenible es mantener una talla de captura de 100 cm y  $F=M$  (Figura 5), por lo que debe de reducirse al mínimo la pesca de neonatos y juveniles.

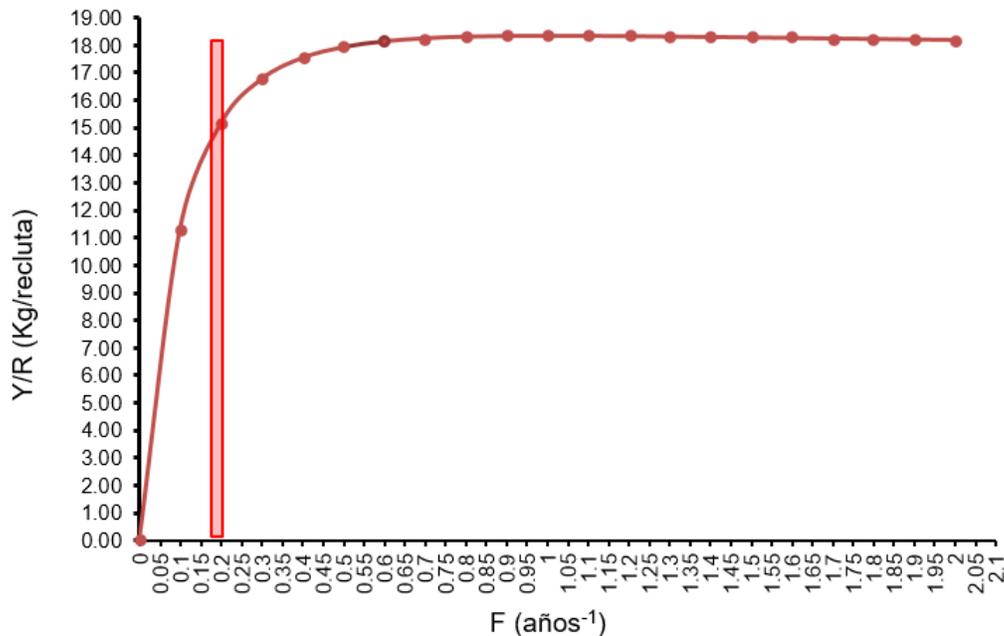


Figura 5.- Escenarios de rendimiento por recluta (Y/R) en distintos escenarios de Longitud de captura (LTc) y mortalidad por pesca (F), la barra rosa muestra los posibles valores actuales de F

e) **Consecuencias indirectas de la propuesta.** Describa las acciones que debería tomar la autoridad como consecuencia de la propuesta de la especie o población en cuestión. En particular:

a. **Describa la acción específica:** La inclusión de los tiburones martillo a la NOM-059, implica que el aprovechamiento de estas especies, debe darse en el marco de las disposiciones de la Ley General de Vida Silvestre y su Reglamento, entre las que se identifican las siguientes propuestas:

1. La SEMARNAT, podrá expedir permisos para el aprovechamiento extractivo de los tiburones martillo. Para ello, deberá establecer tasas de aprovechamiento, con base en un estudio de poblaciones y un plan de manejo, que presenten los interesados o, en su caso, elabore la propia SEMARNAT, en el que se demuestre que las tasas solicitadas son menores a la de renovación natural de las poblaciones sujetas a aprovechamiento, y que no tendrá efectos negativos sobre las poblaciones.. Asimismo, las tasas de aprovechamiento

deberán tomar en consideración los volúmenes de captura de las flotas, durante los últimos cinco años, con el propósito de determinar el nivel óptimo desde el punto de vista ecológico y socioeconómico.

El plan de manejo referido en el párrafo anterior, deberá contener criterios, medidas y acciones para el desarrollo de dicha población en su hábitat natural, así como para contrarrestar los factores que han llevado a disminuir sus poblaciones o deteriorar sus hábitats.

2. Asimismo, para el otorgamiento de permisos de aprovechamiento extractivo de tiburones martillo, se deberán establecer tallas mínimas, a fin de evitar lo más posible, la captura de neonatos y juveniles, y prohibir la captura de hembras preñadas, ya que con ello se reduce la posibilidad de recuperación de las especies de Shpyrnidos.

3. De conformidad con la información científica disponible, derivada de los estudios de poblaciones y tomando en consideración la información generada sobre la captura incidental de tiburones martillo, la SEMARNAT en coordinación con la CONAPESCA/INAPESCA, podrá establecer también límites permisibles de captura incidental de tiburones martillo, para cada una de flotas, Se recomienda, que dichos límites de captura incidental se establezcan en número de ejemplares y no en peso, para tener un mayor control y evitar prácticas que han favorecido la sobre-explotación de la especie. Dichos límites de captura incidental deben también tomar en cuenta las artes de pesca utilizadas.

4. Asimismo, a fin de proteger las áreas o zonas de avivamiento y crianza, con base en la información científica disponible, la SEMARNAT podrá determinar áreas de no pesca, existiendo dos esquemas para ello: las áreas de refugio para la protección de especies acuáticas, previstas en la Ley General de Vida Silvestre, o la de zonas de refugio pesquero previstas en la Ley General de Pesca y Acuacultura Sustentables.

**b. Explique la manera en que contribuiría a solucionar la problemática identificada**

Dada la situación que enfrentan las poblaciones de los tiburones martillo, así como las amenazas que estos enfrentan y que se describen en el MER, su inclusión en la NOM-059-SEMARNAT-2010, permitirá que su aprovechamiento se dé en el marco de la regulación de la vida silvestre, promoviendo de esta manera orientar la pesquería hacia la sustentabilidad, en el mediano y largo plazos.

**c. Si existen otras acciones regulatorias vigentes directamente aplicables a la problemática identificada de la especie, explique porqué son insuficientes:**

A la fecha, se encuentran vigentes la Ley General de Pesca y Acuicultura Sustentables, la norma oficial mexicana NOM-029-PESC-2007, los acuerdos por los que se establece la época y zonas de veda de diversas especies , sin embargo estos han sido insuficientes ya que no están dirigidos específicamente a las especies *S. lewini*, *S. zygaena* y *S. mokarran*, ni han incidido en reducir o eliminar la presión de la pesca sobre los neonatos, juveniles ni hembras preñadas, haciendo más difícil la recuperación de las especies.

**f) Análisis de costos. Identifique los costos y los grupos o sectores que incurrirían en dichos costos de ser aprobada la propuesta (por ejemplo, costos de capital, costos de operación, costos de transacción, costos de salud, medio ambiente u otros de tipo social); señale su importancia relativa (alta, media, baja) y de ser posible, cuantifíquelo.**

Los costos de implementación de la regulación que se deriva de la incorporación de los tiburones martillo a la NOM-059 y la SEMARNAT desarrolle una batería de instrumentos para su **regulación**” implica que los agentes regulados tendrán que someter a la consideración de la autoridad una propuesta de tasa de aprovechamiento con base en los resultados del estudio de poblaciones y el plan de manejo que éstos deben elaborar.

**g) Análisis de beneficios. Identifique beneficios y los grupos o sectores que recibirían dichos beneficios (consecuencias positivas que ocurrirían) de ser aprobada la propuesta; señale su importancia relativa (alta, media, baja) y de ser posible, cuantifíquelo.**

Dada la situación de las poblaciones de los tiburones martillo, así como las amenazas que estos enfrentan, se estima que su inclusión en la NOM-059, dará elementos necesarios a la autoridad para establecer medidas y regulaciones técnicas que orienten la pesquería hacia la sustentabilidad. Por otro lado, imponer límites al aprovechamiento extractivo de neonatos, juveniles y hembras preñadas contribuirá a incrementar el reclutamiento y, dadas las características biológicas de la especie, en el mediano plazo recuperar sus poblaciones. Se estima que, si se protege a *S. lewini*, por efecto sombrilla se estaría protegiendo también *S. zygaena* y *S. mokarran*, e incluyendo a otros depredadores como son los pargos, meros y cabrillas, especies que por su importancia ecológica son prioritarios en la salud de los ecosistemas

En la cuestión pesquera, el pescar animales de mayor talla aumenta la biomasa comercializable, generando un incremento en las ganancias, la conservación de las áreas de crianza mantendría también un semillero de nuevos reclutas a la parte adulta, que se traduce en nuevos individuos pescables, la regulación de especies de menor valor económico y que demás ecológicamente hablando son consideradas oportunista se vería controlado a límites bajos evitando llenar las capturas con especies que va a ser descartadas como fauna de acompañamiento.

Por otro lado, al mantener a los neonatos y juveniles de estas especies en niveles de recuperación poblacional, estos mantendrán el control de sus presas, entre ellas pequeñas rayas y bagres, que han visto su aumento en las playas turísticas, siendo un beneficio directo a la industria turística, toda vez que los bañistas pueden caminar más seguros a media agua.

**h) Una propuesta general de medidas de seguimiento de la especie, aplicables para la inclusión, cambio o exclusión que se solicita.**

A efecto de dar seguimiento a los resultados que derivan de la aplicación de las regulaciones para especies en riesgo, se proponen las siguientes medidas de seguimiento:

- Programas locales para apoyo a la reconversión productiva (Secretaría de Turismo).
- Aumentar la vigilancia en las áreas de crianza ya identificadas y determinar otras áreas críticas para la especie, en colaboración con el INAPESCA e instituciones de investigación y educación superior
- Revisar nuevas tecnologías de pesca en colaboración con el INAPESCA y otras instituciones de educación superior y el sector productivo a fin de reducir la captura incidental.
- Implementar un programa de etiquetado correcto de productos pesqueros en los mercados (Pérez-Jiménez 2015)
- Revisar la sobrevivencia a la liberación después de la captura (*sensu* Corgos y Rosende, 2014), a fin de establecer tallas mínimas de captura.
- Establecer cuotas de captura, tallas mínimas de captura e incentivar programas de aprovechamiento integral para los productores que poseen permisos de pesca de tiburón.
- Diseñar e implementar talleres de capacitación y sensibilización de la población en zonas costeras y productores sobre la importancia de aprovechar de manera sustentable el recurso.
- Diseñar un programa de certificación de productos pesqueros.

**i) Referencias de los informes y/o estudios publicados que dan fundamento teórico y sustento relativo al planteamiento que se hace sobre la especie o población.**

- Amezcua-Linares F. (2008). Peces demersales del Pacífico de México. Universidad Nacional Autónoma de México Instituto de Ciencias del Mar y Limnología Especialidad en Ictiología. 281p
- Anislado-Tolentino V. (2000). Ecología pesquera del tiburón martillo *Sphyrna lewini* (Griffith y Smith 1834) en el litoral del estado de Michoacán, México. Maestría en Ciencias (Biología de Sistemas y Recursos Acuáticos). Facultad de Ciencias, UNAM. México. 142p.
- Anislado-Tolentino V. (2008). Demografía y pesquería del tiburón martillo, *Sphyrna lewini*, (Griffith y Smith, 1834) (Pisces: Elasmobranchii) en dos provincias oceanográficas del Pacífico mexicano. Tesis Doctorado en Ciencias ICMYL-UNAM. 252 p.
- Anislado-Tolentino V. y C Robinson-Mendoza. (2001). Edad y crecimiento del tiburón martillo *Sphyrna lewini* (Griffith y Smith 1834) en el Pacífico Central de México. Ciencias Marinas 27(4): 501- 520.
- Arellano-Torres A JJ González Cárdenas, C Meléndez Galicia, NW Rodríguez Caballero. (2016). La importancia pesquera de los tiburones incluidos en el Apéndice ii de la citas en aguas de México. Michoacán In JL Castillo-Géniz y J Tovar-Ávila (Eds). Tiburones mexicanos de importancia pesquera en la citas. Capítulo 2 49-52 pp. Instituto Nacional de la Pesca, México.
- Baena ML., G. Halffter et al. 2008. Extinción de especies, en Capital natural de México, vol. I: Conocimiento actual de la biodiversidad. Conabio, México, pp. 263-282.
- Banks S.A (ed). 2016. Manual de Monitoreo Submareal Ecológico para la Reserva Marina de Galápagos. Acuña D., Calderón R., Garske-Garcia L., Edgar G.E., Keith I., Kuhn A., Pépolas R, Ruiz D., Suárez J., Tirado-Sánchez N., Vera M., Vinueza L., & Wakefield E. Conservación Internacional. Ecuador. pp. 13
- Bass AJ, J D'Aubrey., y N Kistnasamy. (1975). Sharks of the east coast of southern Africa. III.- The families Carcharhinidae (excluding *Mustelus* and *Carcharhinus*) and Sphyrnidae. Investigation Reports in Oceanographic Researches Institute. 38: 1-100.
- Bezerra N. CL Macena, A Mendonça, R Bonfil, F Hazin. (2017). First record of the smooth hammerhead shark (*Sphyrna zygaena*) in Saint Peter and Saint Paul Archipelago: range extension for the equatorial region Latin American Journal of Aquatic Research 45(2): 481-484
- Beverton RJH y SJ Holt., (1956). A Review of methods for estimating mortality rates in fish populations with special references to sources of bias in catch sampling. Rapp. P. V. Réun. Cons. Int. Explor. Mer. 140: 67-83
- Beverton RJH y SJ Holt., (1957). On the dynamics of exploited fish populations. *Fish. Invest. Ser.2.* (19): 1-533.

- Bigelow HB. y WC Schroeder. (1948). Fishes of the western North Atlantic, Part I: Lancelets, Cyclostomes, Sharks. *Memoirs of the Sears Foundation for Marine Research*, 1 (1): 59–576
- Bolaño-Martínez N. (2009). Ecología trófica de juveniles de tiburón martillo *Sphyrna zygaena* (Linnaeus, 1758) en aguas ecuatorianas. Tesis de Mestrías en Ciencias. Manejo de recursos marinos. CICIMAR-IPN.
- Bolaño Martínez N, P Díaz Jaimes, U Alcocer M y F Galván Magaña. (2016). The mitochondrial genome of the hammerhead *Sphyrna zygaena*. *Mitochondrial DNA A DNA Mapp Seq Anal.* 27(3):2098-9. doi: 10.3109/19401736.2014.982574.
- Branstetter S. D. (1987). Age, growth and reproductive biology silky shark, *Carcharhinus falciformis* and scalloped hammerhead, *Sphyrna lewini*, from the northwestern Gulf of Mexico. *Environmental of Biology of Fishes.* 19(3): 161-173
- Camhi M. y J Musick. (1998). Sharks suffer from an identity crisis. *Current* 14: 16-21.
- Cárdenas Gómez EP. (2016). Crecimiento y planeación urbana en Acapulco, Cancún y Puerto Vallarta (México). *Revista Investigaciones Turísticas*, (12), pp. 99-120 ISSN: 2174-5609.
- Carrera - Fernández M. y J Martínez – Ortíz. (2007). Reproductive aspects of scalloped hammerhead shark *Sphyrna lewini* (Griffith & Smith, 1834) and smooth hammerhead shark *S. zygaena* (Linnaeus, 1758) in ecuadorian waters. *EPESPO-PMRC.* 51-56
- Castillo-Géniz JL, CJ Godínez-Padilla, I Ortega-Salgado y HA Ajás Terriquer. (2016a). La importancia pesquera de los tiburones incluidos en el Apéndice ii de la citas en aguas de México. Litoral del Pacífico Costa occidental de Baja California. In JL Castillo-Géniz y J Tovar-Ávila (Eds). *Tiburones mexicanos de importancia pesquera en la citas.* Capítulo 2 29-36 pp. Instituto Nacional de la Pesca, México.
- Castillo-Géniz JL, CL Godínez-Padilla, I Ortega-Salgado y HA Ajás-Terriquer. (2016b). La importancia pesquera de los tiburones incluidos en el Apéndice ii de la citas en aguas de México Programa de Observadores de Tiburón (pot). In JL Castillo-Géniz y J Tovar-Ávila (Eds). *Tiburones mexicanos de importancia pesquera en la citas.* Capítulo 2 56-67 pp. Instituto Nacional de la Pesca, México.
- Castro JJ. (1993). The Sharks nursery of Bulls Bay, South Carolina, with a review of the shark nurseries of Southeastern coast of the United States. *Env. Biol. Fish.* (38): 37- 48.
- Castro JJ. (2011). *The Sharks of North America.* Oxford:Oxford University Press
- Castro JJ y J Mejuto. 1995. Reproductive parameters of Blue shark, *Prionace glauca*, and others sharks in the Gulf of Guinea. *Mar. Freshwater Res.* 46: 967 - 973.
- Caswell H., (2001). *Matrix population models.* Sinauer Associates, Inc., Sunderland Massachussets.

- CeDePesca. (2015). La pesquería de pequeños pelágicos de Panamá, evaluación poblacional y recomendaciones para un plan de manejo. CeDePesca-Autoridad de los Recursos Acuáticos de Panamá y Promarina SA.
- Chow, Y. J. 2004. Age and growth of smooth hammerhead, *Sphyrna zygaena*, in the northeastern Taiwan waters. Unpublished MS Thesis, National Taiwan Ocean University, 66 pp. (In Chinese).
- Clarke SC, R Coelho, M Fransis, M Kai, S Kohim, KM Liu, C Simpfendorfer, J Tovar-Avila, C Rigby y J Smart. (2015). Pacific shark life history expert panel workshop: final Report. WCPFC-SC11-2015/EB-IP-13
- Clarke TM, M Espinoza, R Romero Chaves y IS Wehrtmann. (2018). Assessing the vulnerability of demersal elasmobranchs to a data-poor shrimp trawl fishery in Costa Rica, Eastern Tropical Pacific. *Biological Conservation* 217: 321–328
- Coelho R, J Fernandez-Carvalho, S Amorim y MN Santos. (2011). Age and growth of the smooth hammerhead shark, *Sphyrna zygaena*, in the Eastern Equatorial Atlantic Ocean, using vertebral sections. *Aquat. Living Resour.* 24, 351–357
- Compagno LJV. (1990). Alternative life history of cartilaginous fishes in time and space. 33-75 *In: Bruton Michel N. (Guest Ed.) y Balon Eugene K. (Series Ed.). Alternative life-history styles of fishes. Developments in Environmental Biology of Fishes* 10. Reprinted from *Env. Biol. Fish.* 28 (1-4) 1990: with addition of species and subject index. Netherlands. 327 p.
- Compagno LJV. (2001). *Sharks of the world. An annotated and illustrated catalogue of shark species known to date. Vol. 2. Bullhead, mackerel, and carpet sharks (Heterodontiformes, Lamniformes, and Orectolobiformes).* FAO Species Catalogue for Fishery Purposes. No. 1, vol.2. Rome, FAO. 2001. 269 p.
- Corro-Espinosa D. (2016). La importancia pesquera de los tiburones incluidos en el Apéndice ii de la citas en aguas de México. Sinaloa. In JL Castillo-Géniz y J Tovar-Ávila (Eds). *Tiburones mexicanos de importancia pesquera en la citas. Capítulo 2* 39-43 pp. Instituto Nacional de la Pesca, México.
- Cortés E, F Arocha, L Beerkircher, F Carvalho, A Domingo, M Heupe, H Holtzhausen, MN Santos, M Ribera, y C Simpfendorfer. 2010. Ecological risk assessment of pelagic sharks caught in atlantic pelagic longline fisheries. *Aquatic Living Resources*. March 2010 DOI: 10.1051/alr/2009044
- Cortés E. (2000). Life history patterns and correlations in sharks. *Reviews in Fisheries*
- Cortés E. A Domingo, P Miller, R Forselledo, F Mas, F Arocha, S Campana, R Coelho, C Da Silva, F Hazin, H Holtzhausen, K Keene, F Lucena, K Ranírez, MN Santos, Y Sembamurakami y K Yokawa. (2012) Expanded ecological risk assessment of pelagic sharks caught in Atlantic pelagic longline fisheries. *Collect Vol Sci Pap. ICCAT* 71: 2637-2688

- Cruz A., S. R. Soriano, H Santana, CE Ramírez y JJ Valdez. (2011). La pesquería de tiburones oceánicos-costeros en los litorales de Colima, Jalisco y Michoacán. *Revista Biología Tropical*. 59 (2): 655-667.
- del Monte-Luna P, D Lluch-Belda, R Carmona, H Reyes-Bonilla, E ServiereZaragoza, D Auriol-Gamboa, JL Castro-Aguirre, S Guzmán del Prío, O Trujillo-Millan, JF Elorduy-Garay y BW Barry. (2008). Extinciones en el mar: mitos y realidades. *Interciencia*. 33(1): pp. 74-80
- Del Moral-Flores LF, JJ Morrone, J Alcocer Durand, H Espinosa-Pérez y G Pérez-Ponce De León. (2015). Listado anotado de los tiburones, rayas y quimeras (Chondrichthyes, Elasmobranchii, Holocephali) de México. *Arxius de Miscel·lània Zoològica*, 13: 47-163.
- Diemer KM, BQ Mann Y NE Hussey. (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* 2011, 33(2): 229-238
- Duffy L. y S Griffiths. (2017). Resolución de redundancia potencial de atributos de productividad para mejorar las evaluaciones de riesgos ecológicos. Comisión Interamericana Del Atún Tropical. Comité Científico Asesor Octava Reunión. La Jolla, California (EE.UU.) 8-12 de mayo de 2017. Documento SAC-08-07c
- Escobar-Sanchez O. (2010). Bioacumulación y biomagnificación de mercurio y selenio en peces pelágicos mayores de la costa occidental de Baja California Sur, México. Tesis Doctorado en Ciencias en Ciencias Marinas INP-CICIMAR 77
- Furlong-Estrada E, E Ríos-Jara y J Tovar-Ávila. (2014). Evaluación de riesgo ecológico de la pesca artesanal para los tiburones capturados en la entrada del Golfo de California. *Hidrobiológica* 24: 83-97.
- Furlong-Estrada E, F Galván-Magaña y J Tovar-Ávila. (2017). Use of the productivity and susceptibility analysis and a rapid management risk assessment to evaluate the vulnerability of sharks caught off the west coast of Baja California Sur, Mexico. *Fisheries Research* 194 (2017) 197-208
- Furlong-Estrada E, J Tovar-Ávila J, JC Pérez-Jiménez, E Ríos-Jara. (2015). Resilience of *Sphyrna lewini*, *Rhizoprionodon longurio*, and *Carcharhinus falciformis* at the entrance to the Gulf of California after three decades of exploitation. *Ciencias Marinas* 41: 49-63.
- Gallagher AJ, N Hammerschlag, DS Shiffman y ST Giery. (2014). Evolved for Extinction: The Cost and Conservation Implications of Specialization in Hammerhead Sharks. *BioScience* 64: 619-624.
- García JE. (1997). Consecuencias indeseables de los plaguicidas en el ambiente Jaime E. *Agronomía Mesoamericana* 8(1): 119-135.
- García-Hernández, J, L. Cadena-Cárdenas, M Betancourt-Lozano, LMa García-De-La-Parra, L García-Rico y F Márquez-Farías. (2007). Total mercury content found in edible tissues of

top predator fish from the Gulf of California, Mexico, *Toxicological & Environmental Chemistry*, 89:3, 507–522.

- Garza-Gisholt E. (2004). Edad y Crecimiento de *Sphyrna zygaena* (Linnaeus, 1758) en las costas de Baja California Sur, México. Tesis Biología Marina UABCS. 61p
- Gilbert. RC. (1967). A Revision of Hammerhead Sharks (Family Sphyrnidae). *Procc. Us. Nat.Mus.* (119) (3539): 1-88.
- Gonzalez-Pestana A. N Acuña-Perales, J. Coasaca-Cespedes, F Cordova-Zavaleta, J Alfaro-Shigueto, JC Mangel y Pepe Espinoza. (2017a). Trophic ecology of the smooth hammerhead shark (*Sphyrna zygaena*) off the coast of northern Peru. *Fishery Bulletin* 115(4): 451-459
- Gonzalez-Pestana A., J Alfaro-Shigueto, JC Mangel y P Espinoza. (2017a). Niveles de mercurio en el tiburón martillo *Sphyrna zygaena* (Carcharhiniformes: Sphyrnidae) del norte del Perú. *Revista peruana de biología* 24(4): 407 - 411 (diciembre 2017). doi: <http://dx.doi.org/10.15381/rpb.v24i4.14066>
- Gulland JA. (1971). The fish resources of oceans. FAO / Fishing New Books. LTD. Surrey England.
- Guy DS, CL. Ruck, JV. Lopez y MS. Shivji. 2017. Complete mitogenome sequences of smooth hammerhead sharks, *Sphyrna zygaena*, from the eastern and western Atlantic. *Mitochondrial DNA Part B: Resources* 2(2): 806–807.
- Heupel M y C Simpfendorfer. (2002). Estimation of mortality of juvenile blacktip sharks, *Carcharhinus limbatus*, with a nursery area using telemetry data. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 59: 624–632.
- Heupel M, J Carlson J y C Simpfendorfer. (2007). Shark nursery areas: Concepts, definition, characterization and assumptions. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 337: 287–297.
- Hobday A J, ADM Smith, IC Stobutzki, C Bulman, R Daley, JM Dambacher, RA Deng, J Dowdney, M Fuller, D Furlani, SP Griffiths, D Johnson, R Kenyon, IA Knuckey, SD Ling, R. Pitcher, KJ Sainsbury, M Sporcic, T Smith, C Turnbull, TI Walker, SE Wayte, H Webb, A Williams, BS Wise y S Zhou. (2011). Ecological risk assessment for the effects of fishing. *Fisheries Research* 108(2-3): 372–384.
- Iñiguez SL, CG Gutiérrez Corona, R Pérez-López, R Covarrubias Ramírez, A López Mendoza y R. Lizarraga-Arciniega. (2007). La gestión integral en playas turísticas: herramientas para la competitividad *Gaceta Ecológica.* (82). enero-marzo: 77-83
- ITOP. (2014). Efectos de la contaminación por hidrocarburos n el sector de la pesca y acuicultura. Documento de Información Técnica 11. [http://www.itopf.com/uploads/translated/TIP11\\_SPEffectsofOilPollutiononFisheriesandMariculture.pdf](http://www.itopf.com/uploads/translated/TIP11_SPEffectsofOilPollutiononFisheriesandMariculture.pdf)

- Jiménez- Pérez AA. (2015). Genética forense aplicada a la identificación de tiburones en productos marinos mal etiquetados en mercados locales de la península de Baja California. Tesis Biología Marina. Universidad Autónoma de Baja California Sur. 59p
- Landgrave R y P Moreno-Casasola. (2012). Evaluación cuantitativa de la pérdida de humedales en México. *Investigación ambiental*. 4 (1): 19-35
- Lara-Domínguez AL, GJ Villalobos Zapata, E. Rivera Arriaga y A Yáñez-Arancibia. (1992). Caracterización ecológica de la Zona Costera del Estado de Campeche. Informe Técnico Final Proyecto (902466) Convenio C90-01-0551 de la Secretaria de Educación Pública/DGICSA-UAC, 86 p
- Lara-Lara JR, JA Arreola Lizárraga, LE Calderón Aguilera, VF Camacho Ibar, G de la Lanza Espino, A Ma Escofet Giansone, MI Espejel Carbajal, M Guzmán Arroyo, LB Ladah, M López Hernández, EA Meling López, P Moreno Casasola Barceló, H Reyes Bonilla, E Ríos Jara y JA Zertuche González. (2008). Los ecosistemas costeros, insulares y epicontinentales Cap 4. Arenas Fuentes V, S Contreras Balderas y R Millán Núñez (Eds) In *Capital natural de México*, vol. I: Conocimiento actual de la biodiversidad. CONABIO, México, pp. 109-134.
- Lim DD, PM Motta, K Mara y AP. Martin. (2010). Phylogeny of hammerhead sharks (Family Sphyrnidae) inferred from mitochondrial and nuclear genes. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 55 (2010) 572–579
- Linnaeus, C. (1758). *Systema Naturae per regna tria naturae, secundum classes, ordines, genera, species, cum characteribus, differentiis, synonymis, locis*. Editio decima, reformata. Laurentius Salvius: Holmiae. ii, 824 pp.
- Liu ST. (2002). Reproductive biology of the smooth hammerhead, *Sphyrna zygaena*, in northeastern Taiwanese waters. Unpubl. MS thesis, National Taiwan Ocean University. 83 pp. (In Chinese)
- Loor-Andrade PG, F Galván-Magaña, FR Elorriaga-Verplancken, C Polo-Silva y A Delgado-Huertas. (2015). Population and individual foraging patterns of two hammerhead sharks using carbon and nitrogen stable isotopes. *Rapid Commun. Mass Spectrom.* 2015, 29, 821–829.
- Manjusha S, B Madhusoodana-Kurup, N Saravannane y V Narayana-Sanjeevan. (2011). Studies on population structure, mortality, growth and exploitation level of smooth hammerhead *Sphyrna zygaena* (L) (Carcharhiniformes - Sphyrnidae) in the coastal region of Kerala, India. *International Journal of Biosciences (IJB)* ISSN: 2220-6655 (Print) 2222-5234 (Online). 1(6): 14-26
- Maz-Courrau A, C López-Vera, F Galván-Magaña, O Escobar-Sánchez, R Rosíles-Martínez, A Sanjuán-Muñoz. (2012). Bioaccumulation and Biomagnification of Total Mercury in Four Exploited Shark Species in the Baja California Peninsula, Mexico. *Bull Environ Contam Toxicol.* 88:129–134.

- Maz-Courrau A, C López-Vera, F. Galván-Magaña, O. Escobar-Sánchez, R. Rosiles-Martínez, A. Sanjuán-Muñoz (2012). Bioaccumulation and Biomagnification of Total Mercury in Four Exploited Shark Species in the Baja California Peninsula, Mexico. *Bull Environ Contam Toxicol.* 88:129–134 DOI 10.1007/s00128-011-0499-1
- Mendoza-Treviño A, JC Pérez-Jiménez, I Méndez-Loeza y NH Sálazar-Cu. (2014). Evaluación de riesgo ecológico por efectos de la pesca del tiburón martillo *sphyrna lewini* (Griffith & Smith, 1834) en el sur del Golfo de México. VI Simposium Nacional de Tiburones y Rayas. 07 al 12 de abril de 2014, Mazatlán, Sin
- Morales-Muñiz A. (2008). De los peces a las redes. *Archaeobios.* 2: 40-63.
- Musick J. A. (1999). Criteria to define extinction risk in marine fishes. *Fisheries.* 24 (12): 6-14.
- Muus BJ. y JG Nielsen. (1999). Sea fish. *Scandinavian Fishing Year Book*, Hedehusene, Denmark. 340 p.
- Nava-Nava P. y F Marquez-Farias. (2014). Size at maturity of the smooth hammerhead shark, *Sphyrna zygaena*, captured in the Gulf of California. *Hidrobiologica.* 24: 129-135
- NMFS (2015). 2015 Stock assessment and fishery evaluation (SAFE) report for Atlantic Highly migratory species. NOAA Fisheries, US. Department of Commerce, Silver Spring, MD.
- Olguín EJ, MaE Hernández y G Sánchez-Galván. (2007). Contaminación de manglares por hidrocarburos y estrategias de biorremediación, fitorremediación y restauración *Rev. Int. Contam. Ambient.* 23 (3) 139-154
- Ochoa Díaz MaR. (2009). Espectro trófico del tiburón martillo *Sphyrna zygaena* (Linnaeus, 1758) en Baja California sur: Aplicación de d13C y d15N. Tesis Maestría en Ciencias INP-CICIMAR 77
- Padilla y Sotelo LS. (2000). La población en la región costera de México en la segunda mitad del siglo XX. *Investigaciones geográficas*, (41), 81-95. Recuperado en 04 de junio de 2018,
- Parson GR. (2006). *Sharks, rays and skates. A Field guide.* University Press Mississippi Jackson. 165p
- Patrick, W. S., P. Spencer, O. Ormseth, J. Cope, J. Field, D. Kobayashi, T. Gedamke, E. Cortés, K. Bigelow, W. Overholtz, J. Link, y P. Lawson. 2009. Use of productivity and susceptibility indices to determine stock vulnerability, with example applications to six U.S. fisheries. U.S. Dep. Commer., NOAA Tech. Memo. NMFS-F/SPO-101, 90 p.
- Pérez-Jiménez JC, O Sosa-Nishizaki, E Furlong-Estrada D Corro-Espinosa, A Venegas-Herrera y OV. Barragán-Cuencas. (2005). Artisanal Shark Fishery at "Tres Marias" Islands and Isabel Island in the Central Mexican Pacific. *J. Northw. Atl. Fish. Sci.*, Vol. 35: 333–343

- Pérez-Jiménez JC. (2014). Historical records reveal potential extirpation of four hammerhead sharks (*Sphyrna* spp.) in Mexican Pacific waters. *Rev Fish Biol Fisheries* DOI 10.1007/s11160-014-9353-y
- Pérez-Jiménez, J. C. y 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. Universidad de Guadalajara. 62 pp.
- Quattro JM, WB Driggers, JM Grady, GF Ulrich y MA Roberts. (2013). *Sphyrna gilberti* sp. nov., a new hammerhead shark (Carcharhiniformes, Sphyrnidae) from the western Atlantic Ocean. *Zootaxa* 3702 (2): 159–178
- Raimann X, L Rodríguez O, P Chávez y C Torrejón. (2014). Mercurio en pescados y su importancia en la salud. *Rev Med Chile*. 142: 1174-1180
- Roberts CM. (1997). Ecological Advice for the Global Fisheries Crisis. *Trends Ecol. Evol.* 12: 35-38
- Rosa D, R Coelho, J Fernandez-Carvalho y MN Santos.(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.
- SAGARPA. (2007). Norma oficial mexicana NOM-029-PESC-2006, pesca responsable de tiburones y rayas. Especificaciones para su aprovechamiento. Diario oficial de la Federación. Miércoles 14 de febrero de 2007. Primera sección. 44p
- SECRETARIA DE SALUD. (1993). NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-027-SSA1-1993, bienes y servicios. productos de la pesca. pescados frescos-refrigerados y congelados. especificaciones sanitarias. Diario Oficial de la Federación.
- SECRETARÍA DE SALUD. (1995). NOM-031- SSA1-1993. Bienes y Servicios. Productos de la pesca. Moluscos bivalvos frescos, refrigerados y congelados. Especificaciones Sanitarias. México, D. F. Disponible en: <http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/031ssa13.html>. Última consulta: 30 de enero de 201
- SEMARNAT (2010). Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2010, Protección Ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio- Lista de especies en riesgo. *Diario Oficial de la Federación*. 2da ed. 2da sección: 1-77
- Springer S. (1967). Social organization of shark population. In: Gilbert. P. W., R. F. Mattheewson., y D. Rall., (Eds). *Sharks, Skates and Rays*. The Johns Hopkins Press Baltimore, Maryland. 624 p.
- Springer VG y JP Gold. (1989). *Shark in question*. Smithsonian Institution Press. Washington D. C. 187 p

- Stevens JD, R. Bonfil, NK Duluy, y PA Walker. (2000). The effects of fishing on sharks, rays and chimeras (Chondrichthyans), and the implications for marine ecosystems. *ICES J. Mar. Sci.* 57: 476-494.
- Stevens, J.D. (1984) Biological observations on sharks caught by sport fishermen off New South Wales. *Australian Journal of Marine and Freshwater Research* 35: 573-590.
- Storelli M., E Ceci, A Storelli y G Marcotrigiano. (2003). Polychlorinated biphenyl, heavy metal and methylmercury residues in hammerhead sharks: contaminant status and assessment. *Marine Pollution Bulletin* 46:1035–1039.
- Tambutti M, A Aldama, O Sánchez, R Medellín y J Soberón. (2001). La determinación del riesgo de extinción de especies silvestres en México. *Gaceta Ecológica.* 61: 11-21
- Tovar-Ávila J. (2016). La importancia pesquera de los tiburones incluidos en el Apéndice ii de la citas en aguas de México. Nayarit. In JL Castillo-Géniz y J Tovar-Ávila (Eds). *Tiburones mexicanos de importancia pesquera en la citas.* Capítulo 2 44-45 pp. Instituto Nacional de la Pesca, México.
- Vooren CM, S Klippel y A Beal-Galina. *Biología e status de conservação dos tubarões-martelo *Sphyrna lewini* e *S. zygaena*.* (2005). In: Carolus Maria Vooren e Sandro Klippel (eds.) *Ações para a conservação de tubarões e raias no sul do Brasil.* Porto Alegre: Igaré, 2005. 262 p. (ISBN 85--99751--01--8)
- White WT, PR Last, JD Stvens, GK Fahmi, Dharmadi. (2006). *Economically important sharks & rays of Indonesia.* Australian Center for International Agricultural Research, Camberra, Australia.
- Wourms JP. (1981). Viviparity: The maternal-fetal relationship in fishes. *AM. Zool.* 21: 473-515
- Yáñez-Arancibia, A. y R. Nugent. (1977). El papel ecológico de los peces en estuarios y lagunas costeras. *An. Centro Cien. Mar Limnol. Univ. Nal. Auton. México,* 4: 107-117.

## MATERIAL WEB

Computer generated distribution maps for *Sphyrna zygaena* (Smooth hammerhead), with modelled year 2100 native range map based on IPCC A2 emissions scenario. [www.aquamaps.org](http://www.aquamaps.org), version of Aug. 2016. Web. Accessed 10 Jun. 2018.

## **j) Ficha resumen de la información anterior**

**Nombre científico:** *Sphyrna zygaena* (Linnaeus, 1758)

**Categoría propuesta:**

Amenazada

**Distribución:** 50% de territorio nacional en el Pacífico y Golfo de México

**Diagnóstico:** Especie cuya densidad, abundancia, diversidad genética y estructura la coloca en peligro por la sobre-explotación pesquera debido a la captura de crías y a los cambios antropizantes de su hábitat. Es altamente dependiente de su hábitat presentando filopatría a sus áreas de crianza en las zonas costeras, estos tiburones están considerados en peligro crítico por la UICN e incluidos en CITES. La problemática pesquera, la destrucción de su hábitat aunado a la contaminación de los mares, ha mermado sus poblaciones e incluso envenenado su carne por la acumulación de mercurio.

Su importancia ecológica como depredador tope es alta, ya que la disminución de este tiburón, y de algunas otras especies más, han provocado el desequilibrio trófico de las comunidades marinas, donde las especies oportunistas de mayor capacidad como depredadores al ser omnívoras, aumentan sus densidades poblacionales disminuyendo las poblaciones de especies suntuarias como son los camarones, langostas y peces denominados de escama fina. Estas especies oportunistas son de menor valor económico que el de sus depredadores, por lo que el regular la explotación de los tiburones martillos mediante su inclusión a la NOM-059-ECOL en calidad de ***Protección especial***, permitirá la recuperación de la población a niveles mínimos aceptables para una explotación sustentable basada en los mejores indicadores ecológicos y por ende mejorar la salud del ecosistema marino.

**Total MER:** 11

Criterio A: 1

Criterio B: 3

Criterio C: 3

Criterio D: 4

**Responsables de la propuesta:**

**Nombre:** Dr. Vicente Anislado Tolentino

**Domicilio:** Boulevard del Cimatario 439. Col Constelación. Querétaro. México. CP 76087

**Teléfono:** 01 (42) 623 7563.

**Fax:** NA

**Correo electrónico:** [anislado@gmail.com](mailto:anislado@gmail.com)

**Institución Proponente:** *Pelagios Kakunjá A.C.* Cuauhtémoc 155, entre Francisco I. Madero y Belisario Domínguez, Colonia Pueblo Nuevo, La Paz Baja California Sur, México. C.P. 23060.  
Teléfono: 01(612) 122 6001.

**Director general:** *Dr. Mauricio Hoyos Padilla, Co Director: James Ketchum Mejia*

**Correo electrónico:** [mauricio@pelagioskakunja.org](mailto:mauricio@pelagioskakunja.org); [james@pelagioskakunja.org](mailto:james@pelagioskakunja.org)

## **METODO DE EVALUACION DEL RIESGO DE EXTINCION DE LAS ESPECIES SILVESTRES EN MEXICO**

### **Tiburón Martillo o cornuda prieta**

#### ***Sphyrna zygaena* (Linnaeus, 1758).**

Durante ya casi 11 años de que entró en vigor la NOM-029-PESC-2006, las poblaciones de tiburones martillo aun no se han visto recuperadas, ya que durante las temporadas de pesca siguen sin observarse en abundancia a los individuos de más de 200 cm de LT. Con una evidente declinación y una fragilidad frente a la sobrepesca y al deterioro ambiental de su hábitat, se ha hecho imperativo evaluar el estado de la especie utilizando los criterios establecidos en el Método de Evaluación del Riesgo de Extinción (MER) de la NOM-059 SEMARNAT-2010.

El resultado de la presente evaluación arrojó un valor total de **11 puntos**, equivalente a la categoría de AMENAZADA (**A**). El valor obtenido refleja los valores que se han asignado a cada criterio se mantuvieron altos, excepto para la distribución, pero que en el orden de ideas esta distribución se ve amenazada por los cambios antropizantes que a diario ocurren, que van desde la explotación (y que siempre han sido las más impactantes) hasta el cambio de uso de suelo en la costa y la contaminación, mismos que influyen negativamente a la supervivencia de los grupos más vulnerables de la población que son las crías. La única medida de manejo que existe para la protección de esta especie se relaciona con el periodo de veda implementado en el 2012 por el gobierno mexicano (DOF, 2012).

**Criterio A = 1 amplia.** Se contó con registros de captura georeferenciados en las flotas deportivas, ribereñas, mediana altura y altura (archivos del responsable), con lo que se estimó que el área de distribución de *Sphyrna zygaena* es de 1,576, 170 km<sup>2</sup> que representa el 80 % de la ZEE.



Mapa de distribución conocida de *Sphyrna zygaena* escala 1:4,000,000. Elaborado por CONABIO, junio 2018. Mapa base: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. (2011). 'Zona Económica Exclusiva de México'. Límite Nacional 1:250000. Modificado de Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), Lugo-Hupb J., Vidal-Zepeda, R., Fernández-Equiarte, A., Gallegos-García, A., Zavala-H, J. y otros (1990). 'Zona Económica Exclusiva de México'. Extraído de Hipsometría y Batimetría, I.I.I. Atlas Nacional de México. Vol. I. Escala 1:4000000. Instituto de Geografía, UNAM. México

**Criterio B = 3 hostil o muy limitante.** Esta especie tiene una distribución restringida al Pacífico y sus mayores abundancias al norte de esta región- El hábitat se analizó de manera integral con respecto al desarrollo integral del taxón. *Sphyrna zygaena* es una especie costero-oceánica y sus primeras etapas de desarrollo depende de zonas someras cercanas a humedales, así que los efectos negativos de las actividades humanas son directos.

Los desechos de la mancha urbana y de las industrias (hoteleras, agropecuarias y otras), así como el cambio de uso de suelo y hasta la explotación pesquera, afectan de sobremanera a algunas de las

zonas denominadas de crianza ya que se aprecian de inmediato disminución del tamaño poblacional o ausencia de los elasmobranchios y de sus presas.

**Criterio C = 3. Vulnerabilidad alta.** La especie presenta alta vulnerabilidad por su baja productividad, ya que su tasa de crecimiento individual es lenta, tiene una fecundidad baja, y un nivel trófico de depredador tope, lo cual reduce las ventajas de un incremento poblacional de productividad media, ya que presentan una fuerte densodependencia y patrones de filopatría bien establecidos. Para esta especie, cualquier cambio en la mortalidad se disminuye de manera exponencial el tamaño de sus poblaciones hasta niveles de extinción comercial, es decir que serán tan pocos que dejarán de aparecer en las pesquerías. Actualmente y aun con los esfuerzos que la NOM-029-PESC-2006 ha impulsado, los tiburones martillo no ven una recuperación de la densidad de sus poblaciones, demostrando de manera palpable la alta vulnerabilidad que el taxón posee frente a la sobreexplotación y deterioro de su hábitat.

**Criterio D = 4. Alto impacto.** Esta especie se ha estudiado mayormente en el norte de Pacífico mexicano, constatando que incluso su morfología externa la hace vulnerable a las artes de pesca pasivas, su hábito de usar áreas de crianza y ser vivíparas pone al taxón en gran desventaja ante la pesca ribereña y de mediana altura. Pero el taxón enfrenta los efectos de otras actividades humanas que no solo involucra su explotación como un recurso alimentario, sino también la pérdida de hábitat por el cambio de uso de suelo tanto por el incremento de la mancha urbana y de la industria (turística, agropecuario, química entre otras), y en este caso la pérdida del flujo genético por lo que se plantea incluir la especie en el listado de la NOM-059-ECOL-2010 para prevenir un desastre ecológico eminente.

De ser aceptada la propuesta, el seguimiento del estado de salud de esta especie será más apoyada por todos los sectores ya que al ser un depredador tope se generará el efecto sombrilla, es decir que protegiendo a este se protegerán a muchas otras especies que habitan de manera simpátrica con el tiburón martillo.