



Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Estudios Superiores Iztacala

**Evaluación de riesgo ecológico de diez especies de
batoideos capturadas en la pesca artesanal del Golfo de
California**

TESIS QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE BIÓLOGO
PRESENTA:

FELIPE IGNACIO ROCHA GONZÁLEZ

DIRECTOR DE TESIS:
M.C. LUZ ERANDI SALDAÑA RUIZ

LOS REYES IZTACALA, TLALNEPANTLA DE BAZ, ESTADO DE MÉXICO, 2016.



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

COMITÉ DE TESIS:

M.C. EMILIANO GARCÍA RODRÍGUEZ

Dra. MÓNICA GONZÁLEZ ISÁIS

M.C. HÉCTOR MARCOS MONTES DOMÍNGUEZ

Dr. SERGIO CHÁZARO OLVERA

DEDICATORIAS

A toda mi familia, pero sobre todo a mi Mummy (Edith González Contreras), a mi Puppy (Felipe Rocha Guerrero), a la Pista (Daniel Alejandro Rocha González), al Gely (Felipe Rocha Hinojosa) y a Chelinga (Graciela Guerrero Díaz).

AGRADECIMIENTOS

La primera persona a la cual me gustaría agradecer es a mi directora de tesis Luz Erandi Saldaña Ruiz, porque sin saber el lío en el que se metía siempre estuvo dispuesta a brindarme su tiempo, paciencia y apoyo para sacar un buen proyecto. Ha sido todo un honor ser tu primer Padawan y poder trabajar contigo. May the force be with you. Igualmente quiero agradecerle a Emiliano García Rodríguez porque estuvo en todo momento dispuesto a ayudarme a resolver mis dudas, además de haber aceptado ser parte de mi comité de tesis.

Al “Doc” (Oscar Sosa Nishisaki) por darme la oportunidad de integrarme al equipo de trabajo del Laboratorio de Ecología Pesquera, especialmente porque él sabía que viniendo de Iztaharvard era una mala idea jaja, muchas gracias Doc.

A todas las personas que forman parte de la bandita del “Lab”, especialmente a Carmencita, Elea, Masao y Rafa, quienes junto a Luz, Emiliano y el Doc fueron de vital importancia para la realización de mi tesis, literalmente les debo un día de su vida a todos ustedes, muchas gracias.

A todos los amigos que hice en Ensenada especialmente para Aurora, Itzel y Fernando, quienes sin conocerme me dieron asilo cuando llegué por primera vez aquí. También quiero agradecerle especialmente a Richi quien también sin conocerme me trató como si lo hiciera desde hace años, muchas gracias por tu amistad.

A todos los profesores que conocí en la FES Iztacala, especialmente a la Dra. Mónica González Isáis, al M.C Héctor Marcos Montes Domínguez y al Dr. Sergio Cházaro Olvera, sin el apoyo de ustedes no hubiera podido hacer mi tesis en Ensenada.

A todos los amigos que hice durante la carrera, ustedes la hicieron algo aún más especial, especialmente Magenta, la Nutria, Vane, May, Karliforme, mi

Ñño, el Bebé, Dieguito rasta, el Titi, el Chino, el Maiky y el guerrero Guelaguetzar, ustedes saben lo que significan para mí y todas las locuras que hemos podido pasar juntos. También agradezco a mis amigos de toda una vida Peter, Yishi, Memo, Zubi y Abeja.

A mi familia, por estar siempre en la mejor disposición de apoyarme aún en los momentos más difíciles y descabellados, por haberme brindado las mejores armas para poder cumplir mis sueños en el momento y lugar adecuados. Creo que jamás podré demostrarles el amor que siento por todos ustedes.

Finalmente me gustaría agradecerle a Mary Jose Rozete Navarro, sí, así se escribe. Además de todo el amor, cariño y apoyo que me has dado fuiste la persona que me motivó a participar en el PROMOBI, desencadenando una serie de eventos que me llevaron a la realización de este trabajo. Muchas gracias por todo Poshi.

Índice

1. Resumen	1
2. Introducción	2
3. Antecedentes	5
4. Hipótesis	9
5. Objetivos.....	10
5. 1 Objetivo general.....	10
5. 2 Objetivos particulares.....	10
6. Materiales y Métodos.....	11
6. 1 Área de estudio.....	11
6. 2 Selección de especies y recopilación de información biológica y pesquera.....	13
6. 3 Análisis de productividad y susceptibilidad	14
6. 3. 1 Ponderación de los atributos de productividad y susceptibilidad	14
6. 3. 2 Productividad, susceptibilidad y vulnerabilidad	15
6. 3. 4 Calidad de información.....	18
7 Resultados.....	20
7.1 Selección de especies y recopilación de información biológica y pesquera.....	20
7.2 Ponderación de los atributos de productividad y susceptibilidad	21
7.3 Productividad, susceptibilidad y vulnerabilidad de las especies seleccionadas .	22
8. Discusión	26
8.1 Selección de especies y recopilación de información biológica y pesquera.....	26
8.2 Ponderación de los atributos de productividad y susceptibilidad	27
8.3 Productividad, susceptibilidad y vulnerabilidad de las especies seleccionadas .	29
8.4 Calidad de información.....	33
8.5 Discusión general.....	33
9. Conclusiones	35
10. Recomendaciones	36
11. Literatura consultada.....	37

12. Anexos.....	52
-----------------	----

Lista de Figuras

Figura 1. Mapa del Golfo de California, obtenido mediante un Sistema de Información Geográfica (SIG, ArcGis versión 10.3). 12

Figura 2. Gráfico PSA en el cual se observa los valores de productividad y susceptibilidad obtenidos para cada especie. Los códigos numéricos de las especies se detallan en la tabla 5. Las isóclinas azul y roja dividen categorías de vulnerabilidad en la cual se ubicaron las diferentes especies. Además se describen los resultados de la calidad de información utilizada para la obtención de los valores de productividad y susceptibilidad.....24

Figura 3. Gráfico PSA en el cual se observa los valores de productividad y susceptibilidad obtenidos para cada especie. Los códigos numéricos de las especies se detallan en la tabla 5. Las isóclinas azul y roja dividen categorías de vulnerabilidad en la cual se ubicaron las diferentes especies. Además se describen los resultados de la calidad de información utilizada para la obtención de los valores de productividad y susceptibilidad.....25

Lista de tablas

Tabla 1. Ponderación de los atributos de productividad y susceptibilidad (Tomados de Patrick et al. 2010).....	14
Tabla 2. Atributos para determinar la productividad de un stock e intervalos para calificarlos (Tomados de Patrick et al. 2010).....	16
Tabla 3. Atributos para determinar la productividad de un stock e intervalos para calificarlos (Tomados de Patrick et al. 2010).....	17
Tabla 4. Criterios para calificar la calidad de información utilizados cuando se evalúa la productividad y susceptibilidad de un stock individual (Tomados de Patrick et al. 2010).....	19
Tabla 5. Especies de batoideos seleccionadas y su estatus en la lista roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN por sus siglas en inglés).....	10
Tabla 6. Ponderación establecida para los diferentes atributos de productividad y susceptibilidad.....	21
Tabla 7. Valores de productividad, susceptibilidad y vulnerabilidad obtenidos para cada especie. Las especies se ordenaron de mayor a menor vulnerabilidad.....	22
Tabla 8. Valores de productividad obtenidos para cada especie y sus categorías.....	22
Tabla 9. Valores de susceptibilidad obtenidos para cada especie y sus categorías....	23
Tabla 10. Especies de batoideos capturadas en la pesca artesanal del Golfo de California y su estatus en la lista roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN por sus siglas en inglés).....	53
Tabla 11. Información biológica y pesquera de <i>D. dipterura</i> . Golfo de California (GC), Pacífico mexicano (PM), Pacífico (P).....	56
Tabla 12. Información biológica y pesquera de <i>G. marmorata</i> . Golfo de California (GC), Pacífico mexicano (PM).....	57
Tabla 13. Información biológica y pesquera de <i>M. californica</i> . Golfo de California (GC), Pacífico mexicano (PM), Pacífico (P).....	58
Tabla 14. Información biológica y pesquera de <i>N. entemedor</i> . Golfo de California (GC), Pacífico mexicano (PM).....	59
Tabla 15. Información biológica y pesquera de <i>R. velezi</i> (* = información de <i>R. inornata</i>). Golfo de California (GC), Pacífico mexicano (PM), Pacífico (P).....	60

Tabla 16. Información biológica y pesquera de <i>R. glaucostigma</i> (* = información de <i>R. productus</i>). Golfo de California (GC), Pacífico mexicano (PM), Pacífico (P).....	61
Tabla 17. Información biológica y pesquera de <i>R. productus</i> . Golfo de California (GC), Pacífico mexicano (PM), Pacífico (P).....	62
Tabla 18. Información biológica y pesquera de <i>Z. exasperata</i> . Golfo de California (GC), Pacífico (P).....	63
Tabla 19. Información biológica y pesquera de <i>R. steindachneri</i> . Golfo de California (GC), Pacífico mexicano (PM).....	64
Tabla 20. Información biológica y pesquera de <i>U. maculatus</i> (* = información de <i>U. halleri</i>). Golfo de California (GC), Pacífico (P).....	65
Tabla 21. Calificación asignada a los atributos de cada especie. <i>D. dipterura</i> (DD), <i>G marmorata</i> (GM), <i>M. californica</i> (MC), <i>N. entemedor</i> (NE), <i>R. velezi</i> (RV), <i>R. glaucostigma</i> (RG), <i>R. productus</i> (RP), <i>Z. exasperata</i> (ZE), <i>R. steindachneri</i> (RS), <i>U. maculatus</i> (UM).....	67
Tabla 22. Calidad de información asignada a los atributos de cada especie. <i>D. dipterura</i> (DD), <i>G marmorata</i> (GM), <i>M. californica</i> (MC), <i>N. entemedor</i> (NE), <i>R. velezi</i> (RV), <i>R. glaucostigma</i> (RG), <i>R. productus</i> (RP), <i>Z. exasperata</i> (ZE), <i>R. steindachneri</i> (RS), <i>U. maculatus</i> (UM).....	68

1. Resumen

La captura artesanal de batoideos representa una importante fuente de empleo y alimento en México, especialmente para los estados que rodean al Golfo de California. A pesar de ello las estrategias de manejo que se han desarrollado en torno a su pesca han sido históricamente escasas. En la actualidad la captura de las diferentes especies de batoideos se registra en los anuarios estadísticos de pesca oficiales bajo el término de “Rayas y similares”. A pesar de su importancia se desconocen numerosos aspectos sobre la biología y pesca de las especies capturadas, por lo que la elaboración de planes de manejo adecuados para su aprovechamiento se ve obstaculizada. Lo anterior representa un problema serio ya que al parecer las características biológicas de los batoideos limitan la capacidad de sus poblaciones para soportar una presión pesquera alta.

En años recientes las evaluaciones de riesgo ecológico han demostrado ser una herramienta útil para identificar aquellas especies en las cuales se debe priorizar políticas de manejo pesquero e investigación. Una evaluación de riesgo es el análisis de productividad y susceptibilidad, mediante la cual se evalúa la vulnerabilidad de una especie en relación con su productividad biológica y su susceptibilidad a la pesca. En el presente estudio se realizó este tipo de análisis para evaluar la vulnerabilidad de 10 especies de batoideos capturadas en la pesca artesanal del Golfo de California. Los resultados mostraron que el 80% de las especies analizadas presentaron una productividad baja y el 70% una susceptibilidad moderada a las actividades pesqueras. Las especies más vulnerables fueron *Rhinobatos productus*, *Dasyatis dipterura*, *Rhinoptera steindachneri*, *Zapteryx exasperata* y *Rhinobatos glaucostigma*, por lo cual se recomienda focalizar futuros esfuerzos en investigación y estudios más robustos para estas especies. Por último se recomienda priorizar la investigación de las especies *R. glaucostigma*, *U. maculatus* y *R. velezi* ya que presentaron el mayor déficit de información.

Palabras clave: Análisis de riesgo ecológico, productividad, susceptibilidad, vulnerabilidad, batoideos, pesca artesanal, Golfo de California.

2. Introducción

Los elasmobranquios son un importante recurso pesquero en México, ya que hasta el 90% de las capturas se destinan al consumo humano local (DOF 2007; Bizzarro *et al.* 2009a). Además se utilizan para la elaboración de harinas y exportar aletas a países orientales (Sosa-Nishisaki *et al.* 2008; Cartamil *et al.* 2011; Furlong-Estrada *et al.* 2014). Su captura se realiza en ambos litorales del país desembarcando en 2014 un total de 36,194 toneladas, obtenidas en su mayoría (69%) del litoral del Pacífico (SAGARPA 2014). En México la pesca de elasmobranquios se lleva a cabo por tres unidades pesqueras según el tamaño de la embarcación: pesca de altura, de mediana altura y artesanal o ribereña, siendo esta última la más importante ya que contribuye con hasta el 40% de la producción nacional de elasmobranquios (DOF 2007). Esta pesquería se ha caracterizado por ser multi-específica y operar sobre la abundancia estacional de diferentes especies, utilizando embarcaciones menores a los 10.5 metros de eslora y artes de pesca con un relativo limitado desarrollo tecnológico (Bizzarro *et al.* 2007a, DOF 2007).

Las principales pesquerías artesanales del país se han desarrollado en el litoral del Pacífico, especialmente en el Golfo de California (GC) (Alcalá 2003), por lo que ha sido considerado como una de las regiones pesqueras de mayor importancia en México (Bizzarro *et al.* 2007a). Esta región se ha caracterizado porque la captura de batoideos suele ser mayor a la de los tiburones, principalmente en la zona (Bizzarro *et al.* 2009a; Smith *et al.* 2009a). Por tal motivo los batoideos representan una importante fuente de alimento y empleo en el GC, especialmente cuando otros recursos de mayor valor económico como el camarón y la sierra escasean o se encuentran en temporada de veda (Márquez-Farías 2011).

Los batoideos son en su mayoría depredadores activos de organismos que se encuentran en el fondo marino (Bizzarro *et al.* 2007b). Debido a esto los batoideos desempeñan un papel importante en las redes tróficas, principalmente en zonas costeras, favoreciendo el flujo de materia y energía entre el ambiente pelágico y demersal (Flores-Ortega *et al.* 2015). La mayoría

de las especies de batoideos se caracterizan por poseer un lento crecimiento, madurez sexual tardía, largos periodos de gestación y baja fecundidad (Frisk 2010). Estas características limitan la capacidad de las poblaciones de batoideos para recuperarse rápidamente de una actividad extractiva como la pesca (Dulvy *et al.* 2000; Dulvy y Reynolds 2002; Simpfendorfer y Kyne 2009).

La captura de batoideos en México ha sido escasamente regulada a pesar de su importancia económica y ecológica (Bizzarro *et al.* 2009a; Flores-Ortega *et al.* 2015). Una de las primeras medidas de manejo fue el establecimiento de una moratoria de nuevos permisos para la captura de batoideos y tiburones en 1993 (Castillo-Géniz *et al.* 1998). Esta moratoria se implementó con el objetivo de no incrementar el esfuerzo pesquero mientras no se conociera el estado de las diferentes poblaciones de elasmobranquios (Castillo-Géniz *et al.* 1998). Las capturas de batoideos comenzaron a registrarse en los Anuarios Estadísticos de Acuicultura y Pesca a partir del año de 1997, agrupando a todas las especies bajo el término de “Rayas y similares” (CONAPESCA-INAPESCA 2004). En el 2007 se publicó la NOM-029-PESC-2006, la primera estrategia de manejo formal que promovió el aprovechamiento racional y sostenible de los elasmobranquios. En esta norma se define el equipo y esfuerzo pesquero autorizado para la captura de elasmobranquios y se implementa el uso de bitácoras pesqueras (DOF 2007). La estrategia de manejo más reciente que se ha tomado en torno a los batoideos es el establecimiento de un periodo de veda temporal, el cual inicia el primero de mayo y termina el 31 de julio (DOF 2012).

En la actualidad estas medidas continúan siendo poco eficaces para el manejo de los batoideos en México. La principal deficiencia es que no existe una descripción de capturas por especie y esto resulta en un desconocimiento de la composición específica de este recurso, así como de las especies con mayor contribución a las capturas, estructura de tallas e información sobre la captura por unidad de esfuerzo (CPUE) (Bizzarro *et al.* 2009a, b, c). Aunado a esto existen numerosas especies de batoideos para las cuales se cuenta con limitada información biológica. Debido a esto el análisis de sus poblaciones y la

elaboración de adecuados planes de manejo pesquero se han visto obstaculizados (Smith *et al.* 2009 a; Márquez-Farías 2011).

Lo anterior pone en evidencia la necesidad de implementar métodos rápidos de evaluación que permitan identificar aquellas especies de batoideos que requieren medidas de protección urgentes (Walker 2005). Utilizando para ello la limitada información disponible. En años recientes las Evaluaciones de Riesgo Ecológico (ERA por sus siglas en inglés) han resultado ser una alternativa rápida y sencilla a esta problemática (Hobday *et al.* 2007; Hobday *et al.* 2011). En el presente estudio se realizó una ERA a las especies de batoideos de mayor importancia en la pesca artesanal del GC. Esto se realizó con la finalidad de identificar aquellas especies que son más vulnerables a esta pesquería, permitiendo priorizar futuras medidas de protección sobre aquellas especies con una alta vulnerabilidad e incentivar las investigaciones que en un futuro ayuden a desarrollar políticas de manejo pesquero específicas.

3. Antecedentes

Comparada con la pesca artesanal de tiburones la captura artesanal de batoideos es una actividad relativamente nueva en México, la cual comenzó a desarrollarse en el GC con la introducción de redes de enmalle de fondo a principios de la década de los 90 (Márquez-Farías 2002). Desde entonces la captura artesanal de batoideos se ha convertido en una actividad de gran importancia en el GC ya que representa una valiosa fuente generadora de empleo y alimento. En años recientes los intentos por evaluar las diferentes poblaciones de batoideos en el GC han incentivado la investigación sobre la edad y crecimiento, biología reproductiva y selectividad de sistemas de captura de algunas de las especies con los mayores volúmenes de captura (Márquez-Farías 2005; Castillo-Géniz 2007; Márquez-Farías 2007; Blanco-Parra *et al.* 2009a; Márquez-Farías 2011). Sin embargo, aún no existen medidas de manejo específicas para las diferentes especies de batoideos, ni siquiera a nivel de grupo ya que en las medidas existentes también se incluyen a las especies de tiburones (Bizarro *et al.* 2007; DOF 2007). Esta problemática no solo se presenta en nuestro país ya que es muy común en países en desarrollo. En Colombia por ejemplo, la captura artesanal de batoideos era abundante hace poco menos de 25 años, sin embargo, las condiciones sociales y económicas de las comunidades vinculadas con la captura artesanal de batoideos ahora se ven comprometidas si no se plantea el fortalecimiento de las medidas de ordenamiento pesquero (Palacios-Barreto *et al.* 2008).

La carencia de datos para realizar evaluaciones formales (análisis de stock) es la principal razón que ha obstaculizado el manejo a nivel de especie para los batoideos capturados en la pesca artesanal del GC (Smith *et al.* 2009a; Márquez-Farías 2011). Debido a esto se requieren métodos que permitan evaluar estas poblaciones utilizando la limitada información disponible. Una solución a esta problemática es realizar una ERA. Las ERA son un método flexible utilizado para determinar la probabilidad de que efectos ecológicos adversos ocurran o estén ocurriendo como resultado de la exposición a uno o más agentes estresantes, proporcionando un elemento crítico para la toma de decisiones ambientales (EPA 1998). Para ello una ERA utiliza, organiza y

analiza datos, información, hipótesis e incertidumbres, tomando en cuenta otros factores como por ejemplo: sociales, legales, políticos o económicos (EPA 1992).

Una ERA enfocada a pesquerías es el Análisis de Riesgo Ecológico por Efectos de Pesca (ERAEP por sus siglas en inglés), el cual consta de tres niveles: un primer nivel cualitativo, un segundo nivel semi-cuantitativo y un tercer nivel cuantitativo (Hobday *et al.* 2007). El ERAEP es utilizado para evaluar el riesgo ecológico de los stocks capturados en pesquerías con pocos datos ya que permite identificar aquellas especies que presumiblemente son más propensas a la sobreexplotación, utilizando para ello la mayor cantidad de información disponible (Hobday *et al.* 2007). Además, él ERAEP ayuda a priorizar esfuerzos en investigación sobre aquellas especies con limitada disponibilidad de datos (Braccini *et al.* 2006).

El nivel dos del ERAEP, un Análisis de Productividad y Susceptibilidad (PSA por sus siglas en inglés), es un método semi-cuantitativa utilizado para determinar la vulnerabilidad de un stock a la sobreexplotación, utilizando para ello la relación que existe entre la productividad biológica del stock y la susceptibilidad de este a las actividades de pesca (Stobutzki *et al.* 2001, Hobday *et al.* 2011). Originalmente la metodología del PSA fue desarrollada por Stobutzki *et al.* (2001) para evaluar la sustentabilidad y viabilidad de 411 especies de peces óseos capturadas incidentalmente en la pesca de arrastre de camarón del norte de Australia. Posteriormente, Stobutzki *et al.* (2002) analizaron la captura incidental de elasmobranquios en esta pesquería, identificando 56 especies de las cuales 6 batoideos obtuvieron los valores más altos de vulnerabilidad *Dasyatis brevicaudatus*, *Pristis pectinata*, *Pristis clavata*, *Pristis microdon*, *Pristis zisron* e *Himantura jenkinsi*. Stobutzki *et al.* (2002) recomiendan el uso del PSA para cualquier pesquería donde la diversidad de especies a evaluar es alta, concluyendo que su metodología fue diseñada para maximizar el uso de la información disponible.

Desde entonces, el PSA ha sido utilizado por diversos investigadores para determinar los posibles efectos de una pesquería en poblaciones de peces con

limitada disponibilidad de datos (Hobday *et al.* 2011). En Estados Unidos, Simpfendorfer *et al.* (2008) analizaron la pesca de palangre pelágico dirigida al atún y pez espada del Atlántico, actividad en la cual también se capturaba un número significativo de tiburones y batoideos pelágicos. Simpfendorfer *et al.* (2008) identificaron a *Isurus oxyrinchus*, *Isurus paucus* y *Carcharhinus falciformis* como las especies con mayor vulnerabilidad a esta pesquería.

En un estudio similar, Cortés *et al.* (2010) evaluaron la captura de 12 especies de elasmobranquios en la pesquería de palangre pelágico de todo el Atlántico. Identificando a *C. falciformis*, *I. oxyrinchus* y *Alopias superciliosus* como las especies con mayor vulnerabilidad a esta pesquería, reconociendo la utilidad del PSA como una primera herramienta para identificar aquellas especies que presumiblemente son más vulnerables a la sobrepesca.

La metodología PSA ha sido modificada con la finalidad de evaluar los diferentes componentes de una pesquería (hábitat, comunidades y estrategias de manejo), utilizando hasta 75 atributos para calcular la productividad y susceptibilidad de un stock (Patrick *et al.* 2009, Hobday *et al.* (2011). A pesar de ello, Hobday *et al.* (2007) observaron que el uso de más de 6 atributos por parámetro (productividad y susceptibilidad) disminuye la precisión del PSA. Debido a esto, Patrick *et al.* (2010) realizaron una revisión de la metodología del PSA, estableciendo el uso de 10 y 12 atributos para calcular la productividad y susceptibilidad de un stock respectivamente. A través del uso de estos atributos, Patrick *et al.* (2010) evaluaron seis pesquerías de Estados Unidos dirigidas a 162 stocks, concluyendo que su metodología fue capaz de diferenciar la vulnerabilidad de cada stock a lo largo de los diferentes gradientes de productividad y susceptibilidad. Patrick *et al.* (2010) sugieren que el PSA se puede utilizar como una herramienta flexible capaz de incorporar información regional, incluyendo datos específicos de cada pesquería y las actividades de gestión en torno a ella.

En México, uno de los estudios que se han realizado utilizando la metodología del PSA fue elaborado por Furlong-Estrada *et al.* (2014), en el cual se evaluó la captura de 20 especies de tiburones en la entrada del GC,

identificando a *Sphyrna lewini*, *Carcharhinus leucas*, *Sphyrna mokarran*, *Alopias pelagicus*, *Galeocerdo cuvier*, *Carcharhinus obscurus* y *Carcharhinus brachyurus* como las especies con mayor vulnerabilidad. En este estudio también se realizó la recomendación de enfocar esfuerzos de investigación, manejo y conservación sobre aquellas especies en las que se carecía por completo de información biológica -como *Nasolamia velox* y *Mustelus lunulatus*- con el propósito de obtener los datos biológicos (ciclo de vida, reproducción, edad y crecimiento) y pesqueros (zonas, temporadas y tallas más frecuentes de captura) que permitieran implementar en un futuro análisis más cuantitativos -como un análisis de stock- y con ello reducir la incertidumbre del estado actual de sus poblaciones.

Posteriormente, Salomón-Aguilar (2015) realizaría un método equivalente al PSA, el cual estuvo dirigido a los batoideos capturados en el noreste del Pacífico mexicano. Salomón-Aguilar (2015) revisó registros de captura y características de historia de vida de 17 especies de batoideos, mediante los cuales determinó la fragilidad biológica de cada especie, estableciendo además sus principales zonas de reproducción y crianza en el noroeste del Pacífico mexicano. Salomón-Aguilar (2015) argumenta que la metodología del PSA facilita la identificación de especies susceptibles a sobrepesca cuando la modalidad de registro de las estadísticas pesqueras se hace de manera errónea y generalizada, como es el caso de la denominación “Rayas y similares” en los Anuarios Estadísticos de Acuicultura y Pesca.

4. Hipótesis

Las especies de batoideos analizadas en el presente estudio presentarán una vulnerabilidad alta a la pesca artesanal realizada en el Golfo de California. Esto como resultado de las características biológicas de los batoideos –lento crecimiento, madurez sexual tardía, largos periodos de gestación y baja fecundidad- en combinación con la naturaleza multi-específica de la pesca artesanal, el uso de redes de enmalle de fondo y la amplia extensión de las actividades pesqueras.

5. Objetivos

5.1 Objetivo general

- Realizar una evaluación de riesgo ecológico a las especies de batoideos capturadas en la pesca artesanal del Golfo de California, mediante un análisis de productividad y susceptibilidad para determinar su vulnerabilidad a la pesca.

5.2 Objetivos particulares

- Identificar las especies de batoideos capturados en la pesca artesanal del Golfo de California y seleccionar las especies para el análisis de riesgo ecológico con base en datos de captura e información biológica y pesquera disponible.
- Estimar la productividad biológica de las especies seleccionadas utilizando la información biológica disponible y estimar la susceptibilidad de estas especies a las actividades de la pesca del Golfo de California.
- Determinar la vulnerabilidad de las especies seleccionadas a la pesca artesanal del Golfo de California a través del análisis de productividad y susceptibilidad.

6. Materiales y Métodos

6.1 Área de estudio

El GC es un mar marginal que se delimita geográficamente en las coordenadas 22-32° N y 105-107° W. Colinda con los estados de Baja California (BC), Baja California Sur (BCS), Sonora (SON), Sinaloa (SIN) y Nayarit (NAY) (Lavin y Marinone 2003). Cuenta con una longitud aproximada de 1400 km y un ancho de entre 150 a 200 km en su parte central, alcanzando profundidades superiores a los 3,000 m, siendo en la parte norte la más somera (Lavin y Marinone 2003; Lluch-Cota *et al.* 2007). En la parte sur presenta comunicación libre con el océano Pacífico; desde Cabo San Lucas hasta Cabo Corriente (Lavin y Marinone 2003). Cuenta con más de 900 islas e islotes, los cuales le dan una gran riqueza y diversidad de hábitats (Brusca *et al.* 2005).

El patrón de vientos en el GC está estrechamente ligado a los cambios estacionales de la presión atmosférica en el centro de la cuenca y su conexión con las cadenas montañosas en ambos extremos del golfo. Los vientos soplan del noroeste en los meses de otoño, invierno y primavera, mientras que en verano soplan del sureste (Lavin y Marinone 2003). Su temperatura mensual promedio varía tanto estacional como espacialmente, registrando las mayores temperaturas medias en Julio y Agosto (32°C) y las menores en Enero (11°C), siendo la boca y alto golfo las regiones más cálidas y la parte media la más fría. La salinidad en su capa más superficial se mantiene en ≥ 35 ppm a lo largo de todo el golfo, ya que las condiciones atmosféricas lo han caracterizado como una cuenca de evaporación (Lavin y Marinone 2003; Lluch-Cota *et al.* 2007; Álvarez-Borrego y Giles 2012).

La circulación en la superficie del golfo (0-200 m) es anticiclónica durante el invierno y ciclónica durante el verano, con masas de agua fluyendo desde el Golfo hacia el Pacífico. A mayor profundidad (200-600 m) el agua del Pacífico penetra en el Golfo (Marinone 2003), convirtiéndose en uno de los tres mecanismos principales de fertilización natural del GC junto al afloramiento

inducido por el viento y la mezcla de mareas (Marinone 2003; Álvarez-Borrego y Giles-Guzmán 2012). Gracias a esto las aguas profundas y ricas en nutrientes emergen hacia la zona eufótica donde pueden ser aprovechados por el fitoplancton (Gilbert y Allen 1943), alcanzando un máximo de productividad durante los meses de invierno y primavera (Álvarez-Borrego y Giles-Guzmán 2012). La alta productividad sumada a la gran diversidad de hábitats le dan al GC la posibilidad de albergar una gran diversidad de especies, de las cuales 90 son peces cartilaginosos: 46 tiburones, 38 rayas, 3 quimeras y 3 mixinos (Álvarez-Borrego y Lara-Lara 1991; Brusca *et al.* 2005).

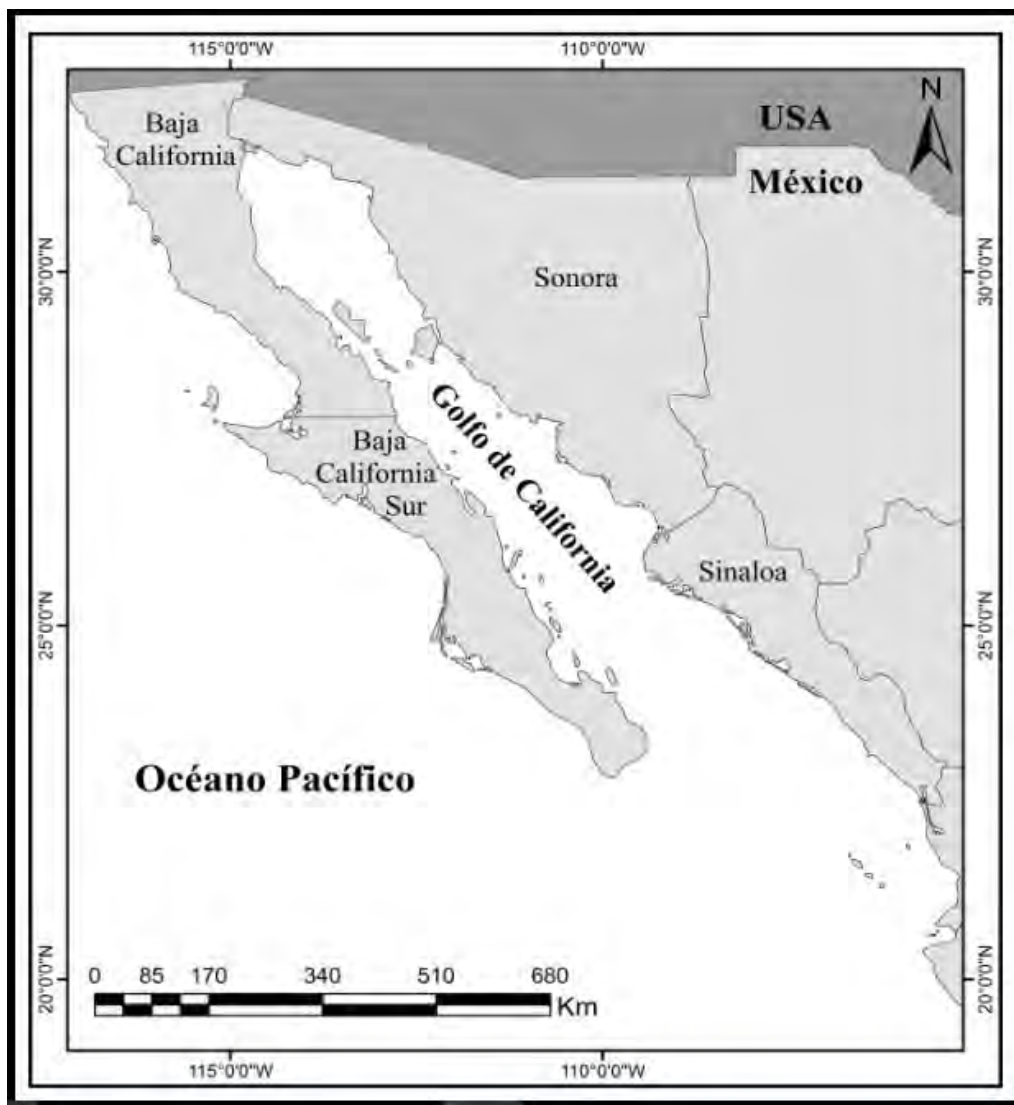


Figura 1. Mapa del Golfo de California, obtenido mediante un Sistema de Información Geográfica (SIG, ArcGis versión 10.3).

6.2 Selección de especies y recopilación de información biológica y pesquera

En el presente estudio se realizó un PSA siguiendo la metodología propuesta por Patrick *et al.* (2010), mediante el cual se determinó la vulnerabilidad de las especies de batoideos de mayor importancia en la pesca artesanal del GC. Para ello fue necesario realizar una revisión de las características de esta pesquería, consultando bases de datos de captura (SEMARNAP 1998-2000; SAGARPA 2002-2014; CONAPESCA 2016), planes de manejo (CONAPESCA-INAPESCA 2004; INAPESCA 2012), normas oficiales (NOM-029 PESC 2006), reportes técnicos (Bizarro *et al.* 2007a) y estudios realizados en el GC (Bizarro *et al.* 2009a, b, c; Smith *et al.* 2009a), a través de los cuales también se determinó la composición específica de los batoideos capturados en la pesca artesanal del GC.

Una vez determinada la composición específica de los batoideos capturados en la pesca artesanal del GC se seleccionaron las especies con mayores volúmenes de captura. Con la finalidad de mantener representatividad de los diferentes géneros capturados por esta pesquería se tomó la decisión de incluir por lo menos a una especie de cada género en el análisis. Las especies *Manta birostris* (Walbaum 1792), *Mobula japonica* (Müller & Henle, 1841), *Mobula thurstoni* (Lloyd, 1908), *Mobula munkiana* (Notarbartolo-di-Sciara 1987), *Mobula hypostoma* (Bancroft 1831) y *Mobula tarapacana* (Philippi 1892) fueron excluidas del PSA debido a que su captura y retención fueron prohibidas en el 2007 mediante la NOM-029 PESC 2006 (DOF 2007).

Se recopiló información biológica y pesquera de las especies seleccionadas, consultando diversas fuentes como: artículos científicos, reportes técnicos, tesis y libros. Con esta información se construyó una base de datos, en la cual se organizó y clasificó la información obtenida con base en el tipo de documento (literatura científica y gris) y su región de procedencia (GC, Pacífico mexicano y Pacífico). En algunos casos la falta de información se sustituyó con datos de otras especies pertenecientes al mismo género.

6.3 Análisis de productividad y susceptibilidad

6.3.1 Ponderación de los atributos de productividad y susceptibilidad

La vulnerabilidad relativa de las especies de batoideos a la pesca artesanal del GC se determinó mediante un PSA. Esto se realizó a través de la calificación de atributos relacionados con la productividad biológica de las especies y la susceptibilidad de estas a las actividades pesqueras (Patrick *et al.* 2010). Previo al proceso de calificación se realizó una ponderación de los diferentes atributos para determinar la relevancia que cada atributo tiene para determinar la productividad y susceptibilidad de un stock (Patrick *et al.* 2010). La ponderación se realizó asignando valores a cada atributo en un intervalo que va de 0 a 4 en orden de importancia, donde 0 significa que el atributo se elimina del análisis (Tabla 1). Para ello se realizó una revisión de las historias de vida de las especies seleccionadas y su interacción con las artes de pesca. La opinión de expertos en la biología y pesca de las especies seleccionadas fue consultada con la finalidad de no sobreestimar o subestimar la ponderación de algún atributo. La ponderación asignada a cada atributo se mantuvo igual para el análisis de todas las especies.

Tabla 1. Ponderación de los atributos de productividad y susceptibilidad (Tomados de Patrick *et al.* 2010).

Ponderación	Descripción
0	El atributo se elimina del análisis.
1	La importancia del atributo no aumenta, por lo tanto no es trascendente para la estimación de la productividad o susceptibilidad de un stock, sin embargo, debe tomarse en cuenta.
2	La importancia del atributo aumenta en un 200%, sin embargo, aún no se lo considera sustancial para la determinación de la productividad o susceptibilidad de un stock, por lo cual se toma con un valor intermedio.
3	La importancia del atributo aumenta en un 300% es decir que dicho atributo es de gran importancia para la determinación de la productividad o susceptibilidad de un stock.
4	La importancia del atributo aumenta en un 400%, es decir que dicho atributo es medular en la determinación la productividad o susceptibilidad de un stock.

6. 3. 2 Productividad, susceptibilidad y vulnerabilidad

Después de la ponderación, se procedió a calificar cada uno de los atributos de las especies seleccionadas con base en la información biológica y pesquera obtenida. La calificación de los atributos se realizó en escala de tres: 1 (bajo), 2 (medio) y 3 (alto) (Patrick *et al.* 2010). La descripción de los atributos calificados se encuentra en las tablas 2 y 3. Las calificaciones asignadas a cada atributo se multiplicaron por la ponderación y el promedio de los atributos calificados dio como resultado los valores totales de productividad y susceptibilidad (Patrick *et al.* 2009).

En muchas ocasiones la falta de información impidió calificar ciertos atributos, por lo cual se utilizaron datos de otras especies pertenecientes al mismo género para poder calificarlos. A pesar de ello en algunos casos no se contó con ningún tipo de información, por lo cual se estimaron algunos datos utilizando diferentes métodos y la opinión de expertos de la siguiente forma:

- Tasa intrínseca de crecimiento poblacional. Los diferentes métodos consultados para despejar o calcular este atributo fueron: Jennings *et al.* 1998, Frisk *et al.* 2001 y Dulvy y Forrest 2010.
- Coeficiente de crecimiento de von Bertalanffy. Se consultaron y utilizaron los métodos sugeridos por Frisk *et al.* 2001 y Dulvy y Forrest 2010.
- Mortalidad natural estimada. Según lo sugerido por Dulvy y Forrest 2010, el valor de este atributo se calculó multiplicando el valor conocido del Coeficiente de crecimiento de von Bertalanffy por 0.42.
- Estrategia de crianza. El valor de este atributo fue estimado con base en el trabajo realizado por King y McFarlane 2003.
- Fecundidad. El valor de este atributo se obtuvo del estudio elaborado por Frisk *et al.* 2001.

- Mortalidad por pesca. Según lo sugerido por Jensen en 1996, el valor de este atributo se calculó multiplicando el valor del crecimiento de von Bertalanffy por 1.6.

Tabla 2. Atributos para determinar la productividad de un stock e intervalos para calificarlos (Tomados de Patrick *et al.* 2010).

Atributos de productividad	Descripción	Intervalo		
		Alta (3)	Moderada (2)	Baja (1)
Tasa intrínseca de crecimiento poblacional	Crecimiento máximo de una población en ausencia de la pesca	> 0.5	0.16-0.5	<0.16
Edad máxima	Máximo de años que puede vivir la especie.	< 10 años	10-30 años	> 30 años
Talla máxima	Máximo crecimiento en cm alcanzado por la especie.	< 60 cm	60-150 cm	> 150 cm
Coficiente de crecimiento de von Bertalanffy	Rapidez con que un organismo alcanza su talla máxima.	> .25	0.15-0.25	< 0.15
Mortalidad natural estimada	Mortalidad que se esperaría en un entorno libre de pesca (vejez, depredación, enfermedades, etc.).	> 0.40	0.20-0.40	< 0.20
Fecundidad	Número posible de crías en un ciclo reproductivo.	> 10 ⁴	10 ² -10 ³	< 10 ²
Estrategia de crianza	Indicador del nivel de mortalidad que podría esperarse para las crías en sus primeras etapas de vida.	0	1-3	≥ 4
Patrón de reclutamiento	Supervivencia y crecimiento de un organismo hasta formar parte de la población reproductiva.	>75% de las clases de edad son exitosas.	Entre el 10% y 75% de las clases de edad son exitosas.	<10% de las clases de edad son exitosas.
Edad de madurez	Edad a la que un organismo alcanza la madurez sexual	< 2 años	2-4 años	> 4 años
Nivel trófico	Categoría en las que se clasifican los seres vivos según su forma de obtener energía.	< 2.5	2.5-3.5	> 3.5

Tabla 3. Atributos para determinar la susceptibilidad de un stock e intervalos para calificarlos (Tomados de Patrick *et al.* 2010).

Atributos de susceptibilidad	Intervalo		
	Baja (1)	Moderada (2)	Alta (3)
Estrategias de manejo	Los stocks objetivo tienen límites de captura y medidas proactivas de rendición de cuentas; los stocks que no son objetivo son monitoreados de cerca.	Los stocks objetivo tienen límites de captura y medidas reactivas de rendición de cuentas.	Los stock objetivo no cuentan con límites de captura o medidas de rendición de cuentas; los stocks que no son objetivo no están remotamente monitoreados.
Traslapo de área	<25% del stock está presente en el área de pesca.	Entre el 25% y 50% del stock está presente en el área de pesca	> 50% del stock está presente en el área de pesca
Concentración geográfica	El stock está distribuido en >50% de su rango total de distribución.	El stock está distribuido entre el 25% y 50% de su rango total de distribución.	El stock está distribuido en <25% de su rango total de distribución.
Traslapo vertical	<25% del stock presente en las profundidades pescadas.	Entre el 25% y 50% del stock está presente en las profundidades pescadas.	>50% del stock presente en las profundidades pescadas.
Mortalidad por pesca	< 0.5	0.5-1.0	> 1
Biomasa de los reproductores	La biomasa es >40% de la biomasa original o máxima observada de una estimación de una serie de tiempo.	La biomasa es entre 25% y 40% de la biomasa original o máxima observada de una estimación de una serie de tiempo.	La biomasa es <25% de la biomasa original o máxima observada de una estimación de una serie de tiempo.
Migraciones estacionales	El traslapo con la pesquería decrece con las migraciones.	Las migraciones no afectan sustancialmente el traslapo con la pesquería.	El solapamiento con la pesquería incrementa con las migraciones.
Agrupaciones	Respuestas en el comportamiento decrecen la posibilidad de captura del equipo de pesca.	Respuestas en el comportamiento no afectan sustancialmente la posibilidad de captura del equipo de pesca.	Respuestas en el comportamiento incrementan la posibilidad de captura del equipo de pesca.
Características morfológicas que afecten la captura	Las especies muestran baja susceptibilidad al equipo de pesca.	Las especies muestran moderada susceptibilidad al equipo de pesca.	Las especies muestran alta susceptibilidad al equipo de pesca.
Supervivencia post-captura	> 67%	33-67%	< 33%
Valor en la pesquería	El stock no tiene un alto valor monetario y se retiene <33% de las capturas.	El stock tiene un valor monetario moderado y se retiene entre el 33% y 66% de las capturas.	El stock tiene un alto valor monetario y >66% de la captura se retiene.
Impacto de las pesquerías en el hábitat	Los efectos adversos son ausentes, mínimos o temporales.	Los efectos adversos son más que mínimos o temporales, pero son mitigados.	Los efectos adversos no son mitigados.

Una vez obtenidos los valores totales de productividad y susceptibilidad de cada especie, estos se clasificaron en tres categorías: 1 a 1.67 (baja), 1.68 a 2.33 (moderada) y de 2.34 a 3 (alta). Para visualizar los valores totales de productividad y susceptibilidad se colocaron en un gráfico de dispersión x-y – denominado gráfico PSA– (Fig. 2).

La vulnerabilidad se obtuvo mediante el cálculo de la distancia euclidiana desde el origen en el gráfico PSA mediante la siguiente fórmula:

$$v = \sqrt{[(P - X_0)^2 + (S - Y_0)^2]}$$

V = Vulnerabilidad

P = Productividad biológica

S = Susceptibilidad

X₀ = Coordenada al origen de X

Y₀ = Coordenada al origen de Y

Los valores de vulnerabilidad se clasificaron en 3 categorías: baja (0 a 0.94), moderada (0.95 a 1.88) y alta (1.89 a 2.82). Estas categorías están basadas en el valor máximo (2.82) y mínimo de vulnerabilidad (0) que puede resultar en el PSA. Estas tres categorías se pueden apreciar en el gráfico PSA (Fig. 2).

6.3.4 Calidad de información

Los atributos de productividad y susceptibilidad calificados también son evaluados con respecto a la calidad de información utilizada para los puntajes. La calidad de información se determinó asignando a cada atributo valores con un intervalo de 1 a 5, donde el valor de 1 significa que se contó con los mejores datos, mientras que el valor de 5 significó la ausencia de información (Tabla 4). Los atributos estimados utilizando los diferentes métodos anteriormente

mencionados recibieron un valor de 3 a 4 dependiendo de la certidumbre de los valores obtenidos. El mismo criterio se aplicó para aquellos atributos calificados con base en la opinión de expertos. Los resultados de calidad de información se incluyen en el gráfico PSA en las siguientes categorías: baja (rojo), moderada (amarillo) y alta (rojo) (Fig. 2). También se describen en la misma categoría la cantidad de atributos que se lograron calificar (Fig. 3)

Tabla 4. Criterios para calificar la calidad de información utilizados cuando se evalúa la productividad y susceptibilidad de un stock individual (Tomados de Patrick *et al.* 2010).

Calidad de información	Descripción	Ejemplo
1	Mejores datos; la información se basa en los datos para la especie y el área de interés.	Literatura publicada para la cual se utilizan varios métodos para evaluar los resultados obtenidos.
2	Datos adecuados; cobertura de información limitada, la cual no se considerará como fiable para catalogarse como nivel 1 de datos.	Datos temporales o espaciales limitados, información relativamente antigua, etc.
3	Datos limitados: Las estimaciones tienen una alta variación y limitado nivel de confianza, puede ser en base a estudios de especies similares o las estrategias de historia de vida.	Género o familia similares, etc.
4	Datos muy limitados: Información basada en la opinión de expertos o en comentarios generales de la literatura.	Datos generales no referenciados, desde una amplia gama de especies o fuera de la región de estudio.
5	Sin datos: Cuando no hay datos sobre los que hacer inclusive una opinión experta, la persona que utiliza el PSA debe dar una puntuación en calidad de datos de 5 a este atributo, además de asignarle la calificación más baja como medida preventiva.	

La ponderación de cada atributo, así como sus calificaciones y calidad de información se determinaron mediante un taller con la participación de expertos en la biología y aspectos pesqueros de las especies seleccionadas (Anexo 1), el cual se realizó el día 13 de abril del 2016 en las instalaciones del Laboratorio de Ecología Pesquera, ubicado en el Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CICESE). Todos los análisis y gráficos fueron realizados en programa de libre acceso PSA versión 1.4.0.0 (disponible en la sección de herramientas para análisis pesqueros de la página oficial de la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica, NOAA por sus siglas en inglés).

7 Resultados

7.1 Selección de especies y recopilación de información biológica y pesquera

Se identificó la captura de al menos 23 especies de batoideos en la pesca artesanal del GC (Anexo 2), de las cuales 7 fueron seleccionadas por registrar la mayor contribución en las capturas: *Rhinobatos productus* (Ayres 1856), *Dasyatis dipterura* (Jordan y Gilbert 1880), *Gymnura marmorata* (Cooper 1863), *Rhinoptera steindachneri* (Evermann y Jenkins 1892), *Rhinobatos glaucostigma* (Jordan y Gilbert 1884), *Narcine entemedor* (Jordan y Starks 1895) y *Myliobatis californica* (Gill 1865). Las especies de *Raja velezi* (Chirichigno 1973), *Urobatis maculatus* (Garman 1913) y *Zapteryx exasperata* (Jordan y Gilbert 1881) fueron incluidas en el PSA para mantener representatividad de los géneros capturados, seleccionando así un total de 10 especies pertenecientes a 9 géneros y 8 familias (Tabla 5).

Tabla 5. Especies de batoideos seleccionadas y su estatus en la lista roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN por sus siglas en inglés).

Familia	Especie	Nombre común	Estatus en la lista roja de la IUCN	Código de la especie en el gráfico de PSA
Dasyatidae	<i>Dasyatis dipterura</i>	Batana, raya látigo, raya lodera	Datos insuficientes	1
Gymnuridae	<i>Gymnura marmorata</i>	Raya mariposa, Raya mariposa de California	Preocupación mínima	2
Myliobatidae	<i>Myliobatis californica</i>	Raya murciélago, poncho gris, tecolote	Preocupación mínima	3
Narcinidae	<i>Narcine entemedor</i>	Raya eléctrica	Datos insuficientes	4
Rajidae	<i>Raja velezi</i>	Raya de velezi	Datos insuficientes	5
Rhinobatidae	<i>Rhinobatos glaucostigma</i>	Guitarra punteada	Datos insuficientes	6
	<i>Rhinobatos productus</i>	Guitarra	Casi amenazada	7
	<i>Zapteryx exasperata</i>	Guitarra pinta	Datos insuficientes	8
Rhinopteraidae	<i>Rhinoptera steindachneri</i>	Gavilán negro	Casi amenazada	9
Urolophidae	<i>Urobatis maculatus</i>	Raya redonda manchada	Datos insuficientes	10

La base de datos construida a partir de la información recopilada se puede ver en la sección de anexos (Anexo 4). Las especies *R. glaucostigma*, *U. maculatus* y *R. velezi* fueron de las que presentaron el mayor déficit de información.

7.2 Ponderación de los atributos de productividad y susceptibilidad

La ponderación de los diferentes atributos de productividad y susceptibilidad se encuentra descrita en la tabla 6. La tasa intrínseca de crecimiento poblacional, el coeficiente de crecimiento de von Bertalanffy, fecundidad y edad de madurez fueron los atributos que se consideraron de mayor importancia para estimar la productividad de las especies seleccionadas. Por su parte, el traslapo de área y el traslapo vertical fueron considerados los atributos más importantes para estimar la susceptibilidad.

Tabla 6. Ponderación establecida para los diferentes atributos de productividad y susceptibilidad.

		Ponderación
Atributos de productividad	Tasa intrínseca de crecimiento poblacional	4
	Edad máxima	2
	Talla máxima	3
	Coeficiente de crecimiento de von Bertalanffy	4
	Mortalidad natural estimada	2
	Fecundidad	4
	Estrategia de crianza	2
	Patrón de reclutamiento	0
	Edad de madurez	4
Atributos de susceptibilidad	Nivel trófico	2
	Estrategias de manejo	2
	Traslado de área	4
	Concentración geográfica	3
	Traslado vertical	4
	Mortalidad por pesca	3
	Biomasa de los reproductores	3
	Migraciones estacionales	3
	Agrupaciones	2
	Características morfológicas que afecten la captura	2
	Supervivencia post-captura	0
	Valor en la pesquería	2
Impacto de las pesquerías en el hábitat	1	

7.3 Productividad, susceptibilidad y vulnerabilidad de las especies seleccionadas

Los valores de productividad, susceptibilidad y vulnerabilidad de cada especie se describen en la tabla 7. La mayoría de las especies resultaron con productividad baja, únicamente *N. entemedor* y *R. velezi* resultaron con productividad moderada (Tabla 8). Por otra parte, la mayoría de las especies resultaron con susceptibilidad moderada a la pesca artesanal del GC, siendo *R. productus* la única con susceptibilidad alta (Tabla 9). La calificación asignada a los atributos de cada especie se encuentra disponible en la sección de anexos (Anexo 5).

Tabla 7. Valores de productividad, susceptibilidad y vulnerabilidad obtenidos para cada especie. Las especies se ordenaron de mayor a menor vulnerabilidad.

Especie	Productividad	Susceptibilidad	Vulnerabilidad
<i>Rhinobatos productus</i>	1.41	2.38	2.11
<i>Dasyatis dipterura</i>	1.26	2.17	2.1
<i>Rhinoptera steindachneri</i>	1.26	1.83	1.93
<i>Zapteryx exasperata</i>	1.33	1.93	1.91
<i>Rhinobatos glaucostigma</i>	1.41	2.03	1.9
<i>Gymnura marmorata</i>	1.48	1.76	1.7
<i>Myliobatis californica</i>	1.63	1.69	1.53
<i>Urobatis maculatus</i>	1.59	1.59	1.52
<i>Narcine entemedor</i>	2	1.86	1.32
<i>Raja velezi</i>	1.78	1.48	1.31

Tabla 8. Valores de productividad obtenidos para cada especie y sus categorías.

Especie	Valor total de productividad	Productividad		
		Alta	Moderada	Baja
<i>Narcine entemedor</i>	2		X	
<i>Raja velezi</i>	1.78		X	
<i>Myliobatis californica</i>	1.63			X
<i>Urobatis maculatus</i>	1.59			X
<i>Gymnura marmorata</i>	1.48			X
<i>Rhinobatos glaucostigma</i>	1.41			X
<i>Rhinobatos productus</i>	1.41			X
<i>Zapteryx exasperata</i>	1.33			X
<i>Dasyatis dipterura</i>	1.26			X
<i>Rhinoptera steindachneri</i>	1.26			X

Tabla 9. Valores de susceptibilidad obtenidos para cada especie y sus categorías.

Especie	Valor total de susceptibilidad	Susceptibilidad		
		Alta	Moderada	Baja
<i>Rhinobatos productus</i>	2.38	X		
<i>Dasyatis dipterura</i>	2.17		X	
<i>Rhinobatos glaucostigma</i>	2.03		X	
<i>Zapteryx exasperata</i>	1.93		X	
<i>Narcine entemedor</i>	1.86		X	
<i>Rhinoptera steindachneri</i>	1.83		X	
<i>Gymnura marmorata</i>	1.76		X	
<i>Myliobatis californica</i>	1.69		X	
<i>Urobatis maculatus</i>	1.59			X
<i>Raja velezi</i>	1.48			X

Con respecto a la vulnerabilidad, la mitad de las especies analizadas resultaron con vulnerabilidad alta y la otra mitad con vulnerabilidad moderada (Fig. 2). Las especies que obtuvieron la mayor vulnerabilidad a la pesca artesanal del GC fueron *R. productus* y *D. dipterura*. La calidad de información evaluada mostró que la mayoría de las especies obtuvo una calidad de información moderada, siendo *R. glaucostigma*, *U. maculatus* y *R. velezi* las especies que presentaron la calidad de información más baja (Fig. 2). La cantidad de atributos que se lograron calificar fueron más de 17 para todas las especies (Fig. 3). La calidad de información asignada a cada atributo de las especies se encuentra disponible en la sección de anexos (Anexo 5).

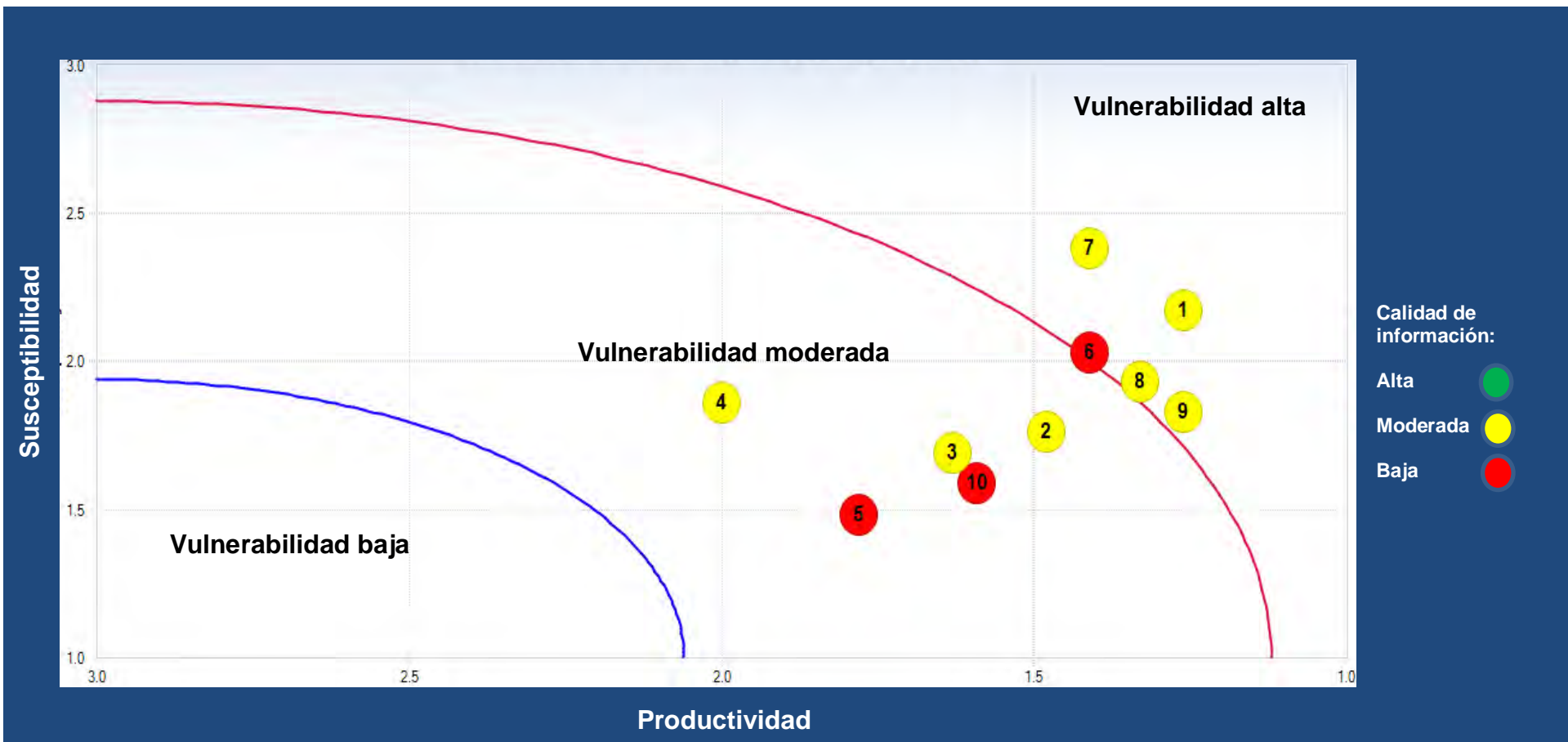


Figura 2. Gráfico PSA en el cual se observa los valores de productividad y susceptibilidad obtenidos para cada especie. Los códigos numéricos de las especies se detallan en la tabla 5. Las isóclinas azul y roja dividen categorías de vulnerabilidad en la cual se ubicaron las diferentes especies. Además se describen los resultados de la calidad de información utilizada para la obtención de los valores de productividad y susceptibilidad.

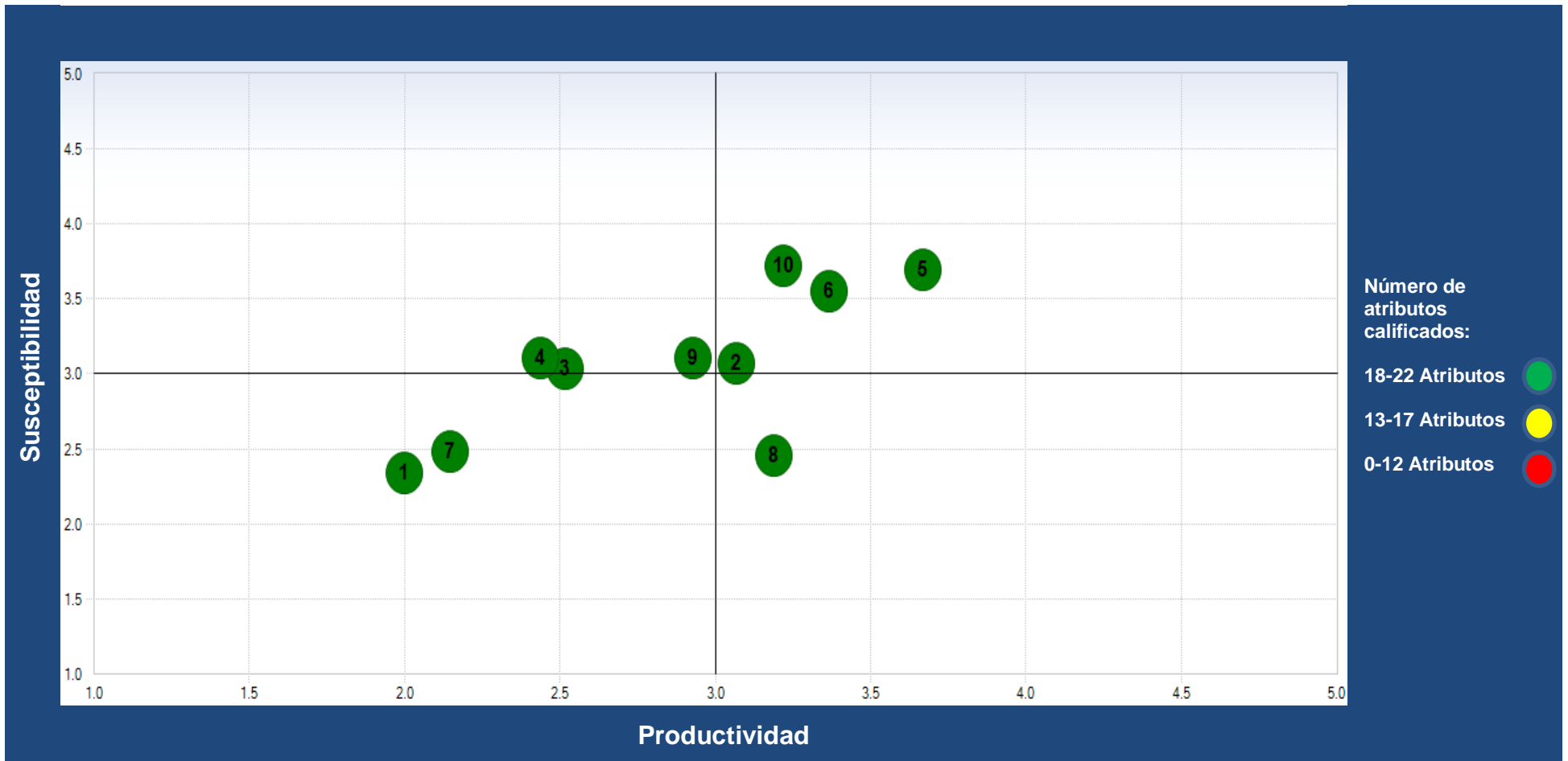


Figura 3. Gráfico en el cual se observa la cantidad de atributos que se lograron calificar para estimar la productividad y susceptibilidad de cada especie.

8. Discusión

8.1 Selección de especies y recopilación de información biológica y pesquera

Los documentos en los cuales se describe con mayor detalle la composición específica de los batoideos capturados en la pesca artesanal del GC son escasos además de no estar actualizados. Únicamente fue posible obtener datos precisos y confiables de esta actividad gracias a los estudios realizados por Bizzarro *et al.* (2009a, b, c) y Smith *et al.* (2009a). En estos trabajos se describe y registra la captura de al menos 23 especies de batoideos, pero algunas especies se agruparon por género (*Gymnura spp*, *Dasyatis spp*, *Mobula spp*, *Narcine spp*, *Rhinobatos spp*, *Urobatis spp*, *Myliobatis spp* y *Raja spp*) e inclusive por familia (Narcinidae, Myliobatidae y Rhinobatidae), por lo cual podrían ser hasta 34 las especies de batoideos que son capturadas en la pesca artesanal del GC (Brusca *et al.* 2005).

El género *Gymnura spp* se describe como uno de los más importante para la pesca artesanal del GC (Bizzarro *et al.* 2009a, b, c; Smith *et al.* 2009a), por lo cual en un principio se consideró incluir a *G. marmorata* y *G. crebripunctata* en el PSA. Sin embargo, durante mucho tiempo estas especies fueron consideradas como una sola, por lo cual la mayoría de los estudios se han enfocado y desarrollado en *G. marmorata* (Smith *et al.* 2009b). Debido a esto la información disponible para *G. crebripunctata* es muy escasa y por tal motivo solo se incluyó a *G. marmorata* en el PSA. Incluir a *G. crebripunctata* implicaría utilizar la información de *G. marmorata*, por lo cual los resultados obtenidos serían muy semejantes y no se podría hacer una discusión adecuada para la productividad, susceptibilidad y vulnerabilidad de cada especie.

La información obtenida varió en cantidad y calidad para cada una de las especies seleccionadas, siendo *R. glaucostigma*, *U. maculatus* y *R. velezi* las especies que contaron con la menor cantidad de datos. Para compensar la falta

de información biológica y pesquera de *R. glaucostigma* se utilizaron datos de *R. productus*). En el caso de *U. maculatus* se ha demostrado que esta especie presenta entrecruzamiento con *Urobatis halleri* (Cooper 1863) y *Urobatis concentricus* (Osburn y Nichols 1916) (Heffernan 2012), sin embargo, la disponibilidad de información para *U. concentricus* también fue limitada, por lo cual se utilizó la de *U. halleri*. Para *R. velezi* se utilizó datos de *R. inornata*. Debido a esto se recomienda priorizar la investigación en estas especies (Braccini *et al.* 2006; Hobday *et al.* 2007).

8.2 Ponderación de los atributos de productividad y susceptibilidad

Debido a que los batoideos son organismos de lento crecimiento, madurez sexual tardía y baja fecundidad (Stevens *et al.* 2000; Frisk *et al.* 2005), los atributos de tasa intrínseca de crecimiento poblacional, coeficiente de crecimiento de von Bertalanffy, fecundidad y edad de madurez se consideraron medulares para determinar la productividad de las especies seleccionadas, por tal motivo se decidió asignarles la ponderación de 4. La talla máxima fue ponderada con un valor de 3 debido a que la fecundidad de los batoideos tiende a incrementar con el crecimiento de las hembras (Blanco-Parra *et al.* 2009a; Ramírez-Mosqueda *et al.* 2012; Fisher *et al.* 2013).

Originalmente las historias de vida de numerosas especies de peces óseos fueron utilizadas para determinar los diferentes intervalos (Patrick *et al.* 2010). Debido a esto, la calificación de la estrategia de crianza resultaría baja para las especies de batoideos (King y McFarlane 2003), por lo cual se decidió ponderar a este atributo con un valor de 2. De este modo se evitó darle un mayor peso a este atributo y minimizar el sesgo del resultado de productividad que podría ocasionar. El nivel trófico, edad máxima y mortalidad natural estimada recibieron una ponderación de 2 ya que se consideraron poco influyentes en la productividad de los batoideos.

Los atributos de susceptibilidad que recibieron la mayor ponderación fueron el traslapo de área y el traslapo vertical. Los expertos consideraron que la

combinación de estos atributos determina principalmente la susceptibilidad de las especies capturadas en la pesca artesanal del GC. Lo anterior se debe a la distribución horizontal que comparten con las actividades de pesca y al uso de aretes de pesca de fondo y superficie (Bizzarro *et al.* 2009a, b, c; Smith *et al.* 2009a). Las migraciones estacionales se ponderaron con un valor de 3 ya que en teoría la morfología de *R. productus*, *R. glaucostigma*, *G. marmorata* y *R. steindachneri* les permite hacer grandes desplazamientos a lo largo del GC, lo que podría incrementar sus interacciones con las artes y áreas de pesca (Castro 1993; Ebert 2003; Mejía-Falla *et al.* 2012). La ponderación de 3 también se asignó a los atributos de concentración geográfica, mortalidad por pesca y biomasa de los reproductores, ya que se consideraron de gran importancia para determinar la susceptibilidad de las especies seleccionadas, sin embargo, existe muy poca información de este último atributo y aún no es clara su relación stock-reclutamiento

Debido a que la pesca artesanal del GC es multi-específica y se retienen todas las especies capturadas (DOF 2007; Bizzarro *et al.* 2007), el valor de la carne de las diferentes especies de batoideos no influye en la selectividad de una especie u otra, por lo cual se decidió ponderar al valor de la pesquería con un dos. Siguiendo el mismo criterio, las estrategias de manejo también recibieron la ponderación de 2 ya que a pesar de existir un periodo de veda no existe un plan de manejo por especies (DOF 2012; INAPESCA 2012). Las agrupaciones y características morfológicas que afecten la captura recibieron la ponderación de 2 debido a que son pocas las especies cuya S puede ser influenciada por estos atributos (ej. *R. productus* y *Z. exasperata*). El impacto de las pesquerías en el hábitat recibió una ponderación de 1, ya que el equipo de pesca se coloca y revisa periódicamente cada 8, 12 o 24 horas (Bizzarro *et al.* 2007a), por lo cual el impacto en el hábitat es mínimo comparado con otras pesquerías (ej. pesca de arrastre de camarón).

Durante la ponderación de los atributos se tomó la decisión de eliminar un atributo de productividad (patrón de reclutamiento) y uno de susceptibilidad (supervivencia post-captura). En el primer caso no existía información disponible para este atributo, sin embargo, la mayoría de las especies de

batoideos producen crías anualmente durante toda su vida reproductiva (Martin y Cailliet 1988a; Blanco-Parra *et al.* 2009a; Frisk *et al.* 2010; Mull *et al.* 2010), por lo cual se podría suponer que en todas las especies seleccionadas existe un patrón de reclutamiento constante, ocasionando que este atributo perdiera importancia para el análisis. En el segundo caso, la pesca artesanal del GC retiene y desembarca toda su captura, liberando únicamente aquellas especies protegidas por la NOM-029-PESC-2006 (DOF 2007; Bizzarro *et al.* 2007), por lo cual se consideró que no tenía sentido incluir este atributo.

8.3 Productividad, susceptibilidad y vulnerabilidad de las especies seleccionadas

La productividad y susceptibilidad de las especies de batoideos seleccionadas se determinaron mediante la calificación de sus atributos. Los atributos de P mostraron un cierto grado de homogeneidad al momento de calificarlos. En el caso de los atributos de edad máxima y talla máxima de todas las especies (excepto *U. maculatus*) recibieron una calificación moderada, mientras que la fecundidad y estrategia de crianza (excepto *R. velezi*) recibieron una calificación baja. Lo anterior sugiere que la mayoría de las especies analizadas no son muy grandes ni muy longevas, además de poseer una fecundidad baja (Frisk *et al.* 2001; Dulvy y Forrest 2010; Patrick *et al.* 2010). Estas características biológicas le confieren una baja productividad (Stevens *et al.* 2000; Frisk 2010). Esto se corroboró en el presente estudio ya que el 80 % de las especies obtuvieron una productividad baja.

Las especies *N. entemedor* y *R. velezi* fueron las únicas que resultaron con productividad moderada. Lo anterior podría atribuirse a que estas especies recibieron una calificación moderada para la tasa intrínseca de crecimiento. Esto sugiere que *N. entemedor* y *R. velezi* son especies capaces de recuperar rápidamente sus niveles poblacionales (Stevens 1999; Hobday *et al.* 2007; Patrick *et al.* 2010). Sin embargo, la misma calificación le fue otorgada a otras especies. Por tal motivo es importante tomar en cuenta la relación que existe entre este y otros atributos para poder explicar de una mejor manera los resultados obtenidos en el presente estudio (Frisk *et al.* 2005).

Las calificación más altas que se registró para el coeficiente de crecimiento de von Bertalanffy fueron para la especie *N. entemedor*. Esto sugiere que esta especie alcanza con mayor rapidez su edad de madurez y talla máxima en comparación con las demás especies analizadas (Frisk 2010), atributos que se consideraron de gran importancia para determinar la productividad de las especies seleccionadas (Frisk *et al.* 2001; Patrick *et al.* 2010). *R. velezi*, también obtuvo una calificación alta para el coeficiente de crecimiento de von Bertalanffy, la cual fue similar a la de *Z. exasperata*, sin embargo, la estrategia de crianza de *R. velezi* fue diferente a la del resto de las especies ya que fue la única especie ovípara analizada (Frisk 2010). Debido a esto la inversión parental de *R. velezi* fue considerada baja (King y McFarlane 2003), por lo cual la estrategia de crianza de *R. velezi* fue calificada con el valor más alto en el presente estudio (Patrick *et al.* 2010). El conjunto de todos estos factores posiblemente sea la razón de que *N. entemedor* y *R. velezi* hayan resultado las únicas especies con productividad moderada.

Similar a lo descrito anteriormente, los atributos de susceptibilidad también mostraron un cierto grado de homogeneidad. Algunos de los atributos que obtuvieron la misma calificación para todas las especies fueron: estrategia de manejo (alta), valor en la pesquería (moderada) e impacto de las pesquerías en el hábitat (baja). Lo anterior se debe a que no existe un manejo específico para estas especies ya que la captura es multi-específica, además de utilizar equipo de pesca que se coloca y revisa periódicamente (DOF 2007; Bizzarro *et al.* 2009a, b, c). Debido a esto se esperaría que la susceptibilidad de las especies fuera de moderada a alta. Lo anterior se corroboró en el presente estudio ya que la mayoría de las especies (70%) resultaron con susceptibilidad moderada.

Este resultado podría estar relacionado también con el traslapo de área y el traslapo vertical, atributos que se consideraron medulares para determinar la susceptibilidad. Lo anterior se debe a que la captura de las especies analizadas se realiza a lo largo de todo el GC, pero, los mayores volúmenes de captura se registraron en la parte norte del GC (Bizzarro *et al.* 2009a; Smith *et al.* 2009a) en donde el GC presenta una plataforma continental extensa y somera,

especialmente en el estado de SON. Esto contrasta con lo reportado para los estados de SIN y BCS donde su plataforma continental es estrecha (Lavin y Marinone 2003; Lluch-Cota *et al.* 2007). Lo anterior sugiere que las embarcaciones dedicadas a la pesca artesanal pueden desplazarse una mayor distancia para colocar sus equipos de pesca en esta zona. Debido a esto la calificación del traslapo de área fue moderada para el 70% de las especies.

Por otra parte las redes de enmalle de fondo son comúnmente el equipo de pesca con el cual se captura la mayor cantidad de batoideos en la pesca artesanal del GC (Bizzarro *et al.* 2007a). Estas se ubican a profundidades que van desde los 3 hasta los 60 metros, sin embargo, se ha reportado que en algunos casos estas se llegan a situar a profundidades de hasta 100 metros (Bizzarro *et al.* 2009a; Smith *et al.* 2009a). Los batoideos comúnmente se distribuyen en aguas poco profundas (Ebert 2003). A pesar de ello el rango de distribución vertical de algunas especies puede alcanzar profundidades cercanas a los 100 metros e incluso superiores (Castillo-Géniz 2007; Downtown-Hoffmann 2007; Burgos-Vázquez 2013). Debido a esto la mayoría de las especies obtuvieron calificaciones moderadas para este atributo.

R. productus fue la especie que obtuvo calificaciones altas para estos atributos y posiblemente se la principal razón por la cual fue considerada la única especie con susceptibilidad alta. Lo anterior se debe a que existen estudios en los cuales se habla de un aislamiento genético entre las poblaciones del Pacífico y GC (Sandoval-Castillo *et al.* 2004). Por otra parte la distribución vertical de *R. productus* mostró que comúnmente se encuentra en aguas someras a pesar de que es capaz de alcanzar hasta los 91 metros de profundidad (Downtown-Hoffmann 2007). Este mismo comportamiento se ha descrito para otras especies como *D. dipterura* y *M. californica* (Villavicencio-Garayzar 2000a; Ebert 2003). Además de esto *R. productus* es una especie que se ha caracterizado por realizar migraciones con fines reproductivos (Márquez-Farías 2007) al igual que otras especies como *G. marmorata*, *N. entemedor* y *Z. exasperata* (Dávila-Ortiz 2002; Villavicencio-Garayzar 2000b; Blanco-Parra *et al.* 2009a), lo cual potencialmente incrementa su interacción con las actividades y artes de pesca (Mejía-Falla *et al.* 2012). También se ha

descrito que en algunos casos puede llegar a agruparse en pequeños cardúmenes (Ebert 2003), además de poseer características morfológicas que afectan la captura de esta especie (Márquez- Farías *et al.* 2005). Debido a todo lo anteriormente expuesto *R. productus* fue la única especie que resultó con susceptibilidad alta.

La vulnerabilidad de las especies analizadas en el presente estudio fue de moderada a alta. Por tal motivo se recomienda enfocar esfuerzos en investigación, futuras evaluaciones y gestión de aquellas especies con vulnerabilidad alta: *R. productus*, *D. dipterura*, *R. glaucostigma*, *Z. exasperata* y *R. steindachneri*. Estas especies se han descrito anteriormente como sensibles a la sobreexplotación (Salomón-Aguilar 2015) y la disminución o pérdida de sus poblaciones podría ocasionar graves consecuencias a nivel socioeconómico y ecológico (Simpfendorfer 2011). Los volúmenes de captura reportados para estas especies indica que posiblemente hayan sido sometidas a una presión pesquera alta desde hace varios años (Bizzarro *et al.* 2009a, b, c; Smith *et al.* 2009a). Debido a lo anterior se resalta la importancia de evaluaciones más robustas para esclarecer el estado de las poblaciones de *R. productus* y *D. dipterura*, ya que además de obtener los mayores valores de vulnerabilidad, existe evidencia de su explotación pesquera desde la década de los 70 (Cudney-Bueno y Turk-Boyer 1998), lo cual sugiere que probablemente esta especie posea características biológicas que parecieran permitirle tener una resiliencia de sus poblaciones a la extracción pesquera. La propuesta de realizar evaluaciones más robustas también debe tomarse en cuenta para *R. steindachneri*. Esta especie se ha caracterizado por formar grandes cardúmenes (Villavicencio-Garayzar 2000a; Ebert 2003) y tener solo una cría en cada ciclo reproductivo (Bizzarro *et al.* 2007c). Estas características biológicas son similares a las que presentan *M. japonica*, *M. thurstoni*, *M. munkiana*, *M. hypostoma* y *M. tarapacana*, especies para las cuales se ha prohibido su captura y retención (DOF 2007; Salomón-Aguilar 2015).

La vulnerabilidad de *G. crebripunctata* podría considerarse similar a la de *G. marmorata* (moderada). Al ser dos especies pertenecientes al mismo género (Smith *et al.* 2009b) se esperaría que sus características biológicas e

interacción con la pesca artesanal del GC sean equivalentes. Esta situación se presentó para *R. productus* y *R. glaucostigma*, donde los únicos atributos que obtuvieron calificaciones diferentes fueron la concentración geográfica, las migraciones estacionales y las agrupaciones. Por tal motivo se sugiere que las futuras medidas de manejo que se lleguen a tomar en torno a estas especies sean aplicadas a nivel de género. Lo anterior debería considerarse también para el género *Urobatris spp.*, ya que la especie *U. concentricus* se ha descrito como endémica del GC (del Moral-Flores *et al.* 2015), sin embargo, la capacidad de entrecruzarse con *U. concentricus* y *U. halleri* sugiere que éstas no son especies completamente distintas bajo el concepto biológico de especie (Heffernan 2012).

8.4 Calidad de información

Por medio de la calidad de información se evaluó la calidad y la disponibilidad de datos para realizar este tipo de análisis (Patrick *et al.* 2010). La calidad de información utilizada en el presente estudio resultó de moderada a baja. Lo anterior pone en evidencia la necesidad de realizar investigación científica sobre la biología y pesca de las especies seleccionadas, especialmente en el caso de las especies con la menor calidad y disponibilidad de información -*R. glaucostigma*, *U. maculatus* y *R. velezi*- (Braccini *et al.* 2006). Esto permitiría la realización de análisis más robustos en un futuro (ej. análisis de stock formales), a través de los cuales se tendría un mejor entendimiento sobre la dinámica y el estado de sus poblaciones (Hobday *et al.* 2007; Patrick *et al.* 2010).

8.5 Discusión general

La falta de información se presentó en todas las especies, sin embargo, la posibilidad de usar la poca información disponible demuestra la flexibilidad del PSA y su utilidad en situaciones con pocos datos, ya que permite suplir la falta de datos con información de otras regiones y especies (Furlong-estrada *et al.* 2014). No obstante, al ser un método semi-cuantitativo, el PSA está sujeto a un alto grado de subjetividad, el cual se ve reflejado principalmente en la

ponderación de los atributos, ya que las características de la pesquería e historias de vida de las especies seleccionadas definen la importancia que se le dará a cada atributo (Patrick *et al.* 2010). Debido a esto los resultados obtenidos en el presente estudio no son comparables, a menos que se utilicen los mismos pesos para cada atributo y se especifique que son diferentes pesquerías. Sin embargo, es posible inferir que debido a los hábitos bentónicos de la mayoría de los batoideos la vulnerabilidad de este grupo será de moderada a alta en pesquerías donde la actividad pesquera esté relacionada con los fondos. Lo anterior se ha podido observar en la pesca de arrastre de camarón del norte de Australia, donde 6 especies de batoideos resultaron ser las más vulnerables (Stobutzki *et al.* 2002).

El PSA es una herramienta de gran utilidad para identificar aquellas especies en las cuales se debe delinear y priorizar políticas de manejo pesquero (Patrick *et al.* 2009, Patrick *et al.* 2010, Hobday *et al.* 2011), además de promover la investigación sobre aquellas especies con limitada información biológica y pesquera (Braccini *et al.* 2006). Sin embargo, el PSA no está enfocado a remplazar las evaluaciones clásicas de stock, ya que en ningún momento se describe o informa sobre el estado en el que se encuentran las diferentes poblaciones. Es decir que se desconoce si están o no por debajo de su rendimiento máximo sostenible, por lo cual no se puede asegurar que se encuentren o no sobre-explotadas (Cortés *et al.* 2010).

9. Conclusiones

Se registró la presencia de al menos 23 especies de batoideos en la pesca artesanal en el GC, de las cuales se seleccionó a *R. productus*, *D. dipterura*, *G. marmorata*, *R. steindachneri*, *R. glaucostigma*, *N. entemedor* y *M. californica* por registrar la mayor contribución a las capturas. Las especies de *R. velezi*, *U. maculatus* y *Z. exasperata* fueron incluidas para mantener representatividad de los géneros capturados.

Las especies *N. entemedor* y *R. velezi* resultaron ser las más productivas. Ninguna de las especies analizadas en el presente estudio obtuvo productividad alta. Por otra parte, la mayoría de las especies fueron moderadamente susceptibles a la pesca, siendo *R. productus* la única especie que resultó ser altamente susceptible a la pesca artesanal del GC.

Las especies *R. productus* y *D. dipterura* fueron las más vulnerables a la pesca artesanal del GC, sin embargo, la mitad de las especies analizadas fueron incluidas en la categoría de vulnerabilidad alta, por lo que se recomienda tomar medidas preventivas para estas especies.

Las especies *R. glaucostigma*, *U. maculatus* y *R. velezi* presentaron el mayor déficit de información biológica y pesquera, por lo cual se recomienda enfocar esfuerzos en investigación sobre estas especies, sin embargo, las investigaciones en el GC deberían realizarse para todas las especies seleccionadas con la finalidad de contar con la mejor información para el área de estudio.

El PSA es una herramienta útil en situaciones donde la información disponible es limitada ya que al suplir la falta de datos con información de otras regiones o especies permite identificar aquellas especies con la vulnerabilidad relativa más alta a la pesca. Además, esta metodología permite la identificación de los huecos en información en los cuales deben enfocarse las futuras investigaciones.

10. Recomendaciones

Las especies que registran el mayor número de capturas en la pesca artesanal del GC también obtuvieron los valores de vulnerabilidad más altos (*R. productus* y *D. dipterura*), por lo cual se resalta la necesidad de evaluaciones poblacionales más robustas para estas especies con la finalidad de establecer medidas de manejo adecuadas en un futuro.

Considerar los aspectos socioeconómicos involucrados en la pesca artesanal del GC ayudaría a que la implementación de estrategias de manejo tengan una mejor aceptación por parte de la comunidad pesquera, incrementando así su probabilidad de éxito.

La investigación debería priorizarse para las especies con la menor calidad y cantidad de datos (*R. glaucostigma*, *U. maculatus* y *R. velezi*). Además se recomienda realizar estudios en el GC que ayuden a obtener datos sobre la tasa intrínseca de crecimiento poblacional, ya que fue considerado un atributo medular para determinar la productividad y muy pocas especies contaban con este dato.

Se recomienda desarrollar un PSA en el cual los intervalos de productividad se delimiten con base en las características biológicas de los elasmobranquios. En el presente estudio la metodología usada tomaba en cuenta las historias de vida de numerosas especies de peces óseos, por lo cual hacer un análisis más detallado nos dará mayor nitidez de los resultados obtenidos.

Una ERA como la ERAEF se realiza con base en la información biológica y pesquera recopilada, la cual es frecuentemente compleja, ambigua o incompleta. Debido a esto, un juicio basado en la experiencia científica es necesario para ponderar y calificar los diferentes atributos de productividad y susceptibilidad. Para ello se realizó un taller con la participación de expertos en la biología y pesca de las especies seleccionadas. Efectuar talleres de este tipo es indispensable para la realización de cualquier PSA.

Finalmente el uso de la metodología del PSA, puede ser de gran utilidad en el análisis de las poblaciones de peces en las pesquerías artesanales que cuentan con limitada información biológica y pesquera.

11. Literatura consultada

- ALCALÁ G. 2003. Políticas pesqueras en México (1946-2000): contradicciones y aciertos en la planificación de la pesca nacional (Vol. 2). El Colegio de Michoacán AC. 109 pp.
- ÁLVAREZ-BORREGO S y AD Giles-Guzmán. 2012. Opal in Gulf of California sediments as a tool to estimate the vertical component of water exchange between the Gulf and the Pacific Ocean. *Botanica Marina*, 55(2): 161-168.
- ÁLVAREZ-BORREGO S y JR Lara Lara. 1991. The physical environment and primary productivity of the Gulf of California. En: The Gulf and Peninsula, Province of the Californias. America Association of Petroleum Geologist. Dauphin y Simoneit (Eds). 47: 555-567.
- BIZZARRO JJ, WD Smith, JF Márquez-Farías, J Tyminski y RE Hueter. 2009 a. Temporal variation in the artisanal elasmobranch fishery of Sonora, Mexico. *Fisheries Research*, 97: 103–117.
- BIZZARRO JJ, WD Smith, RE Hueter y CJ Villavicencio-Garayzar. 2009 b. Activities and Catch Composition of Artisanal Elasmobranch Fishing Sites on the Eastern Coast of Baja California Sur, Mexico. *Bulletin of the Southern California Academy of Sciences*, 108 (3): 137-151
- BIZARRO JJ, WD Smith, JL Castillo-Géniz, A Ocampo-Tórres, JF Márquez-Farías y RE Hueter. 2009 c. The seasonal importance of small coastal sharks and rays in the artisanal elasmobranch fishery of Sinaloa, Mexico. *Pan-American Journal of Aquatic Sciences*, 4(4): 513-531
- BIZZARRO JJ, WD Smith, RE Hueter, J Tyminski, JF Márquez-Farías, JL Castillo-Géniz, GM Cailliet, CJ Villavicencio-Garayzar. 2007 a. The status of shark and ray fishery resources in the Gulf of California: applied

research to improve management and conservation. Moss Landing Marine Laboratories. Reporte técnico. California USA. 237 pp.

- BIZZARRO JJ, HJ Robinson, CS Rinewalt y DA Ebert. 2007 b. Comparative feeding ecology of four sympatric skate species off central California, USA. *Environmental Biology of Fishes*, 80: 197-220.
- BIZZARRO JJ, WD Smith, JF Márquez-Farías y RE Hueter. 2007 c. Artisanal fisheries and reproductive biology of the golden cownose ray, *Rhinoptera steindachneri* Evermann and Jenkins, 1891, in the northern Mexican Pacific. *Fisheries Research*, 84: 137-146.
- BLANCO-PARRA MdP, F Galván-Magaña, JF Márquez-Farías y CA Niño-Torres. 2012. Feeding ecology and trophic level of the banded guitarfish, *Zapteryx exasperata*, inferred from stable isotopes and stomach contents analysis. *Environmental Biology of Fishes*, 95: 65-77.
- BLANCO-PARRA MdP, JF Márquez-Farías y F Galván-Magaña. 2009 a. Reproductive biology of the banded guitarfish, *Zapteryx exasperata*, from the Gulf of California, México. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 89 (8): 1655-1662.
- BLANCO-PARRA MdP JF Márquez-Farías y F Galván-Magaña. 2009 b. Fishery and morphometric relationships of the banded guitarfish, *Zapteryx exasperata* (Elasmobranchii, Rhinobatidae), from the Gulf of California, Mexico. *Pan-American Journal of Aquatic Sciences*, 4(4): 456-465.
- BRACCINI JM, BM Gillanders y TI Walker. 2006. Hierarchical approach to the assessment of fishing effects on non-target chondrichthyans: case study of *Squalus megalops* in southeastern Australia. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 63 (11): 2456-2466.
- BRUSCA RC, LT Findley, PA Hastings, ME Hendrickx, J Torre-Cosio y AM van der Heiden. 2005. Macrofaunal diversity in the Gulf of California.

En: Biodiversity, Ecosystems and Conservation in Northern Mexico. Cartron JL, Caballos EG, Felger RS (Eds.). 179-203.

- BURGOS-VÁZQUEZ IM. 2013. Biología reproductiva de la raya mariposa *Gymnura marmorata* (Cooper, 1864) en la costa occidental de Baja California Sur, México. Tesis Doctoral. Instituto Politécnico Nacional, Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas. 90 pp.
- CARTAMIL D, O Santana-Morales, M Escobedo-Olvera, D Kacev, L Castillo-Geniz, JB Graham, RD Rubin y O Sosa-Nishizaki. 2011. The artisanal elasmobranch fishery of the Pacific coast of Baja California, México. *Fisheries Research*, 108: 393-403.
- CASTILLO-GÉNIZ JL. 2007. Historia de vida y biología pesquera de la raya, *Raja inornata* (Jordan y Gilbert, 1881) del norte del Golfo de California, México. Tesis Doctoral. Centro de Investigación Científica y Estudios Superiores. 266 pp.
- 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. *Marine Freshwater Research*, 49: 611-620.
- CASTRO JI. 1993. The shark nursery of Bulls Bay, South Carolina, with a review of the shark nurseries of the southeastern coast of the United States. *Environmental Biology of Fishes*, 38: 37-4.
- CONAPESCA. 2016. Información estadística por especie y entidad. Version_2016.
http://www.conapesca.gob.mx/wb/cona/consulta_especifica_por_producion
- CONAPESCA-INP. 2004. Plan de Acción Nacional para el Manejo y Conservación de Tiburones, Rayas y Especies Afines en México. Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca e Instituto Nacional de la

Pesca, Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Mazatlán, México. 80 pp.

- CORTÉS E, F Arocha, L Beerkircher, F Carvalho, A Domingo, M Heupel, 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*, 23(1), 25-34.
- CUDNEY-BUENO R y PJ Turk-Boyer. 1998. Pescando entre mareas del alto Golfo de California: una guía sobre la pesca artesanal, su gente, y sus propuestas de manejo. Centro Intercultural de Estudios de Desiertos y Océanos CEDO, A.C. Sonora, México 166 pp.
- DÁVILA-ORTIZ J. 2002. Biología reproductiva de la raya mariposa *Gymnura marmorata* (Cooper 1863) en Bahía Almejas B.C.S. México. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma de Baja California Sur. 45 pp.
- DOF. 2012. 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 establecer los periodos de veda de pulpo en el Sistema Arrecifal Veracruzano, jaiba en Sonora y Sinaloa, tiburones y rayas en el Océano Pacífico y tiburones en el Golfo de México. México. 11 de junio de 2012.
- DOF 2007. Norma Oficial Mexicana NOM-029-PESC-2006, Pesca responsable de tiburones y rayas. Especificaciones para su aprovechamiento. Diario Oficial de la Federación. México. 14 de febrero de 2007.
- DOWNTOWN HOFFMANN CA. 2007. Biología del pez guitarra *Rhinobatos productus* (Ayres, 1856), en Baja California Sur, México.

Tesis Doctoral. Instituto Politécnico Nacional, Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas. 194 pp.

- DULVY NK y E Forrest. 2010. Life Histories, Population Dynamics, and Extinction Risks in Chondrichthyans. En: *Sharks and Their Relatives II: Biodiversity, Adaptive Physiology and Conservation*. Carrier, JC, JA Musick y MR Heithaus (Eds): 640-679.
- DULVY NK y JD Reynolds. 2002. Predicting extinction vulnerability in skates. *Conservation Biology*, 16: 440–450.
- DULVY NK, JD Reynolds, JD Metcalfe y J Glanville. 2000. Fisheries stability, local extinctions and shifts in community structure in skates. *Conservation Biology*, 14: 1–11.
- EBERT DA. 2003. *Sharks, rays, and chimeras of California*. Berkeley: University of California Press. 297 pp.
- EPA. 1998. *Guidelines for Ecological Risk Assessment*. Washington, DC: Risk Assessment Forum, U.S. Environmental Protection Agency. EPA/630/R-95/002F.
- EPA. 1992. Environmental Protection Agency. 1992. *Framework for ecological risk assessment*. Washington, DC: Risk Assessment Forum, U.S. Environmental Protection Agency. EPA/630/R-92/001.
- FISHER RA, GC Call y DR Grubbs. 2013. Age, Growth, and Reproductive Biology of Cownose Rays in Chesapeake Bay. *Marine and Coastal Fisheries: Dynamics, Management, and Ecosystem Science*. 5 (1): 224-235.
- FISCHER W, F Krupp, W Schneider, C Sommer, KE Carpenter y VH Niem. 1995. *Guía FAO para la identificación de especies para los fines de pesca. Pacífico centro-oriental Volumen II. Vertebrados-Parte 1*. Roma, (2): 647-1200.

- FLORES-ORTEGA JR, E Godínez-Domínguez y G González-Sansón. 2015. Ecología trófica de siete especies de batoideos (Batoidea) en el Pacífico Central Mexicano. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 50(3): 521-533.
- FRISK MG. 2010. Life History Strategies of Batoids. En: *Sharks and Their Relatives II: Biodiversity, Adaptive Physiology and Conservation*. Carrier, JC, JA Musick y MR Heithaus (Eds): 283-318.
- FRISK MG, TJ Miller y NK Dulvy. 2005. Life Histories and Vulnerability to Exploitation of Elasmobranchs: Inferences from Elasticity, Perturbation and Phylogenetic Analyses. *Journal of the Northwest Atlantic Fishery Science*, 35: 27-45.
- FRISK MG, TJ Miller y MJ Fogarty. 2001. Estimation and analysis of biological parameters in elasmobranch fishes: a comparative life history study. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 58: 969-981.
- FURLONG-ESTRADA E, J Tovar-Avila y E Ríos-Jara. 2014. Evaluación de riesgo de la pesca artesanal para los tiburones capturados en la entrada del Golfo de California. *Hidrobiológica*, 24 (3): 83-97.
- GILBERT JY y WE Allen, 1943. The phytoplankton of the Gulf of California obtained by the E.W. Scripps in 1939 and 1940. *Journal of Marine Research*, 5: 89-110.
- HALE LF y CG Lowe. 2008. Age and growth of the round stingray *Urobatis haller* at Seal Beach, California. *Journal of Fish Biology*, 73: 510-523.
- HEFFERNAN S. 2012. Resolving Species: *Urobatis halleri*, *U. concentricus*, and *U. maculatus* as Subspecies. Undergraduate Honors Theses. Paper 292 pp.
- HOBDAJY AJ, ADM Smith, IC Stobutzki, C Bulman, R Daley, JM Dambacher, RA Deng, J Dowdne, M Fulle, 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): 372-387.
- HOBDAY AJ, A Smith, H Webb, R Daley, S Wayte, C Bulman, J Dowdney, A Williams, M Sporcic, J Dambacher, M Fuller y T Walker. 2007. Ecological RiskAssessment for the Effects of Fishing: Methodology. Reporte R04/1072 para la Australian Fisheries Management Authority, Canberra.
 - INAPESCA. 2012. Plan de Manejo de la Pesquería de Tiburones y Rayas del Pacífico Mexicano. Instituto Nacional de la Pesca, Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. México. 120 pp.
 - JENNINGS S, JD Reynolds y SC Mills. 1998. Life history correlates of responses to fisheries exploitation. *Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences*. 265: 333-339.
 - JENSEN A L. 1996. Ratio estimation of mortality using catch curves. *Fisheries Research*, 27: 61-67.
 - LARA-MENDOZA RE y JF Márquez-Farías. 2014. Estructura de tallas y relación peso-longitud del pez guitarra pinta, *Rhinobatos glaucostigma* (Rajiformes: Rhinobatidae) en la plataforma continental de Sinaloa, México. *Hidrobiológica*. 24 (2): 119-1.
 - LAVIN MF y SG Marinone. 2003. An overview of the physical oceanography of the gulf of California. En: *Nonlinear Processes in Geophysical Fluid Dynamics*. Velasco OU, Sheinbaum J y JL Ochoa (Eds). pp. 237-255.
 - LLUCH-COTA SE, EA Aragón-Noriega, F Arreguín-Sánchez, D Aurióles-Gamboa, R Cervantes-Duarte, R Cortés-Altamirano, P Del-Monte-Luna,

- A Esquivel-Herrera, G Fernández, ME Hendrickx, S Hernández-Vázquez, H Herrera-Cervantes, M Kahru, M Lavín, D Lluch-Belda, DB Lluch-Cota, J López-Martínez, SG Marione, MO Nevárez-Martínez, S Ortega-García, E Palacios-Castro, A Parés-Sierra, G Ponce-Díaz, M Ramírez-Rodríguez, CA Salinas-Zavala, RA Schwartzole y AP Sierra-Beltrán. 2007. The Gulf of California: Review of ecosystem status and sustainability challenges. *Progress in Oceanography*, 73: 1-26.
- MARIANO-MELENDEZ E. 1997. Biología reproductiva de la raya locera *Dasyatis brevis* (Garman, 1880), en Bahía Almejas, B. C. S., México. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de Baja California Sur. 46 pp.
 - MARINONE SG. 2003. A three-dimensional model of the mean and seasonal circulation of the Gulf of California. *Journal of Geophysical Research: Oceans*. 108 (C10).
 - MÁRQUEZ-FARIAS JF. 2011. Evaluación del impacto de las redes agalleras en la estructura de la población de la guitarra común *Rhinobatos productus* del Golfo de California, México. *Ciencias Marinas*, 37(3): 293–304.
 - MÁRQUEZ-FARIAS JF. 2007. Reproductive biology of shovelnose guitarfish *Rhinobatos productus* from the eastern Gulf of California México. *Marine Biology*. 151: 1445-1454.
 - MÁRQUEZ-FARIAS JF. 2005. Gillnet Mesh Selectivity for the Shovelnose Guitarfish (*Rhinobatos productus*) from Fishery-Dependent Data in the Artisanal Ray Fishery of the Gulf of California, Mexico. *Journal of Northwest Atlantic Fishery Science*. 35: 443–452.
 - MÁRQUEZ-FARIAS JF. 2002. The artisanal ray fishery in the Gulf of California: Development, Fisheries Research and Management Issues. *Shark News* 14, July 2002. <http://www.flmnh.ufl.edu/fish/Organizations/SSG/sharknews/sn14>.

- MARTIN LK y GM Cailliet. 1988 a. Age and growth determination of the bat ray, *Myliobatis californica*, in central California. *Copeia*, 3: 762-773.
- MARTIN LK y GM Cailliet. 1988 b. Aspects of the Reproduction of the bat ray, *Myliobatis californica*, in central California. *Copeia*, 3: 754-762.
- MEJÍA-FALLA PA, AF Navia, E Cortés. 2012. Reproductive variables of *Urotrygon rogersi* (Batoidea: Urotrygonidae): A species with triannual reproductive cycle in eastern tropical Pacific Ocean. *Journal of Fish Biology*, 80 (5): 1246-1266.
- Del MORAL-FLORES LF, A Angulo, MI López y William A. Bussing. Nueva especie del género *Urobatis* (Myliobatiformes: Urotrygonidae) del Pacífico oriental tropical. *Revista de Biología Tropical*, 63 (2): 501-514.
- MORALES-AZPEITIA R, J López-Martínez, CH Rábago-Quiroz, MO Nevárez-Martínez y E Herrera-Valdivi. 2013. Crecimiento y tasas de mortalidad de *Pseudupeneus grandisquamis* y *Urobatis halleri*, especies de fauna acompañante en la pesquería de camarón. *Hidrobiológica*, 23 (3): 386-393.
- MORALES-AZPEITIA R, J López-Martínez, J Rodríguez-Romero y JT Ponce-Palafox. 2011. Distribución, abundancia y patrón reproductivo de *Pseudupeneus grandisquamis* Gill, 1863 (Perciformes: Mullidae) y *Urobatis halleri* Cooper, 1863 (Rajiformes: Urolophidae) en el Golfo de California. *Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes*, 52: 3-14.
- MULL CG, Lowe CG y Young KA. 2010. Seasonal reproduction of female round stingrays (*Urobatis halleri*): Steroid hormone profiles and assessing reproductive state. *General and Comparative Endocrinology*, 166: 379–387.
- MULL CG, CG Lowe y KA Young. 2008. Photoperiod and water temperature regulation of seasonal reproduction in male round stingrays

(*Urobatis halleri*). *Comparative Biochemistry and Physiology*, 151:717-725.

- PALACIOS-BARRIETO P, J Gaitán-Espitia y A Ramírez-Hernández. 2008. Manejo y aprovechamiento socioeconómico del recurso batoideo en la pesca artesanal de la zona costera del Departamento del Magdalena, Caribe colombiano. Memorias del Segundo Simposio Nacional de Tiburones y Rayas, Universidad Nacional Autónoma de México. 173-176.
- PATRICK WS, P Spencer, J Link, J Cope, J Field, D Kobayashi, P Lawson, T Gedamke, E Cortes, O Ormseth, K Bigelow Y W Overholtz. 2010. Using productivity and susceptibility indices to assess the vulnerability of United States fish stocks to overfishing. *Fishery Bulletin*. 108: 305–322.
- PATRICK WS, 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 pp.
- RAMÍREZ-MOSQUEDA E, JC Pérez-Jiménez y M Mendoza-Carranza. 2012. Reproductive parameters of the southern stingray *Dasyatis americana* in southern gulf of Mexico. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 40(2): 335-344.
- RODRÍGUEZ-LORENZO. 2007. Edad y crecimiento de la raya mariposa *Gymnura marmorata* (Cooper, 1863) del Alto Golfo de California, México. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma de Baja California Sur. 67 pp.
- ROMO-CURIEL A. 2004. Biología Reproductiva del pez guitarra *Rhinobatos productus* Ayres, 1856 (Chondrichthyes:Rhinobatidae) en la región norte del Golfo de California, México. Tesis de licenciatura, Facultad de Ciencias Marinas. México. 50 pp.

- ROSA-MEZA K, P Sosa-Nishisaki y H Cueva-Salcedo. 2013. Feeding habits of the speckled guitarfish *Rhinobatos glaucostigma* (Elasmobranchii, Batoidea) in the southeastern Gulf of California. *Ciencias Marinas*. 39(3): 277–290.
- SANDOVAL-CASRILLO J, A Rocha-Olivares, C Villavicencio-Garayzar y E Balart. 2004. Cryptic isolation of Gulf of California shovelnose guitarfish evidenced by mitochondrial DNA. *Marine Biology*, 145: 983-988.
- SAGARPA, Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. 2014. Anuario estadístico de acuicultura y pesca 2014. Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca. México.
- SAGARPA, Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. 2002-2014. Anuario estadístico de acuicultura y pesca años 2000-2013. Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca. México.
- SALOMÓN AGUILAR CA. 2015. Zonas prioritarias de conservación de rayas y mantarrayas en el noroeste del Pacífico mexicano. *Ciencia Pesquera*, 23(2): 77-99.
- SEMARNAP, Secretaria del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. 1998-2000. Anuario estadístico de pesca años 1993-1999. Dirección general de comunicación social de SEMARNAP. México.
- SIMENTAL-ANGUIANO MR. 2013. Ecología trófica de *Raja velezi* (Chirichigno, 1973), en la costa occidental de Baja California Sur, México. Tesis de Maestría. Instituto Politécnico Nacional, Centro Interdisciplinario de Ciencias del Marinas. 68 p.
- SIMPFENDORFER CA, MR Heupel, WT White y NK Dulvy .2011. The importance of research and public opinion to conservation management

of sharks and rays: a synthesis. *Marine and Freshwater Research*, 62: 518–527.

- SIMPFENDORFER CA y PM Kyne. 2009. Limited potential to recover from overfishing raises concerns for deep-sea sharks, rays and chimaeras. *Environmental Conservation*, 36: 97–103.
- SIMPFENDORFE CA, E Cortés, M Heupel, E Brooks, E Babcock, J Baum, R McAuley, S Dudley, JD Stevens, S Fordham y A Soldo. 2008. An integrated approach to determining the risk of overexploitation for data-poor pelagic Atlantic sharks. An Expert Working Group Report. Reporte SCRS/2008/140 para el Lenfest Ocean Program, Washington.
- SMITH WD, JJ Bizzarro Y GM Cailliet. 2009 a. La pesca artesanal de elasmobranquios en la costa oriental de Baja California, México: Características y consideraciones de manejo. *Ciencias Marinas*, 35(2): 209-236.
- SMITH WD, JJ Bizzarro, VP Richards y J Nielsen. 2009 b. Morphometric convergence and molecular divergence: the taxonomic status and evolutionary history of *Gymnura crebripunctata* and *Gymnura marmorata* in the eastern Pacific Ocean. *Journal of Fish Biology*, 75: 761–783.
- SMITH WD, GM Cailliet y E Cortés. 2008. Demography and elasticity of the diamond stingray, *Dasyatis dipterura*: parameter uncertainty and resilience to fishing pressure. *Marine and Freshwater Research*, 59: 575-586.
- SMITH WD, GM Cailliet y EM Melendez. 2007. Maturity and growth characteristics of a commercially exploited stingray, *Dasyatis dipterura*. *Marine and Freshwater Research*, 58: 54-66.
- SOSA-NISHIZAKI O, JF Márquez-Farías y CJ Villavincencio-Garayzar. 2008. Case study: pelagic shark fisheries along the west coast of

- Mexico. En: *Sharks of the Open Ocean: Biology, Fisheries and Conservation* MD Camhi, Pikitch EK y Babcock EA (Eds.): 60-68.
- SOTO-LÓPEZ K. 2014. Biología reproductiva de la raya *Raja velezi* en el suroeste de la Costa Occidental de Baja California Sur. Tesis de Maestría. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Ciencias del Mar y Limnología. 83 pp.
 - STEVENS JD, R Bonfil, NK Dulvy, P Walker. 2000. The Effects of Fishing on Sharks, Rays and Chimaeras (Chondrichthyans), and the Implications for Marine Ecosystems. *Journal of Marine Science*, 57: 476-494.
 - STEVENS JD. 1999. Variable resilience to fishing pressure in two sharks: the significance of different ecological and life history parameters. En: Musick JA (ed) *Life in the slow lane: ecology and conservation of long-lived marine animals. American Fisheries Society, Bethesda*: 11–16.
 - STOBUTZKI IC, MJ Miller, DS Heales y DT Brewer. 2002. Sustainability of elasmobranchs caught as bycatch in a tropical prawn (shrimp) trawl fishery. *Fishery Bulletin*, 100: 800-821.
 - STOBUTZKI IC, MJ Miller y DT Brewer. 2001. Sustainability of fishery bycatch: a process for assessing highly diverse and numerous bycatch. *Environmental Conservation*, 28 (2): 167-181.
 - VILLAVICENCIO-GARÁYZAR CJ. 2000 a. Áreas de crianza de tiburones en el Golfo de California. Universidad Autónoma de Baja California Sur Área Interdisciplinaria de Ciencias del Mar Informe final SNIB-CONABIO proyecto No. L054. México D. F.
 - VILLAVICENCIO-GARÁYZAR CJ. 2000 b. 2000. Taxonomía, abundancia estacional, edad y crecimiento y biología reproductiva de *Narcine entemedor* Jordán y Starks (chondrichthyes; Narcinidae), en

Bahía Almejas, B.C.S., México. Tesis Doctoral. Universidad Autónoma de Nuevo León. 137 p.

- VILLAVICENCIO-GARÁYZAR CJ. 1996. Tallas, proporción de sexos y reproducción de *Myliobatis californica* y *M. longirostris* (Pisces: Myliobatidae) en Baja California Sur, México. *Revista de Biología Tropical*, 43 (2): 291-295
- WALKER TI. 2005. Management measurements. En: Management techniques for elasmobranch fisheries. Musick JA y R Bonfil (Eds). Food and Agriculture Organization of the United Nations. Roma. 216-242.

12. Anexos

Anexo 1. Participantes del taller realizado el día 13 de abril del 2016 en las instalaciones del Laboratorio de Ecología Pesquera, ubicado en el Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CICESE):

- DR. Oscar Sosa Nishisaki
- M.C Carmen Rodríguez Medrano
- M.C Luz Erandi Saldaña Ruiz
- M.C Elea Carolina Medina Trujillo
- M.C Emiliano García Rodríguez
- M.C Arturo Fajardo Yamamoto
- M.C Mario Rafael Ramírez León

Anexo 3. Especies de batoideos capturadas en la pesca artesanal del Golfo de California.

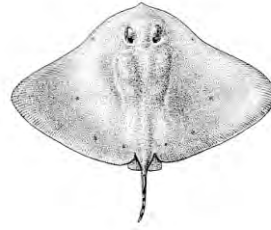
Tabla 10. Especies de batoideos capturadas en la pesca artesanal del Golfo de California y su estatus en la lista roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN por sus siglas en inglés).

Especie	Estatus en la lista roja de la IUCN
<i>Aetobatus narinari</i>	Casi amenazada
<i>Dasyatis dipterura</i>	Datos insuficientes
<i>Dasyatis longa</i>	Datos insuficientes
<i>Gymnura spp.</i>	
<i>Manta birostris</i>	Vulnerable
<i>Mobula japanica</i>	Casi amenazada
<i>Mobula munkiana</i>	Casi amenazada
<i>Mobula thurstoni</i>	Casi amenazada
<i>Myliobatis californica</i>	Preocupación mínima
<i>Myliobatis longirostris</i>	Casi amenazada
<i>Narcine entemedor</i>	Datos insuficientes
<i>Pteroplatytrygon violacea</i>	Preocupación mínima
<i>Raja inornata</i>	Datos insuficientes
<i>Raja velezi</i>	Datos insuficientes
<i>Rhinobatos glaucostigma</i>	Datos insuficientes
<i>Rhinobatos leucorhynchus</i>	Casi amenazada
<i>Rhinobatos productus</i>	Casi amenazada
<i>Rhinoptera steindachneri</i>	Casi amenazada
<i>Urobatis halleri</i>	Preocupación mínima
<i>Urobatis maculatus</i>	Datos insuficientes
<i>Urotrygon rogersi</i>	Datos insuficientes
<i>Zapteryx exasperata</i>	Datos insuficientes

Anexo 3. Especies de batoideos seleccionadas.



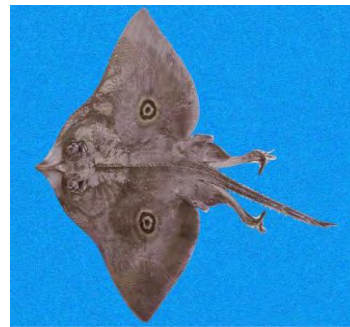
Dasyatis dipterura
www.fishbase.org



Gymnura marmorata
Fisher et al. 1995



Myliobatis californica
www.fishbase.org



Raja velezi
www.fishbase.org



Narcine entemedor
www.fishbase.org



Rhinobatos glaucostigma
www.fishbase.org



Rhinobatos productus
www.fishbase.org



Zapteryx exasperata
www.fishbase.org



Rhinoptera steindachneri
www.fishbase.org



Urobatis maculatus
www.fishbase.org

Anexo 4. Base de datos

Tabla 11. Información biológica y pesquera de *D. dipterura*. Golfo de California (GC), Pacífico mexicano (PM), Pacífico (P).

<i>Dasyatis dipterura</i>				
	Dato	Región	Cita	Documento
Tasa intrínseca de crecimiento poblacional	0.1 a 0.14	PM	Smith <i>et al.</i> 2008	Artículo científico
Edad máxima	Machos: 19 años; Hembras: 28 años	PM	Smith <i>et al.</i> 2007	Artículo científico
Talla máxima	Machos: 62 cm AD; Hembras: 92 cm AD	PM	Smith <i>et al.</i> 2007	Artículo científico
Coefficiente de crecimiento de von Bertalanffy	Machos: 0.1; Hembras: 0.05	PM	Smith <i>et al.</i> 2007	Artículo científico
Mortalidad natural estimada	0.034 a 0.064	PM	Smith <i>et al.</i> 2008	Artículo científico
Fecundidad	2 a 3 crías	PM	Smith <i>et al.</i> 2008	Artículo científico
Edad de madurez	Machos: 5-8 años; Hembras: 8-11 años	PM	Smith <i>et al.</i> 2007	Artículo científico
Talla de primera madurez	Machos: 50 cm AD; Hembras: 58cm	PM	Smith <i>et al.</i> 2007	Artículo científico
Nivel trófico	~3	PM	Bizzarro <i>et al.</i> 2007 b	Artículo científico
Profundidad	0 a 17 m	GC	Villavicencio-Garayzar 2000 a	Reporte
Hábitat	Bentónica (fondos arenosos y fangosos)	PM	Smith <i>et al.</i> 2007	Artículo científico
Distribución geográfica	Columbia Británica hasta Chile	PM	Smith <i>et al.</i> 2007	Artículo científico
Temporada de mayor abundancia	Primavera-Verano	GC	Bizzarro <i>et al.</i> 2009 a	Artículo científico
Temporada de apareamiento	Verano	PM	Bizzarro <i>et al.</i> 2007 b	Artículo científico
Zonas de apareamiento	Sistemas lagunares	PM	Bizzarro <i>et al.</i> 2007 b	Artículo científico
Periodicidad reproductiva	Anual	PM	Mariano-Meléndez 1997	Tesis
Áreas de crianza	Sistemas lagunares	PM	Bizzarro <i>et al.</i> 2007 b	Artículo científico
Mortalidad por pesca	0.25		Calculado Jensen	
Migraciones estacionales	Ligadas a la temperatura del agua	PM	Bizzarro <i>et al.</i> 2007 b	Artículo científico
Agrupaciones	En ocasiones	P	Ebert 2003	Libro
Equipo de pesca	Red de enmalle de fondo	GC	Bizzarro <i>et al.</i> 2009 a	Artículo científico
Características morfológicas que afecten la captura	No		Opinión de expertos	

Tabla 12. Información biológica y pesquera de *G. marmorata*. Golfo de California (GC), Pacífico mexicano (PM).

<i>Gymnura marmorata</i>				
	Dato	Región	Cita	Documento
Tasa intrínseca de crecimiento poblacional	0.41		Calculado Frisk <i>et al.</i> 2001	
Edad máxima	Machos: 6 años; Hembras: 16 años	GC	Rodríguez-Lorenzo 2007	Tesis
Talla máxima	Machos: 57 cm AD; Hembras: 117.5 cm AD	GC	Rodríguez-Lorenzo 2007	Tesis
Coefficiente de crecimiento de von Bertalanffy	Machos: 0.11; Hembras: 0.11	GC	Rodríguez-Lorenzo 2007	Tesis
Mortalidad natural estimada	0.04		Calculado Dulvy y Forrest 2010	
Fecundidad	4 a 16 crías	PM	Dávila-Ortiz 2002	Tesis
Edad de madurez	Machos: 2 años; Hembras: 4 años	GC	Rodríguez-Lorenzo 2007	Tesis
Talla de primera madurez	Machos: 40.5 cm AD; Hembras: 60cm AD	GC	Rodríguez-Lorenzo 2007	Tesis
Nivel trófico	~ 3		Opinión de expertos	
Profundidad	10 a 150 m	PM	Burgos-Vázquez 2013	Tesis
Hábitat	Aguas costeras someras, bahías y esteros	GC	Villavicencio-Garayzar 2000 a	Reporte
Distribución geográfica	California hasta Perú	GC	Villavicencio-Garayzar 2000 a	Reporte
Temporada de mayor abundancia	Primavera-Verano	GC	Bizzarro <i>et al.</i> 2009	Artículo científico
Temporada de apareamiento	Marzo a Julio	PM	Burgos-Vázquez 2013	Tesis
Zonas de apareamiento	Bahías	PM	Dávila-Ortiz 2002	Tesis
Periodicidad reproductiva	Anual	PM	Burgos-Vázquez 2013	Tesis
Áreas de crianza	Estuarios, lagunas y zonas someras	PM	Bizzarro <i>et al.</i> 2007 b	Artículo científico
Mortalidad por pesca	0.176		Calculado Jensen	
Migraciones estacionales	Ligadas a la reproducción	PM	Dávila-Ortiz 2002	Tesis
Agrupaciones	Sin Datos			
Equipo de pesca	Red de enmalle de fondo	GC	Bizzarro <i>et al.</i> 2009 a	Artículo científico
Características morfológicas que afecten la captura	No		Opinión de expertos	

Tabla 13. Información biológica y pesquera de *M. californica*. Golfo de California (GC), Pacífico mexicano (PM), Pacífico (P).

<i>Myliobatis californica</i>				
	Dato	Región	Cita	Documento
Tasa intrínseca de crecimiento poblacional	0.2		Calculado Dulvy y Forrest 2010	
Edad máxima	Machos: 6 años; Hembras: 24 años	P	Ebert 2003	Libro
Talla máxima	Machos: 86 cm AD; Hembras 128 cm AD	PM	Villavicencio-Garayzar 1996	Artículo científico
Coefficiente de crecimiento de von Bertalanffy	Machos: 0.22; Hembras: 0.09	P	Martin y Cailliet 1988 a	Artículo científico
Mortalidad natural estimada	0.04		Calculado Dulvy y Forrest 2010	
Fecundidad	2 a 10 crías	P	Martin y Cailliet 1988 b	Artículo científico
Edad de madurez	Machos: 2 a 3 años; Hembras: 5 años	P	Martin y Cailliet 1988 b	Artículo científico
Talla de primera madurez	Machos: 55 cm AD; Hembras: 78 cm AD	PM	Villavicencio-Garayzar 1996	Artículo científico
Nivel trófico	~ 3.2		Fish Base	
Profundidad	≥ 50 m	P	Ebert 2003	Libro
Hábitat	Bahías y esteros con fondos lodosos y arenosos	P	Ebert 2003	Libro
Distribución geográfica	Oregon EU y Golfo de California			
Temporada de mayor abundancia	Primavera e Invierno	GC	Bizzarro <i>et al.</i> 2009 a	Artículo científico
Temporada de apareamiento	Primavera-Verano	PM	Villavicencio-Garayzar 1996	Artículo científico
Zonas de apareamiento	Bahías	PM	Villavicencio-Garayzar 1996	Artículo científico
Periodicidad reproductiva	Anual	P	Martin y Cailliet 1988 b	Artículo científico
Áreas de crianza	Bahías y humedales	P	Ebert 2003	Libro
Mortalidad por pesca	0.144		Calculado Jensen	
Migraciones estacionales	Poco conocidas		Gray <i>et al.</i> 1996	Artículo científico
Agrupaciones	Al menos un registro	P	Martin y Cailliet 1988 b	Artículo científico
Equipo de pesca	Red de enmalle de fondo	GC	Bizzarro <i>et al.</i> 2009 a	Artículo científico
Características morfológicas que afecten la captura	No		Opinión de expertos	

Tabla 14. Información biológica y pesquera de *N. entemedor*. Golfo de California (GC), Pacífico mexicano (PM).

<i>Narcine entemedor</i>				
	Dato	Región	Cita	Documento
Tasa intrínseca de crecimiento poblacional	0.41		Calculado Frisk <i>et al.</i> 2001	
Edad máxima	Machos: 11 años; Hembras: 15 años	PM	Villavicencio-Garayzar 2000 b	Tesis
Talla máxima	Machos: 67cm LT; Hembras: 93 cm LT	PM	Villavicencio-Garayzar 2000 b	Tesis
Coefficiente de crecimiento de von Bertalanffy	Machos: 0.31; Hembras: 0.37	PM	Villavicencio-Garayzar 2000 b	Tesis
Mortalidad natural estimada	0.15		Calculado Dulvy y Forrest 2010	
Fecundidad	4 a 20 crías	PM	Villavicencio-Garayzar 2000 b	Tesis
Edad de madurez	Machos: 2 años; Hembras: 3 años	PM	Villavicencio-Garayzar 2000 b	Tesis
Talla de primera madurez	Machos: 45 cm LT; Hembras: 63 cm LT	PM	Villavicencio-Garayzar 2000 b	Tesis
Nivel trófico	~ 3.4	PM	Bizzarro <i>et al.</i> 2007 b	Artículo científico
Profundidad	0 a 100 m	PM	Villavicencio-Garayzar 2000 b	Tesis
Hábitat	Sustratos arenosos	PM	Villavicencio-Garayzar 2000 a	Reporte
Distribución geográfica	Costa occidental de BCS y Golfo de California hasta Colombia	PM	Villavicencio-Garayzar 2000 b	Tesis
Temporada de mayor abundancia	Primavera	GC	Bizzarro <i>et al.</i> 2009 a	Artículo científico
Temporada de apareamiento	Agosto-Septiembre	PM	Villavicencio-Garayzar 2000 b	Tesis
Zonas de apareamiento	Bahías	PM	Villavicencio-Garayzar 2000 b	Tesis
Periodicidad reproductiva	Anual	PM	Villavicencio-Garayzar 2000 b	Tesis
Áreas de crianza	Bahías	PM	Villavicencio-Garayzar 2000 b	Tesis
Mortalidad por pesca	0.5		Caldo Jensen	
Migraciones estacionales	Ligados a la reproducción	PM	Villavicencio-Garayzar 2000 b	Tesis
Agrupaciones	Sin dato			
Equipo de pesca	Red de enmalle de fondo	GC	Bizzarro <i>et al.</i> 2009 a	Artículo científico
Características morfológicas que afecten la captura	No		Opinión de expertos	

Tabla 15. Información biológica y pesquera de *R. velezi* (* = información de *R. inornata*). Golfo de California (GC), Pacífico mexicano (PM), Pacífico (P).

<i>Raja velezi</i>				
	Dato	Región	Cita	Documento
Tasa intrínseca de crecimiento poblacional	0.41		Calculado Frisk <i>et al.</i> 2001	
Edad máxima	Se cree que hasta 20 años	GC	Castillo-Géniz 2007	Tesis
*Talla máxima	Machos: 94 cm AD; Hembras:96 cm AD	PM	Soto-López 2014	Tesis
Coefficiente de crecimiento de von Bertalanffy	0.25		Calculado Frisk <i>et al.</i> 2001	
Mortalidad natural estimada	0.10		Calculado Dulvy y Forrest 2010	
Fecundidad	31 huevos		Calculado Frisk <i>et al.</i> 2001	
*Edad de madurez	Machos: 2.4 años; Hembras: 3 años	GC	Castillo-Géniz 2007	Tesis
Talla de primera madurez	Machos: 63 cm AD; Hembras: 71cm AD	PM	Simental-Anguiano 2013	Tesis
Nivel trófico	~3.33	PM	Simental-Anguiano 2013	Tesis
Profundidad	35 a 150 m	GC	Castillo-Géniz 2007	Tesis
Hábitat	Plataforma continental	P	Fischer <i>et al.</i> 1995	Reporte
Distribución geográfica	Golfo de California hasta Ecuador	P	Fischer <i>et al.</i> 1995	Reporte
Temporada de mayor abundancia	Marzo-Junio	PM	Simental-Anguiano 2013	Tesis
Temporada de apareamiento	Sin dato			
Zonas de apareamiento	Sin dato			
Periodicidad reproductiva	Podría ser durante todo el año	PM	Soto-López 2014	Tesis
Áreas de crianza	Sin dato			
Mortalidad por pesca	0.4		Calculado Jensen	
Migraciones estacionales	Sin dato			
Agrupaciones	Sin dato			
Equipo de pesca	Red de enmalle de fondo	GC	Bizzarro <i>et al.</i> 2009 a	Artículo científico
Características morfológicas que afecten la captura	No		Opinión de expertos	

Tabla 16. Información biológica y pesquera de *R. glaucostigma* (* = información de *R. productus*). Golfo de California (GC), Pacífico mexicano (PM), Pacífico (P).

<i>Rhinobatos glaucostigma</i>				
	Dato	Región	Cita	Documento
* Tasa intrínseca de crecimiento poblacional	0.19		Calculado In Lambda	
*Edad máxima	Machos: 11años; Hembras: 16 años	PM	Downtown-Hoffmann 2007	Tesis
Talla máxima	87 cm LT	GC	Lara-Mendoza y Márquez-Farías 2014	Artículo científico
*Coeficiente de crecimiento de von Bertalanffy	Machos: 0.24; Hembras:0.16	PM	Downtown-Hoffmann 2007	Tesis
*Mortalidad natural estimada	0.20	PM	Downtown-Hoffmann 2007	Tesis
*Fecundidad	18 crías	PM	Downtown-Hoffmann 2007	Tesis
*Edad de madurez	6 a 7 años	PM	Downtown-Hoffmann 2007	Tesis
*Talla de primera madurez	Machos: 55 cm LT; Hembras: 65 cm LT	GC	Márquez-Farías 2007	Artículo científico
Nivel trófico	~3.57	GC	Rosa-Meza <i>et al.</i> 2013	Artículo científico
*Profundidad	Menores a 12 m hasta 91 m	PM	Downtown-Hoffmann 2007	Tesis
Hábitat	Litorales con fondos lodosos o arenosos	GC	Rosa-Meza <i>et al.</i> 2013	Artículo científico
*Distribución geográfica	California hasta Guerrero	GC	Márquez-Farías 2007	Artículo científico
Temporada de mayor abundancia	Primavera	GC	Bizzarro <i>et al.</i> 2009 a	Artículo científico
*Temporada de apareamiento	Julio-Agosto	PM	Downtown-Hoffmann 2007	Tesis
*Zonas de apareamiento	Bahías y aguas poco profundas	GC	Márquez-Farías 2011	Artículo científico
*Periodicidad reproductiva	Anual	GC	Márquez-Farías 2007	Artículo científico
*Áreas de crianza	Aguas poco profundas con fondos arenosos	GC	Márquez-Farías 2007	Artículo científico
*Mortalidad por pesca	0.2	PM	Downtown-Hoffmann 2007	Tesis
*Migraciones estacionales	Ligados a la reproducción	GC	Márquez-Farías 2007	Artículo científico
*Agrupaciones	Pocas ocasiones	P	Ebert 2003	Libro
Equipo de pesca	Red de enmalle de fondo	GC	Bizzarro <i>et al.</i> 2009 a	Artículo científico
*Características morfológicas que afecten la captura	Sí	GC	Márquez-Farías 2005	Artículo científico

Tabla 17. Información biológica y pesquera de *R. productus*. Golfo de California (GC), Pacífico mexicano (PM), Pacífico (P).

<i>Rhinobatos productus</i>				
	Dato	Región	Cita	Documento
Tasa intrínseca de crecimiento poblacional	0.19		Calculado antilog Lamda	
Edad máxima	Machos: 11 años; Hembras: 16 años	PM	Downtown-Hoffmann 2007	Tesis
Talla máxima	120 cm	GC	Romo-Curiel 2004	Tesis
Coefficiente de crecimiento de von Bertalanffy	Machos: 0.24; Hembras: 0.16	PM	Downtown-Hoffmann 2007	Tesis
Mortalidad natural estimada	0.20	PM	Downtown-Hoffmann 2007	Tesis
Fecundidad	18 crías	PM	Downtown-Hoffmann 2007	Tesis
Edad de madurez	6 a 7 años	PM	Downtown-Hoffmann 2007	Tesis
Talla de primera madurez	Machos: 55 cm LT; Hembras: 65 cm LT	GC	Márquez-Farías 2007	Artículo científico
Nivel trófico	~3.5	PM	Bizarro <i>et al.</i> 2007 b	Artículo científico
Profundidad	Menores a 12 m hasta 91 m	PM	Downtown-Hoffmann 2007	Tesis
Hábitat	Litorales con fondos lodosos o arenosos	PM	Downtown-Hoffmann 2007	Tesis
Distribución geográfica	California hasta Guerrero	GC	Márquez-Farías 2007	Artículo científico
Temporada de mayor abundancia	Primavera-Verano	GC	Bizarro <i>et al.</i> 2009 a	Artículo científico
Temporada de apareamiento	Julio-Agosto	PM	Downtown-Hoffmann 2007	Tesis
Zonas de apareamiento	Bahías y aguas poco profundas	GC	Márquez-Farías 2011	Artículo científico
Periodicidad reproductiva	Anual	GC	Márquez-Farías 2007	Artículo científico
Áreas de crianza	Aguas poco profundas con fondos arenosos	GC	Márquez-Farías 2007	Artículo científico
Mortalidad por pesca	0.2	PM	Downtown-Hoffmann 2007	Tesis
Migraciones estacionales	Ligados a la reproducción	GC	Márquez-Farías 2007	Artículo científico
Agrupaciones	Pocas ocasiones	P	Ebert 2003	Libro
Equipo de pesca	Red de enmalle de fondo	GC	Bizarro <i>et al.</i> 2009 a	Artículo científico
Características morfológicas que afecten la captura	Sí	GC	Márquez-Farías 2005	Artículo científico

Tabla 18. Información biológica y pesquera de *Z. exasperata*. Golfo de California (GC), Pacífico (P).

<i>Zapteryx exasperata</i>				
	Dato	Región	Cita	Documento
Tasa intrínseca de crecimiento poblacional	0.13		Calculado Dulvy y Forrest 2010	
Edad máxima	Sin dato			
Talla máxima	Machos: 81 cm LT; Hembras:91 cm LT	GC	Blanco-Parra <i>et al.</i> 2009 b	Artículo científico
Coefficiente de crecimiento de von Bertalanffy	0.25		Calculado Frisk <i>et al.</i> 2001	
Mortalidad natural estimada	0.10		Calculado Dulvy y Forrest 2010	
Fecundidad	4 a 13 crías	GC	Blanco-Parra <i>et al.</i> 2009 a	Artículo científico
Edad de madurez	Sin dato			
Talla de primera madurez	Machos: 64 cm LT; Hembras: 69 cm LT	GC	Blanco-Parra <i>et al.</i> 2009 a	Artículo científico
Nivel trófico	~4.1	GC	Blanco-Parra <i>et al.</i> 2012	Artículo científico
Profundidad	Zona litoral hasta 69m	GC	Blanco-Parra <i>et al.</i> 2009 b	Artículo científico
Hábitat	Arrecifes rocosos	P	Ebert 2003	Libro
Distribución geográfica	California a Mazatlan, incluyendo el Golfo de California	GC	Blanco-Parra <i>et al.</i> 2009 b	Artículo científico
Temporada de mayor abundancia	Primavera-Verano	GC	Blanco-Parra <i>et al.</i> 2009 b	Artículo científico
Temporada de apareamiento	Primavera-Verano	GC	Blanco-Parra <i>et al.</i> 2009 b	Artículo científico
Zonas de apareamiento	Costas	GC	Blanco-Parra <i>et al.</i> 2009 a	Artículo científico
Periodicidad reproductiva	Anual	GC	Blanco-Parra <i>et al.</i> 2009 a	Artículo científico
Áreas de crianza	Bahías y zonas someras	GC	Blanco-Parra <i>et al.</i> 2009 b	Artículo científico
Mortalidad por pesca	0.4		Calculado Jensen	
Migraciones estacionales	Ligados a la reproducción	GC	Blanco-Parra <i>et al.</i> 2009 a	Artículo científico
Agrupaciones	Únicamente en periodo de apareamiento	P	Ebert 2003	Libro
Equipo de pesca	Red de enmalle de fondo	GC	Bizzarro <i>et al.</i> 2009 b	Artículo científico
Características morfológicas que afecten la captura	Sí		Opinión de expertos	

Tabla 19. Información biológica y pesquera de *R. steindachneri*. Golfo de California (GC), Pacífico mexicano (PM).

<i>Rhinoptera steindachneri</i>				
	Dato	Región	Cita	Documento
Tasa intrínseca de crecimiento poblacional	0.13		Calculado Dulvy y Forrest 2010	
Edad máxima	Sin dato			
Talla máxima	Machos: 96 cm AD; Hembras: 104 cm AD	GC	Bizarro <i>et al.</i> 2007 c	Artículo científico
Coefficiente de crecimiento de von Bertalanffy	0.13		Calculado Frisk <i>et al.</i> 2001	
Mortalidad natural estimada	0.06		Calculado Dulvy y Forrest 2010	
Fecundidad	1 cría	GC	Bizarro <i>et al.</i> 2007 c	Artículo científico
Edad de madurez	Sin dato			
Talla de primera madurez	Machos y Hembras: 70 cm AD	GC	Bizarro <i>et al.</i> 2007 c	Artículo científico
Nivel trófico	~3.6		Fish Base	
Profundidad	25 a 65 m	GC	Bizarro <i>et al.</i> 2007 c	Artículo científico
Hábitat	Costas someras y fondos arenosos	GC	Bizarro <i>et al.</i> 2007 c	Artículo científico
Distribución geográfica	Península de Baja California, Golfo de California hasta Perú	GC	Bizarro <i>et al.</i> 2007 c	Artículo científico
Temporada de mayor abundancia	Primavera Verano	GC	Bizarro <i>et al.</i> 2009 a	Artículo científico
Temporada de apareamiento	Verano	GC	Bizarro <i>et al.</i> 2007 c	Artículo científico
Zonas de apareamiento	Bahías	GC	Bizarro <i>et al.</i> 2007 c	
Periodicidad reproductiva	Anual	GC	Bizarro <i>et al.</i> 2007 c	Artículo científico
Áreas de crianza	Sin dato			
Mortalidad por pesca	0.21		Calculado Jensen	
Migraciones estacionales	Ligados a la temperatura	GC	Bizarro <i>et al.</i> 2007 c	Artículo científico
Agrupaciones	Generalmente en pequeños grupos	PM	Villavicencio-Garayzar 2000 a	Reporte
Equipo de pesca	Red de enmalle de fondo	GC	Bizarro <i>et al.</i> 2009 a	Artículo científico
Características morfológicas que afecten la captura	No		Opinión de expertos	

Tabla 20. Información biológica y pesquera de *U. maculatus* (* = información de *U.halleri*). Golfo de California (GC), Pacífico (P).

<i>Urobatís maculatus</i>				
	Dato	Región	Cita	Documento
Tasa intrínseca de crecimiento poblacional	0.11		Calculado Dulvy y Forrest 2010	
*Edad máxima	14 años	P	Hale y Lowe 2008	Artículo científico
*Talla máxima	Machos: 28.5 cm AD; Hembras: 22.4 cm AD	P	Hale y Lowe 2008	Artículo científico
*Coeficiente de crecimiento de von Bertalanffy	0.027	P	Hale y Lowe 2008	Artículo científico
Mortalidad natural estimada	0.011		Calculado Dulvy y Forrest 2010	
*Fecundidad	1 a 6 crías	P	Mull <i>et al.</i> 2010	Artículo científico
*Edad de madurez	4 años	P	Hale y Lowe 2008	Artículo científico
*Talla de primera madurez	Machos y hembras 15 cm AD	P	Hale y Lowe 2008	Artículo científico
Nivel trófico	~3.2		Fish Base	
*Profundidad	No mayores a 30 m	P	Heffernan 2012	Tesis
Hábitat	Bentónica cerca de las costas	P	Fischer <i>et al.</i> 1995	Reporte
Distribución geográfica	Endémica del GC	GC	Del Moral Flores <i>et al.</i> 2015	Artículo científico
Temporada de mayor abundancia	Primavera-Verano	GC	Bizzarro <i>et al.</i> 2009 a	Artículo científico
*Temporada de apareamiento	Marzo-Junio	P	Mull <i>et al.</i> 2010	Artículo científico
Zonas de apareamiento	Sin dato			
*Periodicidad reproductiva	Anual	GC	Morales-Azpeitia <i>et al.</i> 2011	Artículo científico
Áreas de crianza	Sin dato			
Mortalidad por pesca	0.196	GC	Morales-Azpeitia <i>et al.</i> 2013	Artículo científico
Migraciones estacionales	Ligadas a cambios en la temperatura	P	Mull <i>et al.</i> 2008	Artículo científico
Agrupaciones	Sin dato			
Equipo de pesca	Red de enmalle de fondo	GC	Bizzarro <i>et al.</i> 2009 a	Artículo científico
Características morfológicas que afecten la captura	Sin dato			

Anexo 5. Calificación y calidad de información asignada a cada uno de los atributos de las especies seleccionadas.

Tabla 21. Calificación asignada a los atributos de cada especie. *D. dipterura* (DD), *G marmorata* (GM), *M. californica* (MC), *N. entemedor* (NE), *R. velezi* (RV), *R. glaucostigma* (RG), *R. productus* (RP), *Z. exasperata* (ZE), *R. steindachneri* (RS), *U. maculatus* (UM).

		DD	GM	MC	NE	RV	RG	RP	ZE	RS	ZE
Atributos de productividad	Tasa intrínseca de crecimiento poblacional	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1
	Edad máxima	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2
	Talla máxima	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3
	Coefficiente de crecimiento de von Bertalanffy	1	1	2	3	2.5	2	2	2.5	1	1
	Mortalidad natural estimada	1	1	1	2	1	2	2	1	2	1
	Fecundidad	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Estrategia de crianza	1	1	1	1	3	1	1	1	1	1
	Patrón de reclutamiento	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Edad de madurez	1	2	2.5	2	1	1	1	1	1	2.5
	Nivel trófico	2	1	2	2	2	1	1	1	1	2
Atributos de susceptibilidad	Estrategias de manejo	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	Traslado de área	2	2	2	2	3	3	3	2	2	2
	Concentración geográfica	2	2	1	3	1	2	2	2	1	1
	Traslado vertical	3	2	3	2	1	3	3	2	2	2
	Mortalidad por pesca	2	1	1	1	1	2	2	1	1	2
	Biomasa de los reproductores	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Migraciones estacionales	3	2	1	2	1	1	3	3	3	1
	Agrupaciones	2	2	1	2	1	1	3	2	3	1
	Características morfológicas que afecten la captura	2	1	2	1	1	2	2	2	1	1
	Supervivencia post-captura	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Valor en la pesquería	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	Impacto de las pesquerías en el hábitat	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Tabla 22. Calidad de información asignada a los atributos de cada especie. *D. dipterura* (DD), *G marmorata* (GM), *M. californica* (MC), *N. entemedor* (NE), *R. velezi* (RV), *R. glaucostigma* (RG), *R. productus* (RP), *Z. exasperata* (ZE), *R. steindachneri* (RS), *U. maculatus* (UM).

		DD	GM	MC	NE	RV	RG	RP	ZE	RS	ZE
Atributos de productividad	Tasa intrínseca de crecimiento poblacional	2	4	4	4	4	4	3	4	4	4
	Edad máxima	2	3	2	2	2	3	1	5	4	3
	Talla máxima	2	3	2	2	3	1	2	2	1	3
	Coefficiente de crecimiento de von Bertalanffy	2	3	2	2	4	4	3	4	4	3
	Mortalidad natural estimada	2	4	4	4	4	4	3	4	4	4
	Fecundidad	2	3	2	2	4	3	2	2	1	3
	Estrategia de crianza	2	2	2	2	4	3	1	1	1	3
	Patrón de reclutamiento	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Edad de madurez	2	3	2	2	4	3	2	4	4	3
Nivel trófico	2	2	3	2	3	3	1	2	3	3	
Atributos de susceptibilidad	Estrategias de manejo	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1
	Traslado de área	3	3	2	4	3	4	2	3	4	4
	Concentración geográfica	3	3	3	2	5	4	2	3	5	5
	Traslado vertical	1	3	2	3	3	3	3	1	2	3
	Mortalidad por pesca	2	4	3	4	4	3	3	4	4	3
	Biomasa de los reproductores	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	Migraciones estacionales	2	3	5	3	5	5	2	1	2	4
	Agrupaciones	2	3	5	3	5	5	1	2	2	5
	Características morfológicas que afecten la captura	2	3	3	3	4	3	2	2	3	4
	Supervivencia post-captura	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Valor en la pesquería	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Impacto de las pesquerías en el hábitat	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	