



Plan de Investigación para el Área Marina de Manejo Montes Submarinos

Área de Conservación Marina Cocos (ACMC)
Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC)
2018

Publicado por: SINAC. Sistema Nacional de Áreas de Conservación

Donado por: Asociación Costa Rica por Siempre

Elaboración técnica: Fernando Soley, Mario Espinoza, Iria Chacón, y Damián Martínez.

Asesoría técnica: Comité de Seguimiento del Proyecto: Esteban Herrera (ACMC-SINAC), Gustavo Induni (SINAC), y Leonardo García (Asociación Costa Rica por Siempre).

Copyright: © 2018. Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC)

Esta publicación puede citarse sin previa autorización con la condición que se mencione la fuente.

Citar como: SINAC (Sistema Nacional de Áreas de Conservación). 2018. Plan de Investigación para el Área Marina de Manejo Montes Submarinos. Área de Conservación Marina Cocos. San José-Costa Rica. 35p.

El proceso de facilitación de los Planes de Investigación para el Parque Nacional Isla del Coco y el Área Marina de Manejo Montes Submarinos, del Área de Conservación Marina Cocos fue llevado a cabo mediante un contrato por servicios profesionales. Este fue posible gracias al apoyo financiero del Fideicomiso Privado Costa Rica por Siempre y al apoyo técnico del personal del Área de Conservación Marina Cocos y la Asociación Costa Rica por Siempre.

La elaboración de estos Planes de Investigación para el Área de Conservación Marina Cocos se enmarca dentro de la iniciativa de Gobierno “Costa Rica por Siempre”. El Programa Costa Rica Por Siempre (PCRXS) es una iniciativa público-privada de conservación, desarrollada con el objetivo de consolidar un sistema de áreas protegidas marinas y terrestres que sea ecológicamente representativo, efectivamente manejado, y con una fuente estable de financiamiento, permitiéndole a Costa Rica ser el primer país en desarrollo en cumplir las metas del Programa de Trabajo en Áreas Protegidas (“PTAP”) de la Convención sobre Diversidad Biológica (“CDB”) de las Naciones Unidas. El PCRXS es administrado por la Asociación Costa Rica Por Siempre (“ACRXS”).

ISBN:



CONTENIDO

Introducción	4
Investigación en el contexto de la conservación.....	4
Proceso de formulación del Plan de Investigación.....	4
Objetivos del Plan de Investigación.....	5
Objetivo general	5
Objetivos específicos	5
Elementos Focales del Manejo priorizados para el AMM-MS	5
Necesidades de investigación priorizadas.....	6
1. Importancia del AMM-MS en la protección de especies pelágicas (tiburones, rayas, y tortugas) susceptibles a la pesca incidental (<i>bycatch</i>)	7
2. Importancia del AMM-MS en la protección de especies pelágicas de relevancia comercial (picudos, atunes, y dorado)	8
3. Caracterización de la amenaza de sobrepesca en el AMM-MS.	9
4. Sistematización de la información del AMM-MS.	13
5. Investigación de biodiversidad en general en el ACCM.	13
Implementación.....	14
Evaluación y Seguimiento.....	23
Referencias Bibliográficas	30

INTRODUCCIÓN

INVESTIGACION EN EL CONTEXTO DE LA CONSERVACIÓN

Los enfoques de planificación de la conservación muestran que a nivel mundial se está avanzando hacia un proceso de toma de decisiones más fundamentado en ciencia (Lundquist & Granek, 2005). El Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC) reconoce que la investigación científica es primordial para generar el conocimiento necesario para tomar decisiones de gestión y conservación (SINAC, 2014; SINAC, 2017a). Debido a lo anterior, surge la necesidad de que las áreas protegidas organicen sus prioridades y esfuerzos de investigación en la forma de un plan que beneficie su gestión y se vincule con los Planes Generales de Manejo y las estrategias de conservación regionales (SINAC, 2014).

El Área Marina de Manejo Montes Submarinos (AMM-MS) cuenta con un Plan General de Manejo (SINAC, 2013), donde se identificaron los elementos de la biodiversidad del área protegida donde se deberían dirigir esfuerzos de conservación, con el propósito de disminuir las amenazas o presiones sobre estos. Por lo tanto, el Plan de Investigación para el AMM-MS busca priorizar la investigación necesaria para mejorar la gestión del área protegida y así, incidir de manera positiva en el cumplimiento de sus objetivos de conservación. En este contexto es importante tomar en cuenta que existe una diferencia entre la “investigación científica básica” y la “investigación para la gestión”. La investigación científica se realiza con el fin de generar conocimiento, independientemente de si responde o no a necesidades de conservación. La investigación para la gestión responde a necesidades puntuales, según los retos que enfrenta el área protegida. Por lo tanto, es natural que los objetivos, público meta, y temas de estudio difieran entre estas dos categorías de investigación. Los propósitos de un Plan de Investigación están principalmente dirigidos en generar información para la gestión, pero en ningún momento desvaloriza la generación de conocimiento como un fin en sí mismo.

PROCESO DE FORMULACIÓN DEL PLAN DE INVESTIGACIÓN

El proceso de formulación del Plan de Investigación para el AMM-MS genera su objetivo tomando como punto de partida el Plan General del Manejo de esta área protegida (ver SINAC, 2017a). También, dicho proceso tomó en cuenta otras herramientas de gestión nacionales, dícese: el Plan Estratégico del SINAC, la Estrategia Nacional de Investigación del SINAC (SINAC, 2014), el Plan Específico para el Control de Especies Exóticas Invasoras de Mamíferos (SINAC, 2017b); y el Programa Nacional de Monitoreo Ecológico (PRONAMEC) del SINAC. Además, el Plan de Investigación para el AMM-MS se articula con el contexto regional mediante la Estrategia de Investigación de la Plataforma Pacífico (Plataforma PACIFICO, 2017), la cual responde a las necesidades de investigación del Corredor Marino del Pacífico Este Tropical (CMAR). Así, se espera que el cumplimiento de las metas y objetivos a nivel local (área protegida), contribuya directamente con el cumplimiento de metas nacionales y regionales.

La primera etapa del proceso consistió en priorizar los Elementos Focales de Manejo (EFM) identificados en el Plan General de Manejo del AMM-MS, para los cuales urge generar información, debido a la magnitud y/o inminencia de las amenazas que los afectan. Esta priorización se hizo tomando en cuenta la opinión de los siguientes actores: funcionarios del Área de Conservación Marina Cocos (ACMC), representantes del sector académico, integrantes de Organizaciones No Gubernamentales (ONG) que trabajan en el sitio, entes financiadores, y otros aliados gubernamentales y no gubernamentales (ver documento de sistematización del proceso, SINAC 2018b). Una vez definidos los EFM donde se necesita más información científica para una

adecuada gestión, se procedió a definir las urgencias de investigación para los próximos cinco años. Las necesidades de investigación para los próximos cinco años, son el resultado de un proceso constructivo entre los actores ya mencionados, que fue guiado por la información bibliográfica existente (tanto artículos científicos, como documentos publicados por ONG o el SINAC), en referencia al estado del conocimiento sobre los EFM priorizados y las amenazas que se ciernen sobre estos.

Debido a que el SINAC no se especializa en hacer investigación, es necesario que dicha institución se apoye en los grupos que sí realizan investigación, ya sean del sector académico (universidades o institutos de investigación), u ONG. Por lo tanto, a partir de la definición de las necesidades de investigación, se hizo necesario especificar aliados que puedan contribuir a poner en marcha el Plan de Investigación del AMM-MS, de acuerdo al empate entre sus propios intereses y las necesidades del AMM-MS.

En este documento se sintetiza los resultados de este proceso; la información se presenta a manera de una matriz lógica de trabajo donde se exponen las estrategias, objetivos, actividades, potenciales aliados, responsables del SINAC, prioridades de implementación y presupuesto general asociado.

OBJETIVOS DEL PLAN DE INVESTIGACIÓN

OBJETIVO GENERAL

Promover y fortalecer la investigación en pro de la gestión del Área Marina de Manejo Montes Submarinos, con el fin de mejorar el estado de conservación de los Elementos Focales de Manejo más amenazados de esta área protegida.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Propiciar la investigación prioritaria para tomar medidas de gestión que procuren la conservación de los Elementos Focales de Manejo del Área Marina de Manejo Montes Submarinos.
- Mantener una relación constante y propicia con el sector académico y las Organizaciones no Gubernamentales que trabajan en la zona, para el intercambio de información que favorezca un constante mejoramiento en la gestión.

ELEMENTOS FOCALES DEL MANEJO PRIORIZADOS PARA EL AMM-MS

El Plan de Investigación del AMM-MS busca priorizar la investigación necesaria para la gestión de los Elementos Focales de Manejo (EFM) que sufren las mayores amenazas. El Plan General del Manejo del AMM-MS identifica en total cuatro EFM: i) Ecosistemas bentónicos (montes submarinos), ii) Peces comerciales (p. ej., tiburones como *Sphyrna lewini* y *Alopias* spp., serránidos, especies de captura incidental y el atún aleta amarilla *Thunnus albacares*), iii) Especies migratorias (p. ej., aves, cetáceos, tortugas marinas, pinnípedos y elasmobranquios) y iv) Ecosistemas pelágicos (productividad primaria, abundancia de medusas) (SINAC, 2013). En el Cuadro 1 se muestra los EFM que fueron priorizados para la elaboración de este Plan de Investigación, así como las amenazas que más los afectan, y las principales necesidades de investigación que fueron identificadas.

Cuadro 1. Elementos Focales de Manejo y amenazas priorizadas para el Plan de Investigación del AMM-MS, así como las necesidades de investigación identificadas.

Elementos Focales de Manejo	Amenaza	Necesidades de investigación
Peces comerciales (incidental, serránidos, atún, tiburones-Thresher y martillo)	Sobrepesca	-Intensidad y distribución de la pesca. -Dinámicas poblacionales y patrones de movimiento de estas especies.
Especies migratorias (tiburones y rayas)	Sobrepesca	-Intensidad y distribución de la pesca legal e ilegal. -Dinámicas poblacionales y patrones de movimiento de estas especies.
Ambos	Cambio climático	-Cambios físico-químicos oceanográficos y atmosféricos (p. ej., dinámica de corrientes marinas que afectan movimiento de especies, y mortalidad de corales). -Cambios en presencia/ausencia de especies.

Para el AMM-MS, la amenaza que se considera necesita de mayor información para su gestión, es la sobrepesca. Esta amenaza afecta directamente especies objetivo (p. ej., *T. albacares*) de las embarcaciones pesqueras que operan en el AMM-MS o en sus inmediaciones, así como a las especies que se pescan incidentalmente (p. ej., tiburones y rayas). La preocupación con respecto a la sobrepesca, es que puede causar reducciones en las poblaciones de especies que son EFM del AMM-MS. Algunas de las especies que son objetivos de pesca o que se pescan de manera incidental, realizan amplios movimientos a lo largo de la Zona Económica Exclusiva del Pacífico Costarricense e incluso cruzan barreas geopolíticas. Por lo tanto, se reconoce que esta amenaza es muy difícil de abordar y la única manera de hacerlo es integrar a otros grupos involucrados en la gestión de los recursos pesqueros del país, y que el ACMC participe en decisiones que se den en la ZEE del Pacífico costarricense.

El cambio climático se percibe como una amenaza que podría afectar a varios de los EFM del AMM-MS, e inclusive tener efectos sinérgicos sobre las reducciones poblacionales de algunas especies junto con la sobrepesca. El cambio climático se reconoce como una amenaza donde las acciones de conservación por parte del ACMC son limitadas, y se enfocan más en acciones de adaptación y documentación. Sin embargo, en este contexto el AMM-MS sobresale como un sitio importante para propiciar la conectividad biológica de especies pelágicas migratorias entre las islas oceánicas del Pacífico Tropical Oriental. La conectividad biológica a nivel regional es de suma importancia para la adaptación al cambio climático en el contexto del CMAR.

NECESIDADES DE INVESTIGACIÓN PRIORIZADAS

Las investigaciones que fueron priorizadas para el AMM-MS giran en torno a las amenazas más severas o inminentes, según la identificación de estas en el Plan General de Manejo, y en reuniones y talleres con el ACMC, el sector académico, ONG, y otros aliados locales (*i.e.*, turismo) (ver documento de sistematización de este proceso; SINAC, 2018b). A continuación, se presenta un resumen de estas necesidades de investigación, agrupadas por temas, y señalando la amenaza o amenazas a las que responden. Un análisis más completo de estas necesidades se puede consultar en el documento de Diagnóstico de este proceso (ver SINAC, 2018a).

1. IMPORTANCIA DEL AMM-MS EN LA PROTECCIÓN DE ESPECIES PELÁGICAS (TIBURONES, RAYAS, Y TORTUGAS) SUSCEPTIBLES A LA PESCA INCIDENTAL (BYCATCH)

-Amenazas: sobrepesca, cambio climático.

-Necesidades: i) entender los movimientos migratorios de estas especies, para evaluar el grado de protección que el AMM-MS les provee a lo largo de su ciclo de vida.

Las especies pelágicas se definen como aquellas especies que se encuentran principalmente en la columna de agua, y que son capaces de desplazarse grandes distancias (cientos a miles de kilómetros) para alimentarse, reproducirse, o bien desarrollarse en las distintas etapas de su vida (Norris, 2000). La Isla del Coco se reconoce mundialmente por albergar una importante riqueza y abundancia de especies depredadoras y otros pelágicos (Chasqui, 2008; Sibaja-Cordero, 2008; Friedlander *et al.* 2012; Fourriére *et al.* 2016). Los montes submarinos cercanos a la Isla del Coco han sido poco estudiados, pero se cree que existe una interconexión ecológica de gran importancia entre ambos sitios (Lizano, 2012). Por ello, los montes submarinos son parte del CMAR, una iniciativa de conservación que abarca las islas oceánicas de Pacífico Tropical Oriental (Galápagos, Gorgona, Malpelo, Coiba y Coco) (Lizano, 2012). El área abarcada por el CMAR tiene condiciones biogeográficas y geológicas similares, que permiten el intercambio genético de varias especies marinas (Lizano, 2012). Además, esta área es importante para la migración de especies que son objeto de conservación a nivel regional, como atunes, tiburones, tortugas, ballenas y aves marinas (<http://cmarpacifico.org>). La priorización de la investigación fue sobre las especies pelágicas que pueden ser susceptibles a la pesca incidental y que además realizan migraciones o desplazamientos de larga distancia (p. ej., tiburones, rayas y tortugas).

Según la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) un cuarto de todas las especies de tiburones y rayas están en riesgo de extinción, lo cual los convierte en el grupo de vertebrados marinos más amenazado actualmente (Dulvy *et al.* 2014). Lo anterior, se asocia con que son especies susceptibles a la pesca incidental de algunas pesquerías y objetivo de otras pesquerías que se enfocan en comerciar sus aletas (Dulvy *et al.* 2014). Muchas especies de tiburones y rayas se caracterizan por tener un crecimiento lento, madurar sexualmente a edades tardías, tener pocas crías, y presentar largos periodos de gestación; lo cual las hace poco resilientes a impactos antropogénicos como la pesca, inclusive cuando esta se da a tasas de explotación bajas (Frisk *et al.* 2005; Pardo *et al.* 2016).

Las tecnologías de marcaje acústico y satelital han permitido confirmar que algunas especies de tiburones migran regularmente entre las diferentes islas oceánicas del Pacífico Tropical Oriental (Isla del Coco, Archipiélago de Galápagos e Isla Malpelo) (Hearn *et al.* 2010), y por esta razón, quedan expuestos a las pesquerías cuando salen de las áreas protegidas. En este contexto, una de las especies para las cuales se ha logrado obtener mayor información es *Sphyrna lewini* (tiburón martillo), ya que se ha detectado el movimiento de 18 individuos entre las diferentes islas oceánicas de la región (Bessudo *et al.* 2011a; Bessudo *et al.* 2011b; Arauz y Hearn, 2014; Hearn *et al.* 2014). Aunque no existen muchos datos al respecto, se cree que los montes submarinos podrían ser importantes para la migración de esta especie, ya que algunos tiburones realizan migraciones desde alguna isla a otras utilizando montes submarinos (Ketchum *et al.* 2014). De hecho, se ha documentado el desplazamiento de tiburones martillo entre la Isla del Coco y los montes submarinos cercanos (Bessudo *et al.* 2011b, Randall Arauz com. pers.). Otros tiburones de la región (p. ej. el tiburón sedoso [*Carcharhinus falciformis*], el tiburón tigre [*Galeocerdo cuvier*], el tiburón galápagos [*Carcharhinus galapagensis*], y el tiburón ballena [*Rhincodon typus*]), tienen la capacidad de desplazarse grandes distancias (Hearn *et al.* 2014; White *et al.* 2015), por lo que no se descarta la posibilidad de que lo hagan a través de los montes submarinos.

Algunos de los tiburones que realizan extensas migraciones o desplazamientos en la región del Pacífico Tropical Oriental, están asociados a una fuerte presión pesquera (Hearn *et al.* 2010). Por ejemplo, el tiburón tigre (*G. cuvier*), el tiburón sedoso (*C. falciformis*), el tiburón galápagos (*C. galapagensis*), y el tiburón martillo (*S. lewini*), son especies asociadas a la pesca de palangre y de cerco en la Zona Económica Exclusiva (ZEE) de Costa Rica (Rojas *et al.* 2000; Whoriskey *et al.* 2011). Esto es importante, debido a que el porcentaje de tiburones oceánicos amenazados de extinción es hasta 50% mayor cuando son capturados en pesquerías de alta mar (Dulvy *et al.* 2014). En el PNIC, la sobreexplotación pesquera se reconoce como una de las mayores amenazas para las poblaciones de especies pelágicas (SINAC, 2017a).

En el AMM-MS, donde la pesca es permitida, cabe esperar que las especies migratorias sean mucho más susceptibles a la pesca incidental, que en el Parque Nacional Isla del Coco donde no se permite ningún tipo de pesca. Lo anterior evidencia el problema de que una vez que los individuos abandonan las áreas marinas protegidas (AMP) de mayor restricción, son más susceptibles a las actividades pesqueras (Whoriskey *et al.* 2011; Dapp *et al.* 2013; Arias & Pressey, 2016; López-Garro *et al.* 2016). A pesar de todos los esfuerzos que se han realizado por comprender los movimientos de tiburones en el Pacífico Tropical Oriental, todavía faltan estudios que respondan ciertas preguntas. Por ejemplo, cuál es el patrón espacial y temporal de los movimientos a través de la región, cuáles son las causas de esos movimientos (p. ej., reproducción o alimentación) y cuáles son las señales ambientales que desencadenan los movimientos (p. ej., temperatura, geomagnetismo, etc.) (Bessudo *et al.* 2011b). Es necesario relacionar información acerca de los patrones de movimiento de las especies, con los datos de pesquerías que afectan a dichas especies; con el fin de generar estrategias de gestión que protejan a las especies durante todo su ciclo de vida (p.ej., mediante vedas temporales o la protección de otros sitios).

Los tiburones no son las únicas especies pelágicas que realizan amplias migraciones o desplazamientos. Por ejemplo, las hembras de tortuga baula (*Dermochelys coriacea*) y tortuga verde (*Chelonia mydas*) utilizan áreas oceánicas en Áreas Marinas Protegidas del Pacífico Tropical Oriental (p. ej., Isla del Coco, Isla Coiba en Panamá, Isla Malpelo en Colombia y el archipiélago de Galápagos) (Seminoff, 2008; Shillinger, 2008). Durante estos movimientos migratorios, las tortugas marinas son altamente susceptibles a capturas incidentales por pesquerías que operan en la región (Arauz *et al.* 2000). También, se cree que algunas de las especies pelágicas de rayas y mantas que habitan en el PNIC presentan patrones migratorios similares, y aunque es un grupo altamente amenazado (Dulvy *et al.* 2014), no ha sido estudiado en este sentido.

2. IMPORTANCIA DEL AMM-MS EN LA PROTECCIÓN DE ESPECIES PELÁGICAS DE RELEVANCIA COMERCIAL (PICUDOS, ATUNES, Y DORADO)

-Amenaza: sobrepesca.

-Necesidades: i) entender los movimientos migratorios de estas especies, para evaluar el grado de protección que el AMM-MS les provee a lo largo de su ciclo de vida, ii) relacionar estos movimientos a parámetros físico-químicos y biológicos que se desprenden de la oceanografía espacial, y iii) determinar la cantidad y distribución de la biomasa de atunes.

Un fenómeno biológico importante es que los montes submarinos producen alteraciones en las corrientes marinas, y esto crea surgencias ricas en nutrientes que, a través de la cadena trófica, atrae a grandes pelágicos como atunes y tiburones; de hecho, algunos de estos montes son sitios de agregación importantes de especies pelágicas migratorias (ver López-Garro *et al.* 2016).

Las siguientes especies de peces óseos son consideradas de importancia comercial y forman parte de los EFM (del AMM-MS o del PNIC): picudos (*Makaira mazara*, *M. indica*, *Xiphias gladius*, *Istiophorus platypterus*, *Tetrapturus audax*), dorado (*Coryphaena hippurus*), y atún aleta amarilla (*Thunnus albacares*). Todas estas son especies altamente móviles y capaces de realizar migraciones entre las islas oceánicas del Pacífico Tropical Oriental. Estas especies pelágicas son particularmente vulnerables a la pesca cuando salen de la protección de las AMP más restrictivas del CMAR (ej., Isla del Coco, Archipiélago de Galápagos, Isla Malpelo, Coiba) (Friedlander *et al.* 2012; Dapp *et al.* 2013; López-Garro *et al.* 2016), y en el AMM-MS, donde la pesca es permitida (SINAC, 2013).

En Costa Rica existe una fuerte presión pesquera sobre especies pelágicas como el atún (*Thunnus* spp.) y el dorado (*Coryphaena hippurus*) (Whoriskey *et al.* 2011; Dapp *et al.* 2013). La sobrepesca es percibida como la principal amenaza para las especies pelágicas de relevancia comercial en el AMM-MS (Arias & Pressey, 2016). Por lo tanto, existe un gran interés por: i) evaluar el estado actual de estas especies en el AMM-MS; ii) definir líneas de investigación que reduzcan la amenaza de la sobrepesca en el AMM-MS (Arias & Pressey, 2016); y iii) implementar medidas de manejo más efectivas que tienen que ver con un manejo espacial para asegurar la sostenibilidad de las poblaciones de pelágicos (Arias *et al.* 2014).

El AMM-MS y el PNIC parecen tener una topografía y estructura de fondo que es ideal para atraer agregaciones de atún aleta amarilla (*T. albacares*). Aunque no hay estudios específicos para el AMM-MS acerca de esta especie, existe un estudio de las tendencias poblacionales de atunes aleta amarilla en el PNIC, además de algunos datos de la ZEE. En el PNIC, entre 1993-2013, el número observado de atunes aleta amarillo fue mayor en los primeros años, donde alcanzó un pico en 1997, y después declinó alcanzando su nivel más bajo en 1998 y permaneciendo en ese nivel desde entonces (según los datos de buceo recreativo de la empresa turística *UnderSea Hunter*) (González-Andrés *et al.* 2016). A su vez, entre 1993-2003, datos de toda la ZEE de Costa Rica muestran un incremento de pesca de atún aleta amarilla, desde 1999 en adelante, siguiendo una estabilización hacia menos capturas después del 2007 (González-Andrés *et al.* 2016). Es difícil entender si la tendencia de decline de esta especie en la Isla del Coco es un efecto inducido por la actividad pesquera, o se ha dado por alguna otra razón; sin embargo, pareciera lógico asumir que la pesca ha tenido un impacto, debido a la fuerte explotación de esta especie en toda la ZEE del Pacífico costarricense (González-Andrés *et al.* 2016).

Para enfrentar la amenaza de sobrepesca a la que se enfrenta este grupo de pelágicos, y otros vulnerables por estar asociados a la pesca incidental (ver sección anterior), es importante monitorear la dinámica poblacional de estas especies a escalas de tiempo extensas (>10 años). El entender la ecología espacial de especies pelágicas (*i.e.*, movimientos horizontales y verticales, periodos de residencia, y la conectividad entre islas oceánicas), así como el grado de traslape entre estas especies y las pesquerías, será crucial para reducir la presión pesquera y diseñar mejores políticas de manejo y conservación. Al ser el AMM-MS un área de difícil acceso, los estudios relacionados con estas especies podrían estar más enfocados en conocer el uso que hacen estas especies de los montes submarinos, caracterizar la biomasa de especies de interés comercial en los montes submarinos, e identificar los *stocks* de pesca de atún aleta amarilla y de tiburones de interés comercial presentes en esta AMP.

3. CARACTERIZACIÓN DE LA AMENAZA DE SOBREPESCA EN EL AMM-MS.

-Amenaza: sobrepesca.

-Necesidades: cuantificar el impacto sobre especies objetivo y de captura incidental (*bycatch*), y conocer la distribución espacial del esfuerzo pesquero.

Actualmente, la sobrepesca (dirigida y *bycatch* o incidental) es la principal amenaza que afecta a las especies pelágicas del AMM-MS (Whoriskey *et al.* 2011; Dapp *et al.* 2013; Trujillo *et al.* 2015). En Costa Rica, las pesquerías de palangre y cerco son las que dirigen sus capturas a especies pelágicas que son EFM del AMM-MS (Rojas *et al.* 2000; Arauz *et al.* 2007; Herrera-Ulloa *et al.* 2011; Trujillo *et al.* 2015; Clarke *et al.* 2016). En la ZEE del Pacífico de Costa Rica, algunas de las especies pelágicas comerciales son: el dorado, atunes, tiburones y picudos o *billfish* (familia Istiophoridae, la cual incluye al pez espada, los peces vela, y los marlin) (Rojas *et al.* 2000; Arauz *et al.* 2007; Whoriskey *et al.* 2011; Dapp *et al.* 2013).

La principal fuente de información disponible para pesquerías pelágicas proviene de los registros oficiales de desembarque del Instituto Costarricense de Pesca y Acuicultura (INCOPECA) (Bonilla & Chavarría, 2004). De acuerdo a las estadísticas anuales reportadas por el INCOPECA, hay aproximadamente 18 especies pelágicas que interactúan con la pesca de palangre y de cerco en las cercanías el AMM-MS (Cuadro 2). Sin embargo, el acceso a los datos de desembarques y a estadísticas pesqueras para el país es muy limitado. Por ejemplo, no existen datos de localidad de pesca o del esfuerzo pesquero (p. ej., CPUE), y/o el INCOPECA no ha sistematizado los datos para que sean accesible al público. Además, los datos oficiales de desembarques para las flotas pelágicas tienden a subestimar las capturas, debido a: descartes no reportados, actividades de pesca ilegal (inclusive aleteo), cambios en el método de reporte y cambios en la legislación pesquera (Trujillo *et al.* 2015).

Cuadro 2. Lista de especies asociadas a pesca de palangre y de cerco en la Zona Económica Exclusiva de Costa Rica. Categorías de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), por sus siglas en inglés: NE – no evaluada; DD – deficiente en datos; LC – poca preocupación; NT – casi amenazado; VU – vulnerable; EN – en peligro de extinción; CR – riesgo crítico de extinción.kk

Nombre común	Nombre científico	Lista Roja UICN	Referencia
Tiburón tigre	<i>Galeocerdo cuvier</i>	NT	Simpfendorfer, 2009
Tiburón thresher	<i>Alopias superciliosus</i>	VU	Amorim <i>et al.</i> 2009
	<i>Alopias pelagicus</i>	VU	Reardon <i>et al.</i> 2009
	<i>Alopias vulpinus</i>	VU	Goldman <i>et al.</i> 2009
Tiburón silverado	<i>Carcharhinus albimarginatus</i>	VU	Espinoza <i>et al.</i> 2015
Tiburón gris	<i>Carcharhinus falciformis</i>	NT	Rigby <i>et al.</i> 2016
Tiburón Galapagos	<i>Carcharhinus galapagensis</i>	NT	Bennet <i>et al.</i> 2003
Tiburón punta negra	<i>Carcharhinus limbatus</i>	NT	Burgess & Branstetter, 2009
Tiburón punta blanca oceánico	<i>Carcharhinus longimanus</i>	VU	Baum <i>et al.</i> 2015
Tiburón azul	<i>Prionace glauca</i>	NT	Stevens, 2009
Tiburón martillo común	<i>Sphyrna lewini</i>	EN	Baum <i>et al.</i> 2007
Tiburón martillo	<i>Sphyrna zygaena</i>	VU	Casper <i>et al.</i> 2005
Tiburón cocodrilo	<i>Pseudocarcharias kamoharai</i>	NT	Compagno & Musick, 2005
Cazón trompa blanca	<i>Nasolamia velox</i>	DD	Ruiz <i>et al.</i> 2009
Atún aleta amarilla	<i>Thunnus albacares</i>	NT	Collette <i>et al.</i> 2011
Atún ojón	<i>Thunnus obesus</i>	VU	Collette <i>et al.</i> 2011
Atún barrilete	<i>Katsuwonus pelamis</i>	LC	Collette <i>et al.</i> 2011
Dorado	<i>Coryphaena hippurus</i>	LC	Collette <i>et al.</i> 2011

Marlín blanco	<i>Makaira nigricans</i>	VU	Collette <i>et al.</i> 2011
	<i>Makaira indica</i>	DD	Collette <i>et al.</i> 2011
Marlín rosado	<i>Kajikia audax</i>	NT	Collette <i>et al.</i> 2011
Pez vela	<i>Istiophorus platypterus</i>	LC	Collette <i>et al.</i> 2011
Pez espada	<i>Xiphias gladius</i>	LC	Collette <i>et al.</i> 2011
Wahoo	<i>Acanthocybium solandri</i>	LC	Collette <i>et al.</i> 2011
Pez pochote	<i>Pontinus clemensi</i>	LC	Iwamoto <i>et al.</i> 2010
Cabrillas	<i>Epinephelus itajara</i>	CR	Craig, 2011
	<i>Paralabrax humeralis</i>	DD	Smith-Vaniz <i>et al.</i> 2010
	<i>Epinephelus labriformis</i>	LC	Craig <i>et al.</i> 2008
	<i>Epinephelus acanthistius</i>	LC	Craig <i>et al.</i> 2008
	<i>Alphestes multiguttatus</i>	LC	Craig <i>et al.</i> 2008
	<i>Epinephelus cifuentesi</i>	NT	Rocha <i>et al.</i> 2008
	<i>Dermatolepis dermatolepis</i>	LC	Rocha <i>et al.</i> 2008
	<i>Mycteroperca olfax</i>	VU	Bertoncini <i>et al.</i> 2015
	<i>Epinephelus niphobles</i>	DD	Craig <i>et al.</i> 2008
	<i>Mycteroperca xenarcha</i>	LC	Craig <i>et al.</i> 2008
Pargo seda	<i>Lutjanus peru</i>	LC	Rojas <i>et al.</i> 2000

Fuente: Rojas *et al.* (2000); Whoriskey *et al.* (2011).

De acuerdo a los análisis espaciales de la actividad de pesca de cerco, la mayor parte del AMM-MS estuvo expuesta a presión pesquera en el periodo 1993-2010 (SINAC, 2013b). Sin embargo, esta pesca se concentró principalmente en el sector noreste del área protegida, y representó una captura de 39 a 66 toneladas métricas por cada lance. Esta pesquería utiliza la presencia de delfines para ubicar las masas de atún (dado que los atunes se movilizan bajo los delfines), y los objetos flotantes (FAD – *floating aggregation devices*, por sus siglas en inglés) para dirigir sus actividades. Sin embargo, en Costa Rica el uso de FAD está prohibido por ley, por lo cual la mayor parte de los lances analizados para el AMM-MS se realizaron en función a las manchas de delfines. En la ZEE de Costa Rica, se ha reportado la utilización ilegal de FAD para la pesca de atún (se estima el uso de 800 sets entre el 2002 y el 2011), y también se sabe que la actividad de pesca ilegal es fuerte, ya que hay más embarcaciones en el agua que licencias otorgadas (Arias & Pressey, 2016).

Es importante recordar que a partir de la creación del AMM-MS, la pesca de atún a nivel industrial está prohibida; únicamente está permitida la pesca de palangre. Sin embargo, el Reglamento de Uso Público del AMM-MS no ha sido publicado por decreto, por lo que las restricciones aún no entran en vigencia. Las especies de atún incluídas en la clasificación establecida por INCOPESEA para la pesca de palangre en el AMM-MS, son las siguientes: atún aleta amarilla (*T. albacares*), ojón (*Thunnus obesus*) y barrilete (*Katsuwonus pelamis*). La flota palangrera nacional captura estas especies mencionadas para la venta en fresco. Es probable que las pesquerías de cerco y palangre que operan dentro del AMM-MS tengan un efecto detrimental sobre las poblaciones de peces a las cuales dirigen sus esfuerzos de captura; sin embargo, hace falta cuantificar esta amenaza. Para esto, es necesario realizar investigación dirigida a determinar el impacto de esta pesca sobre las especies pelágicas que son el objetivo de pesca en el AMM-MS, además del impacto sobre las especies incidentales.

La Comisión Interamericana del Atún Tropical (CIAT) opera a una escala espacial extensa (Océano Pacífico Oriental), y su principal objetivo es asegurar la sostenibilidad de la pesquería del atún y las

especies asociadas. Sin embargo, un gran número de especies pelágicas que son objetivo de la pesca en Costa Rica, o se pescan en el AMM-MS, son altamente migratorias y frecuentemente cruzan múltiples límites geopolíticos que tienen diferente jurisdicción. Por lo tanto, las regulaciones y medidas de conservación enfocadas en especies altamente migratorias deberían ser analizadas en el marco de convenciones, acuerdos y decretos regionales (p. ej., Decreto 3681, Plan de Investigación del Atún), que promuevan una mayor sostenibilidad de los recursos acuáticos.

El dorado (*Coryphaena hippurus*) es otra de las especies de importancia comercial en la pesca de palangre, a la cual la flota costarricense dirige sus operaciones. Porrás y colaboradores (1993) y el INCOPECA (2012), mostraron un aumento en el promedio anual de la captura de dorado, pasando de 3 196 toneladas en el periodo 1988-1999 a 4 661 toneladas durante el periodo 2000-2009. De acuerdo a Whoriskey y colaboradores (2011), el aumento en la pesca dirigida al dorado en la ZEE ha sido un factor importante en la disminución de depredadores tope como tiburones, así como en otros grupos de pelágicos como tortugas marinas (por pesca incidental).

Otras especies pelágicas comerciales, identificadas en la ZEE de Costa Rica, son los conocidos popularmente como picudos o *billfish* (familia Istiophoridae, la cual incluye al pez espada, los peces vela, y los marlin). En 1995, se establece el Decreto Ejecutivo MAG-TUR 24385 en que se declara al pez vela y los otros picudos como especies de interés deportivo para evitar así la pesca dirigida a esas especies. Posteriormente, se prohíbe la pesca del pez vela por medio de los Decretos Ejecutivos AJDIP 476-2008 y AJDIP 090-2009. En el Reglamento de la Ley de Pesca y Acuicultura (Poder Ejecutivo 2005), se dejó en forma explícita la prohibición de estas especies de manera comercial con carnada viva o que se desarrolle algún tipo de pesquería dirigida a estas. Los promedios de captura de marlín rayado y blanco en el periodo comprendido entre 1989 a 1999 fueron 215 y 324 toneladas anuales, respectivamente. Entre el 2000 y 2009, la captura promedio anual de marlín rosado fue de 243 toneladas y las de marlín blanco de 526 toneladas (Porrás *et al.* 1993; INCOPECA, 2012).

Finalmente, en el área protegida AMM-MS, se da pesca legal e ilegal de tiburones (SINAC, 2013). La mayoría de los tiburones capturados en pesquerías pelágicas son exportados; por lo tanto, las tendencias de los datos de exportación podrían proporcionar información adicional acerca de los patrones de desembarques de tiburones y otros pelágicos. Una evaluación reciente del comercio de tiburones reveló que Costa Rica es el sexto exportador mundial de productos de tiburón, el octavo exportador de aletas en términos de volumen y el séptimo en términos de valor (Dent & Clarke, 2015). Entre el 2000 y el 2001, Canadá, China, Hong Kong SAR, Indonesia, Malaysia, Singapur y Taiwán importaron un promedio de 668 toneladas de aletas por año (approx. 8.9 millones USD) desde Costa Rica. Sin embargo, durante el mismo periodo, Costa Rica solo reportó un promedio de exportación de 67 toneladas de aletas por año (approx. 1.9 millones USD). Debido a la preocupación por el estado de las poblaciones de tiburones pelágicos, la Contraloría General de la República de Costa Rica evaluó la eficiencia del sistema de manejo pesquero y produjo un reporte con mejoras legales (CGR, 2007). Este reporte concluyó que: i) la pesquería no estaba siendo manejada de forma sostenible; ii) INCOPECA otorga licencias de pesca sin considerar el efecto que tiene el aumento de esfuerzo pesquero sobre las poblaciones objetivo; iii) INCOPECA estimula la capacidad pesquera; iv) la regulación de que “las aletas vengan naturalmente adheridas al tiburón” no se estaba implementando en todos los casos (Arauz *et al.* 2007; Herrera-Ulloa *et al.* 2011, Whoriskey *et al.* 2011; Kyne *et al.* 2012; Dapp *et al.* 2013; Dent & Clarke, 2015); v) los niveles de cumplimiento son bajos, y las actividades de pesca ilegal continúan siendo

comunes (Pauly *et al.* 2014; Arias & Pressey, 2016; López-Garro *et al.* 2015); y vi) la calidad y cantidad de los datos pesqueros es deficiente y debe ser mejorada (CRG, 2007).

La flota de palangre internacional tiene la mayor capacidad pesquera y dirige sus operaciones a la captura de dorado, pez espada y tiburones. Entre el 2004 y el 2010, un promedio de 36 embarcaciones de China, Cambodia, Indonesia, Panamá, Georgia y los Estados Unidos desembarcaban sus capturas en Costa Rica. Herrera-Ulloa y colaboradores (2011) reportaron la existencia de 50 embarcaciones sin ninguna regulación, de las cuales la captura no estaba siendo registrada por el INCOPECA (<https://www.incopescas.go.cr/publicaciones/estadisticas/historico.html>). Debido al aumento de las regulaciones, ninguna embarcación reportó su captura hasta el periodo del 2015. Sin embargo, la existencia de muelles privados y poco cumplimiento de las regulaciones en Costa Rica hace difícil determinar si los desembarques de la flota internacional que opera en aguas de la ZEE realmente se detuvo (Herrera-Ulloa *et al.* 2011; Dent & Clarke, 2015). También existe una falta de transparencia en las operaciones y manejo de estas flotas pesqueras (Pauly *et al.* 2014; Arias & Pressey, 2016; López-Garro *et al.* 2015).

Debido a lo expuesto anteriormente, es necesario realizar investigación dirigida a caracterizar el esfuerzo pesquero en el AMM-MS. Con el apoyo de aliados, esta línea de investigación se puede desarrollar a lo largo de la ZEE del Pacífico costarricense. Debido a la inminencia y magnitud de la amenaza de sobrepesca, especialmente por la flota internacional, la investigación necesaria para mejorar la gestión del AMM-MS debería de estar ligada a esta amenaza principalmente. Debido a que los EFM de los AMM-MS son altamente móviles, es indispensable extender acciones a la ZEE exclusiva del Pacífico costarricense, e incluso articular esfuerzos regionales en el Pacífico Tropical Oriental. Esta investigación permitirá tomar medidas que velen por la protección de los EFM de esta área protegida, muchos de los cuales son también objeto de conservación de iniciativas regionales.

4. SISTEMATIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN DEL AMM-MS.

-Amenaza: realizar gestión del ACMC sin información o con información desactualizada.

-Necesidades: i) recopilar la información científica que se genera en el ACMC y tenerla respaldada; ii) sistematizar esta información para tenerla organizada por tema y por elemento focal de manejo y que permita búsquedas por palabras clave y autores; iii) tener la información accesible en una plataforma virtual que no solo funcione como repositorio bibliográfico, sino que también presente el resultado de la investigación relacionada a la gestión en un lenguaje accesible al público general.

En los talleres y entrevistas realizadas, se menciona con frecuencia la necesidad de tener una interface en línea donde estén accesibles todas las publicaciones científicas referentes al AMM-MS (además de otro tipo de publicaciones dirigidas al público general). Una de las ideas que surge, es que esta plataforma se podría mantener actualizada, a través de un Trabajo Comunal Universitario (TCU) que podrían realizar estudiantes de las carreras de Bibliotecología, Informática, Biología y afines, a través de un convenio con la Universidad de Costa Rica.

5. INVESTIGACIÓN DE BIODIVERSIDAD EN GENERAL EN EL ACMC.

-Amenaza: No aplica.

-Necesidades: contar con información actualizada de los listados de especies de los Montes Submarinos, y permitir la investigación general con fines meramente científicos.

Los ecosistemas del AMM-MS así como la biota que vive en estas profundidades es aún poco conocida para la ciencia (Jorge Cortés com. pers.). Es importante generar información de esta área

para caracterizarla, conocer su vinculación con la Isla del Coco y las interconexiones ecológicas entre ambas áreas protegidas (Lizano, 2012). Es necesario comprender como contribuyen los montes submarinos en la ecología marina de la región del Pacífico Tropical Oriental; en especial, debido a que estos montes presentan condiciones especiales para la agregación y migración de especies de importancia comercial, algunas de ellas en peligro de extinción (ver López-Garro *et al.* 2016; Rojas *et al.* 2000).

IMPLEMENTACIÓN

A continuación, se presenta la matriz que resume los objetivos de investigación del AMM-MS para los próximos cinco años, así como las actividades generales y específicas que pueden ayudar a alcanzar estos objetivos (Cuadro 3). Estas actividades, relacionadas a la investigación, se agrupan en cuatro estrategias generales: 1) Evaluar la condición de las principales amenazas sobre los EFM priorizados, 2) Negociar procesos de coordinación interinstitucional y convenios estatégicos para la generación de información, 3) Evaluar la condición de los Elementos Focales de Manejo priorizados, y 4) Gestión de la Información.

El orden de las estrategias representa en gran medida su priorización, debido al impacto positivo en medidas de conservación que puede generar el resultado de la investigación (p. ej., caracterizar la amenaza de sobrepesca), y/o a la urgencia de realizar la actividad debido a que existen iniciativas actuales con plazos definidos (p. ej., la necesidad de participar en la definición de la investigación relacionada al Decreto del Atún). La priorización de actividades también se ve reflejada de forma más explícita en el cronograma de implementación (Cuadro 4). En la matriz que resume el Plan de Investigación (Cuadro 3), se muestra también una columna con los potenciales aliados que fueron identificados en este proceso, pero no es vinculante en ningún sentido; simplemente refleja la articulación entre iniciativas de la persona, ONG, o institución, y las necesidades de investigación del ACMC. Es probable (y deseable) que aparezcan más aliados en el transcurso de estos cinco años, para garantizar la implementación del plan.

El presupuesto que se indica para las actividades es un presupuesto general aproximado para los cinco años, y refleja únicamente los costos para el SINAC, sin tomar en cuenta los costos para los aliados. Por esta razón, hay actividades que son costosas, pero que muestran un presupuesto asociado reducido, ya que el resto del costo es asumido de una forma u otra por el aliado interesado en la actividad. De igual manera, hay actividades con un presupuesto elevado, ya que no se identificó algún aliado que pudiera asumir parte de los costos; es deseable que para estas actividades se identifiquen aliados en el futuro cercano. Hay algunas actividades para las cuales no se indica un presupuesto, ya que estas fueron presupuestadas en el Plan de Investigación del PNIC; es decir, la implementación de dichas actividades solventa necesidades tanto para el PNIC como para el AMM-MS.

Cuadro 3. Estrategias y objetivos de investigación para el AMM-MS, incluyendo actividades generales y específicas, potenciales aliados identificados, presupuestos de implementación asociados, y responsables de las actividades por parte del ACMC.

Estrategias y objetivos	Actividades generales	Actividades específicas	Potenciales aliados identificados	Responsables en SINAC	Presupuesto de Implementación
Estrategia 1. Evaluar la condición de las principales amenazas sobre los EFM priorizados.					
Objetivo 1.1 Caracterizar las amenazas de sobrepesca y pesca ilegal en el AMM-MS para implementar mejoras en la gestión de esta área protegida.	Actividad 1.1.1 Caracterizar y monitorear el flujo y atraco de embarcaciones pesqueras internacionales en el AMM-MS, según el Plan de Prevención, Control, y Vigilancia del ACMC y las plataformas digitales correspondientes.	Actividad 1.1.1.1 Gestionar financiamiento o alianzas para adquirir las imágenes satelitales correspondientes.	NOAA; MarViva; PACÍFICO	Gerencia y Dirección del ACMC	Presupuestado en el Plan de Investigación del PNIC
		Actividad 1.1.1.2 Recopilar y analizar los datos satelitales del flujo de embarcaciones pesqueras, provenientes de las plataformas digitales existentes.	FAICO; ACRXS; PACÍFICO	Gerencia y Dirección del ACMC	Presupuestado en el Plan de Investigación del PNIC
		Actividad 1.1.1.3 Ligar la información pesquera (patrones espaciales y temporales de esta actividad) con parámetros ambientales y oceanográficos.	NOAA; FAICO; MarViva; PACÍFICO; CI; CIMAR	Gerencia y Dirección del ACMC	Presupuestado en el Plan de Investigación del PNIC
		Actividad 1.1.1.4 Sistematizar y monitorear anualmente el número de licencias de pesca de avanzada.	INCOPECA; MAG; MarViva	Gerencia y Dirección del ACMC	Presupuestado en el Plan de Investigación del PNIC
Objetivo 1.2 Explorar tecnologías más amigables para la pesca	Actividad 1.2.1 Poner a prueba tecnologías en fase de desarrollo para la pesca más amigable del atún	Actividad 1.2.1.1. Continuar con el proyecto piloto que se inició con el INA, FECOP e INCOPECA para poner a	INA; FECOP; INCOPECA; FAICO	Administrador del AMM-MS y Gerencia del ACMC	\$20 000

del atún.	(i.e., “greenstick for tuna”).	prueba nuevas técnicas para la pesca más amigable del atún .			
Estrategia 2. Negociar procesos de coordinación interinstitucional y convenios estatégicos para la generación de información.					
Objetivo 2.1 Aumentar la participación de funcionarios del ACMC en las mesas de discusión de los recursos pesqueros de la Zona Económica Exclusiva (ZEE) de Costa Rica para que se genere la información necesaria para la gestión adecuada de este recurso.	Actividad 2.1.1 Participar activamente en procesos de coordinación del Decreto 38681 relacionado con el aprovechamiento del atún y de especies afines en la ZEE del Océano Pacífico costarricense, para garantizar i) la generación de información pertinente para el ACMC y ii) el acceso de dicha información por parte del ACMC.	Actividad 2.1.1.1 Organizar al menos cinco reuniones para velar porque el plan de investigación del Decreto 38681 esté orientado a la toma y análisis de datos (además de su acceso y divulgación), para evaluar: i) La sostenibilidad de las pesquerías de cerco y palangre, sobre todo pensando en las especies objetivo más capturadas (p.ej. atún y tiburón sedoso). ii) La obtención de información pesquera en torno a tiburones y otros pelágicos (tallas, especies, sexo, captura por unidad de esfuerzo (CPUE), sitios de pesca, etc.), iii) Que SINAC tenga acceso a la información generada (tanto datos crudos como los respectivos análisis), y iv) Que se utilice la información generada para definir cuotas de pesca, vedas (temporales	MarViva; INCOPESCA; PNUD (plataforma de pelágicos); Fins Attached	Director y Gerente del ACMC; Administrador del AMM-MS	Presupuestado en el Plan de Investigación del PNIC

		y espaciales) y tallas mínimas de captura. v) Recomendar el uso de nuevas tecnologías para obtener esta información.			
	Actividad 2.1.2 Participar activamente en otros procesos de coordinación, para que se genere la información necesaria.	Actividad 2.1.2.1 Participar activamente en las reuniones regionales de la CIATT, CITES, CMS, ONU (ODS); Corredor Marino del Pacífico; Plan de Acción de Tiburones (INCOPECSA).	CMAR; MIGRAMAR; CI; INCOPECSA	Director y Gerente del ACMC; Administrador del AMM-MS	Presupuestado en el Plan de Investigación del PNIC
Objetivo 2.2 Promover la generación de información de utilidad para el AMM-MS, mediante convenios de cooperación específicos.	Actividad 2.2.1 Desarrollar y/o actualizar convenios de cooperación que permitan la investigación en el AMM-MS.	Actividad 2.2.2.1 Consolidar alianzas estratégicas en la red de colaboración del ACMC, para la implementación del Plan de Investigación.	CIMAR; Fins Attached; The Billfish Research Project; PACIFICO; CI; CMAR; MIGRAMAR; UnderSea Hunter Group; FAICO	Director y Gerente del ACMC; Administrador del AMM-MS	\$5 000

Estrategia 3. Evaluar la condición de los Elementos Focales de Manejo priorizados.

Objetivo 3.1 Evaluar la importancia del AMM-MS para la protección de especies pelágicas de interés comercial.	Actividad 3.1 Determinar la biomasa de especies pelágicas (principalmente de tiburones martillo, tiburón sedoso y atunes) de interés comercial o <i>bycatch</i> en el AMM-MS.	Actividad 3.1.1 Promover la realización de estudios para caracterizar y monitorear la biomasa de especies pelágicas de interés comercial y/o <i>bycatch</i> (principalmente atunes y picudos, tiburones sedoso y martillo en el AMM-MS) (p. ej., mediante el equipamiento de embarcaciones con sonares).	FAICO; FECOP INA (proyecto pesca de atún); Fins Attached; CIMAR; ACRXS	Administrador del AMM-MS y Gerencia del ACMC	Presupuestado en el Plan de Investigación del PNIC
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------	----------------------------------------------------

	<p>Actividad 3.2 Definir el número y distribución de los <i>stocks</i> de pesca de atún aleta amarilla, y de tiburones de interés comercial en el AMM-MS y la ZEE, para mejorar la gestión de estos recursos, y con el fin de desarrollar protocolos de toma de muestra de tejido durante los decomisos y desembarcos y asegurarse de la procedencia de las capturas.</p>	<p>Actividad 3.2.1 Promover la realización de estudios genéticos para definir el número y distribución de los <i>stocks</i> de pesca de atún aleta amarilla y de tiburones de interés comercial en el AMM-MS y la ZEE en general.</p>	<p>CIMAR; FECOP; Billfish Research Project; CI; PACÍFICO</p>	<p>Gerencia del ACMC y Administrador del AMM-MS</p>	<p>\$40 000</p>
	<p>Actividad 3.3 Caracterizar los movimientos migratorios (gran escala espacial) y el uso del hábitat/profundidad, de especies pelágicas en el AMM-MS con el fin de mejorar su protección a nivel regional, y a su vez demostrar la importancia del AMM-MS en su protección.</p>	<p>Actividad 3.3.1 Fomentar la colocación de transmisores satelitales en especies de amplia movilidad y la instalación de más recibidores acústicos para la detección de marcas acústicas en el AMM-MS (como parte de una iniciativa regional).</p>	<p>CREMA; Misión Tiburón; FAICO; Billfish Research Project; CMAR; CI; MIGRAMAR; PACÍFICO</p>	<p>Administrador del AMM-MS y Gerencia del ACMC</p>	<p>\$40 000</p>
		<p>Actividad 3.3.2 Replicar el monitoreo de tiburones y rayas del PNIC, que utiliza cámaras remotas (estéreo-video), en el AMM-MS.</p>	<p>CIMAR</p>	<p>Administrador del AMM-MS y Gerencia del ACMC</p>	<p>\$20 000 anual</p>

Estrategia 4. Gestión de la información.

Objetivo 4.1 Contar con información actualizada de los ecosistemas y especies del AMM-MS	Actividad 4.1.1 Continuar apoyando la investigación de la poco conocida biodiversidad y ecosistemas de profundidad del AMM-MS.	Actividad 4.1.1.1 Promocionar la investigación sobre la biodiversidad y ecosistemas de profundidad del AMM-MS.	CIMAR; Alucia Productions; MIGRAMAR; CMAR	Administrador del AMM-MS y Gerencia del ACMC	\$20 000 anual
Objetivo 4.2 Sistematizar la información existente del AMM-MS, para que esta sea accesible para académicos, funcionarios del SINAC y público en general.	Actividad 4.2.1 Lograr que la información que se genere en el AMM-MS, en especial la referente a la actividad pesquera, y a las investigaciones científicas, sea accesible para su uso en la gestión.	Actividad 4.2.1.1 Sistematizar la información científica que se genera en el AMM-MS y agregarla a la plataforma virtual del ACMC.	FAICO	Administrador del AMM-MS y Gerencia del ACMC	\$20 000

Cuadro 4. Cronograma de implementación de las actividades específicas, según objetivo, del Plan de Investigación del AMM-MS.

Objetivos	Actividades específicas	Año de implementación				
		1	2	3	4	5
Objetivo 1.1 Caracterizar las amenazas de sobrepesca y pesca ilegal en el AMM-MS para implementar	Actividad 1.1.1.1 Gestionar financiamiento o alianzas para adquirir las imágenes satelitales correspondientes.	100%				
	Actividad 1.1.1.2 Recopilar y analizar los datos satelitales del flujo de embarcaciones pesqueras, provenientes de las plataformas digitales existentes.		50%	100%		

mejoras en la gestión de esta área protegida.	Actividad 1.1.1.3 Ligar la información pesquera (patrones espaciales y temporales de esta actividad) con parámetros ambientales y oceanográficos.			50%	100%	
	Actividad 1.1.1.4 Sistematizar y monitorear anualmente el número de licencias de pesca de avanzada.	20%	40%	60%	80%	100%
Objetivo 1.2 Explorar tecnologías más amigables para la pesca del atún.	Actividad 1.2.1.1. Continuar con el proyecto piloto que se inició con el INA, FECOP e INCOPESCA para poner a prueba nuevas técnicas para la pesca más amigable del atún.	25%	50%	75%	100%	
Objetivo 2.1 Aumentar la participación de funcionarios del ACMC en las mesas de discusión de los recursos pesqueros de la Zona Económica Exclusiva (ZEE) de Costa Rica para que se genere la información necesaria para la gestión adecuada de este recurso.	Actividad 2.1.1.1 Organizar al menos cinco reuniones para velar porque el plan de investigación del Decreto 38681 esté orientado a la toma y análisis de datos (además de su acceso y divulgación), para evaluar: i) La sostenibilidad de las pesquerías de cerco y palangre, sobre todo pensando en las especies objetivo más capturadas (<i>p.ej.</i> atún y tiburón sedoso). ii) La obtención de información pesquera en torno a tiburones y otros pelágicos (tallas, especies, sexo, captura por unidad de esfuerzo (CPUE), sitios de pesca, etc.), iii) Que SINAC tenga acceso a la información generada (tanto datos crudos como los respectivos análisis), y iv) Que se utilice la información generada para definir cuotas de pesca, vedas (temporales y espaciales) y tallas mínimas de captura. v) Recomendar el uso de nuevas tecnologías para obtener esta información.	100%				
	Actividad 2.1.2.1 Participar activamente en las reuniones regionales de la CIATT, CITES, CMS, ONU (ODS); Corredor Marino del Pacífico; Plan de Acción de Tiburones (INCOPESCA).	20%	40%	60%	80%	100%
Objetivo 2.2 Promover la	Actividad 2.2.2.1 Consolidar alianzas estratégicas en la red de colaboración del ACMC, para la	50%	50%			

generación de información de utilidad para el AMM-MS, mediante convenios de cooperación específicos.	implementación del Plan de Investigación.					
Objetivo 3.1 Evaluar la importancia del AMM-MS para la protección de especies pelágicas de interés comercial.	Actividad 3.1.1 Promover la realización de estudios para caracterizar y monitorear la biomasa de especies pelágicas de interés comercial y/o <i>bycatch</i> (principalmente atunes y picudos, tiburones sedoso y martillo en el AMM-MS) (p. ej., mediante el equipamiento de embarcaciones con sonares).				50%	100%
	Actividad 3.2.1 Promover la realización de estudios genéticos para definir el número y distribución de los <i>stocks</i> de pesca de atún aleta amarilla y de tiburones de interés comercial en el AMM-MS y la ZEE en general.			33%	66%	100%
	Actividad 3.3.1 Fomentar la colocación de transmisores satelitales en especies de amplia movilidad y la instalación de más receptores acústicos para la detección de marcas acústicas en el AMM-MS (como parte de una iniciativa regional).	20%	40%	60%	80%	100%
	Actividad 3.3.2 Replicar el monitoreo de tiburones y rayas del PNIC, que utiliza cámaras remotas (estéreo-video), en el AMM-MS.		25%	50%	75%	100%
Objetivo 4.1 Contar con información actualizada de los ecosistemas y especies del AMM-MS	Actividad 4.1.1.1 Promocionar la investigación sobre la biodiversidad y ecosistemas de profundidad del AMM-MS.	20%	40%	60%	80%	100%
Objetivo 4.2 Sistematizar la información	Actividad 4.2.1.1 Sistematizar la información científica que se genera en el AMM-MS y agregarla a la			33%	66%	100%

existente del AMM-MS, para que esta sea accesible para académicos, funcionarios del SINAC y público en general.	plataforma virtual del ACMC.					
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------	--	--	--	--	--

EVALUACIÓN Y SEGUIMIENTO

A continuación, se presenta la matriz de evaluación y seguimiento que facilitará el darle seguimiento anual a la implementación del Plan de Investigación (Cuadro 5). En la matriz, se presenta las distintas metas que idealmente deben cumplirse cada año, y el objetivo a la cual está ligada cada una de estas metas (los objetivos son los mismos que se presentan en los Cuadros 3 y 4). Muchas de las metas son recurrentes (p. ej., la colecta de datos de monitoreo y la sistematización de estos datos), por lo que el número de metas va incrementando cada año. Sin embargo, este incremento en el número de metas no significa un aumento significativo de trabajo o esfuerzo por parte del ACMC, ya que la idea es que estas metas se alcancen mediante el apoyo de aliados. Así, los primeros dos años de implementación del Plan de Investigación son cruciales para adquirir el apoyo necesario (formar alianzas, negociar convenios) para permitir la implementación de las etapas posteriores del plan.

Para realizar una autoevaluación que refleje en qué grado se implementó el Plan de Investigación, basta con contar el número de metas que se alcanzó ese año, y dividir este número por el número total de metas en ese año (y multiplicar el resultado por 100). Si por razones de conveniencia u oportunidad, se intercambian metas, o se sustituyen por otras iniciativas, habrá que ajustar el cálculo de la implementación en ese sentido.

Cuadro 5. Matriz de evaluación y seguimiento del Plan de Investigación del AMM-MS, según implementación anual.

Objetivo	Meta
Año 1	
Objetivo 2.1 Aumentar la participación de funcionarios del ACMC en las mesas de discusión de los recursos pesqueros de la Zona Económica Exclusiva (ZEE) de Costa Rica para que se genere la información necesaria para la gestión adecuada de este recurso.	<p><u>Meta 1</u> Se logró incluir los intereses de investigación del SINAC en el plan de investigación del “decreto del atún” - Decreto 38681 (p.ej., la toma y acceso de datos para el atún y tiburón sedoso, la sistematización de las especies capturadas, la CPUE, y los sitios de pesca, y el acceso a esta información)</p> <p><u>Meta 2</u> Se participó en las reuniones regionales de la CIATT, CITES, CMS, ONU (ODS); Corredor Marino del Pacífico; Plan de Acción de Tiburones (INCOPECA).</p>
Objetivo 1.1 Caracterizar las amenazas de sobrepesca y pesca ilegal en el AMM-MS para implementar mejoras en la gestión de esta área protegida.	<p><u>Meta 3</u> Se logró conseguir las imágenes satelitales que permitirán analizar el flujo de embarcaciones en las plataformas digitales.</p>

<p>Objetivo 2.2 Promover la generación de información de utilidad para el AMM-MS, mediante convenios de cooperación específicos.</p>	<p><u>Meta 4</u> Se logró establecer o redefinir alianzas con al menos cuatro aliados distintos (p.ej., INA, CIMAR, PACÍFICO, CREMA, Misión Tiburón, CI, BillFish Research Project, Fundación Charles Darwin, etc), específicamente para que estas apoyen en la implementación del Plan de Investigación.</p>
<p>Objetivo 1.2 Explorar tecnologías más amigables para la pesca del atún.</p>	<p><u>Meta 5</u> Se facilitó la realización de un proyecto para poner a prueba nuevas técnicas para la pesca más amigable del atún.</p>
<p>Objetivo 4.1 Contar con información actualizada de los ecosistemas y especies del AMM-MS</p>	<p><u>Meta 6</u> Se promocionó la realización de investigación sobre la biodiversidad y ecosistemas de profundidad del AMM-MS.</p>
<p>Año 2</p>	
<p>Objetivo 1.1 Caracterizar las amenazas de sobrepesca y pesca ilegal en el AMM-MS para implementar mejoras en la gestión de esta área protegida.</p>	<p><u>Meta 1</u> Se recopiló y analizó los datos satelitales del flujo de embarcaciones pesqueras en el AMM-MS y sus cercanías, provenientes de las plataformas digitales existentes.</p> <p><u>Meta 2</u> Se sistematizó el número de licencias de pesca de avanzada en el Pacífico, según registro de INCOPECA y Capitanía de Puertos.</p>
<p>Objetivo 2.1 Aumentar la participación de funcionarios del ACMC en las mesas de discusión de los recursos pesqueros de la Zona Económica Exclusiva (ZEE) de Costa Rica para que se genere la información necesaria para la gestión adecuada de este recurso.</p>	<p><u>Meta 3</u> Se participó en las reuniones regionales de la CIATT, CITES, CMS, ONU (ODS); Corredor Marino del Pacífico; Plan de Acción de Tiburones (INCOPECA).</p>
<p>Objetivo 3.1 Evaluar la importancia del AMM-MS para la protección de especies pelágicas de interés comercial.</p>	<p><u>Meta 4</u> Se inició estudios de marcaje a nivel regional (p. ej., instalación de receptores acústicos en los montes submarinos, marcas satelitales) para comprender los movimientos migratorios (gran escala) y uso del hábitat/profundidad, de especies pelágicas.</p> <p><u>Meta 5</u> Se inició el monitoreo de tiburones y rayas en el AMM-</p>

	MS (como extensión del monitoreo que se inició en el PNIC), utilizando cámaras remotas (estéreo-video) (i.e., similar al protocolo existente en pináculos rocosos).
Objetivo 1.2 Explorar tecnologías más amigables para la pesca del atún.	<u>Meta 6</u> Se continuó con la realización de un proyecto para poner a prueba nuevas técnicas para la pesca más amigable del atún.
Objetivo 4.1 Contar con información actualizada de los ecosistemas y especies del AMM-MS	<u>Meta 7</u> Se promocionó la realización de investigación sobre la biodiversidad y ecosistemas de profundidad del AMM-MS.
Año 3	
Objetivo 1.1 Caracterizar las amenazas de sobrepesca y pesca ilegal en el AMM-MS para implementar mejoras en la gestión de esta área protegida.	<p><u>Meta 1</u> Se recopiló y analizó los datos satelitales del flujo de embarcaciones pesqueras en el AMM-MS y sus cercanías, provenientes de las plataformas digitales existentes.</p> <p><u>Meta 2</u> Se logró ligar la información pesquera (patrones espaciales y temporales de esta actividad) con parámetros ambientales y oceanográficos, utilizando las imágenes satelitales y las plataformas digitales correspondientes.</p> <p><u>Meta 3</u> Se sistematizó el número de licencias de pesca de avanzada en el Pacífico, según registro de INCOPECSA y Capitanía de Puertos.</p>
Objetivo 2.1 Aumentar la participación de funcionarios del ACMC en las mesas de discusión de los recursos pesqueros de la Zona Económica Exclusiva (ZEE) de Costa Rica para que se genere la información necesaria para la gestión adecuada de este recurso.	<u>Meta 4</u> Se participó en las reuniones regionales de la CIATT, CITES, CMS, ONU (ODS); Corredor Marino del Pacífico; Plan de Acción de Tiburones (INCOPECSA).
Objetivo 3.1 Evaluar la importancia del AMM-MS para la protección de especies pelágicas de interés comercial.	<p><u>Meta 5</u> Se iniciaron estudios genéticos para definir el número y distribución de los <i>stocks</i> de pesca de atún aleta amarilla y de tiburones de interés comercial en el AMM-MS y la ZEE en general.</p> <p><u>Meta 6</u> Se continuaron estudios de marcaje a nivel regional (p.</p>

	<p>ej., instalación de receptores acústicos en los montes submarinos, marcas satelitales) para comprender los movimientos migratorios (gran escala) y uso del hábitat/profundidad, de especies pelágicas.</p> <p><u>Meta 7</u> Se continuó el monitoreo de tiburones y rayas en el AMM-MS (como extensión del monitoreo que se inició en el PNIC), utilizando cámaras remotas (estéreo-video) (i.e., similar al protocolo existente en pináculos rocosos).</p>
Objetivo 1.2 Explorar tecnologías más amigables para la pesca del atún.	<u>Meta 8</u> Se continuó con la realización de un proyecto para poner a prueba nuevas técnicas para la pesca más amigable del atún.
Objetivo 4.1 Contar con información actualizada de los ecosistemas y especies del AMM-MS	<u>Meta 9</u> Se promovió la realización de investigación sobre la biodiversidad y ecosistemas de profundidad del AMM-MS.
Objetivo 4.2 Sistematizar la información existente del AMM-MS, para que esta sea accesible para académicos, funcionarios del SINAC y público en general.	<u>Meta 10</u> Se sistematizó la información científica que se genera en el AMM-MS y se agregó a la plataforma virtual del ACMC.
Año 4	
Objetivo 1.1 Caracterizar las amenazas de sobrepesca y pesca ilegal en el AMM-MS para implementar mejoras en la gestión de esta área protegida.	<p><u>Meta 1</u> Se recopiló y analizó los datos satelitales del flujo de embarcaciones pesqueras en el AMM-MS y sus cercanías, provenientes de las plataformas digitales existentes.</p> <p><u>Meta 2</u> Se sistematizó el número de licencias de pesca de avanzada en el Pacífico, según registro de INCOPECSA y Capitanía de Puertos.</p>
Objetivo 2.1 Aumentar la participación de funcionarios del ACMC en las mesas de discusión de los recursos pesqueros de la Zona Económica Exclusiva (ZEE) de Costa Rica para que se genere la información necesaria para la gestión adecuada de este	<u>Meta 3</u> Se participó en las reuniones regionales de la CIATT, CITES, CMS, ONU (ODS); Corredor Marino del Pacífico; Plan de Acción de Tiburones (INCOPECSA).

recurso.	
<p>Objetivo 3.1 Evaluar la importancia del AMM-MS para la protección de especies pelágicas de interés comercial.</p>	<p><u>Meta 4</u> Se realizaron estudios genéticos para definir el número y distribución de los <i>stocks</i> de pesca de atún aleta amarilla y de tiburones de interés comercial en el AMM-MS y la ZEE en general.</p> <p><u>Meta 5</u> Se continuaron los estudios de marcaje a nivel regional (p. ej., instalación de receptores acústicos en los montes submarinos, marcas satelitales) para comprender los movimientos migratorios (gran escala) y uso del hábitat/profundidad, de especies pelágicas.</p> <p><u>Meta 6</u> Se continuó el monitoreo de tiburones y rayas en el AMM-MS (como extensión del monitoreo que se inició en el PNIC), utilizando cámaras remotas (estéreo-video) (i.e., similar al protocolo existente en pináculos rocosos).</p>
<p>Objetivo 1.2 Explorar tecnologías más amigables para la pesca del atún.</p>	<p><u>Meta 7</u> Se continuó con la realización de un proyecto para poner a prueba nuevas técnicas para la pesca más amigable del atún.</p>
<p>Objetivo 4.1 Contar con información actualizada de los ecosistemas y especies del AMM-MS</p>	<p><u>Meta 8</u> Se promocionó la realización de investigación sobre la biodiversidad y ecosistemas de profundidad del AMM-MS.</p>
<p>Objetivo 4.2 Sistematizar la información existente del AMM-MS, para que esta sea accesible para académicos, funcionarios del SINAC y público en general.</p>	<p><u>Meta 9</u> Se sistematizó la información científica que se genera en el AMM-MS y se agregó a la plataforma virtual del ACMC.</p>
<p>Año 5</p>	

<p>Objetivo 1.1 Caracterizar las amenazas de sobrepesca y pesca ilegal en el AMM-MS para implementar mejoras en la gestión de esta área protegida.</p>	<p><u>Meta 1</u> Se recopiló y analizó los datos satelitales del flujo de embarcaciones pesqueras en el AMM-MS y sus cercanías, provenientes de las plataformas digitales existentes.</p> <p><u>Meta 2</u> Se sistematizó el número de licencias de pesca de avanzada en el Pacífico, según registro de INCOPECSA y Capitanía de Puertos.</p>
<p>Objetivo 2.1 Aumentar la participación de funcionarios del ACMC en las mesas de discusión de los recursos pesqueros de la Zona Económica Exclusiva (ZEE) de Costa Rica para que se genere la información necesaria para la gestión adecuada de este recurso.</p>	<p><u>Meta 3</u> Se participó en las reuniones regionales de la CIATT, CITES, CMS, ONU (ODS); Corredor Marino del Pacífico; Plan de Acción de Tiburones (INCOPECSA).</p>
<p>Objetivo 3.1 Evaluar la importancia del AMM-MS para la protección de especies pelágicas de interés comercial.</p>	<p><u>Meta 4</u> Se realizaron estudios para caracterizar y monitorear la biomasa de especies pelágicas de interés comercial y/o <i>bycatch</i> (principalmente atunes y picudos, tiburones sedoso y martillo en el AMM-MS) (p. ej., mediante el equipamiento de embarcaciones con sonares).</p> <p><u>Meta 5</u> Se continuaron los estudios de marcaje a nivel regional (p. ej., instalación de receptores acústicos en los montes submarinos, marcas satelitales) para comprender los movimientos migratorios (gran escala) y uso del hábitat/profundidad, de especies pelágicas.</p> <p><u>Meta 6</u> Se continuó el monitoreo de tiburones y rayas en el AMM-MS (como extensión del monitoreo que se inició en el PNIC), utilizando cámaras remotas (estéreo-video) (i.e., similar al protocolo existente en pináculos rocosos).</p>
<p>Objetivo 4.1 Contar con información actualizada de los ecosistemas y especies del AMM-MS</p>	<p><u>Meta 7</u> Se promovió la realización de investigación sobre la biodiversidad y ecosistemas de profundidad del AMM-MS.</p>
<p>Objetivo 4.2 Sistematizar la información existente del AMM-MS, para que esta sea accesible para académicos,</p>	<p><u>Meta 8</u> Se sistematizó la información científica que se genera en el AMM-MS y se agregó a la plataforma virtual del ACMC.</p>

funcionarios del SINAC y público en general.	
----------------------------------------------	--

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Amorim, A., Baum, J., Cailliet, G.M., Clò, S., Clarke, S.C., Fergusson, I., Gonzalez, M., Macias, D., Mancini, P., Mancusi, C., Myers, R., Reardon, M., Trejo, T., Vacchi, M., y Valenti, S.V. (2009). *Alopias superciliosus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2009: e.T161696A5482468. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2009-2.RLTS.T161696A5482468.en>. Descargado 16 Enero 2018.
- Arauz, H., y Hearn, A. (2014). *Movimientos migratorios de tiburones marcados en la Isla del Coco*. Memoria: Taller Interinstitucional de Implementación de Medidas CITES para el Tiburón Martillo, Tiburón Punta Blanca Oceánico y la Manta Raya. Heredia, Costa Rica.
- Arauz, R., López A., y Zanella I. (2007). *Informe final: análisis de la descarga anual de tiburones y rayas en la pesquería pelágica y costera del Pacífico de Costa Rica (Playas del Coco, Tárcoles y Golfito)*. Presentado a Conservación Internacional Centroamérica.
- Arauz, R., Rodríguez, O., Vargas, R., y Segura, A. (2000). Incidental capture of sea turtles by Costa Rica's longline fleet. En Kalb H., y Wibbels, T. (Eds.) *Proceedings of the 19th Annual Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation* (pp. 21-26). Miami, EE. UU: NOAA Tech Memo NMFS-SEFSC-443, National Marine Fisheries Service.
- Arias A., Pressey, R.L., Jones, R.E., Álvarez-Romero, J.G., y Cinner J.E. (2014). Optimizing enforcement and compliance in offshore marine protected areas: a case study from Cocos Island, Costa Rica. *Oryx*, 50, 18-26. DOI:<http://dx.doi.org/10.1017/S0030605314000337>.
- Arias A., y Pressey, R.L. (2016). Combatting Illegal, Unreported, and Unregulated Fishing with Information: A Case of Probable Illegal Fishing in the Tropical Eastern Pacific. *Front Mar Sci*, 3, 1-4.
- Baum, J., Clarke, S., Domingo, A., Ducrocq, M., Lamónaca, A.F., Gaibor, N., Graham, R., Jorgensen, S., Kotas, J.E., Medina, E., Martinez-Ortiz, J., Monzini Taccone di Sitizano, J., Morales, M.R., Navarro, S.S., Pérez-Jiménez, J.C., Ruiz, C., Smith, W., Valenti, S.V., y Vooren, C.M. (2007). *Sphyrna lewini*. The IUCN Red List of Threatened Species 2007: e.T39385A10190088. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2007.RLTS.T39385A10190088.en> . Descargado 16 Enero 2018.
- Baum, J., Medina, E., Musick, J.A., y Smale, M. (2015). *Carcharhinus longimanus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2015: e.T39374A85699641. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2015.RLTS.T39374A85699641.en>. Descargado 19 Enero 2018.
- Bennett, M.B., Gordon, I., y Kyne, P.M. (2003). SSG Australia & Oceania Regional Workshop, March 2003 - *Carcharhinus galapagensis*. The IUCN Red List of Threatened Species 2003: e.T41736A10550977. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2003.RLTS.T41736A10550977.en> . Descargado 19 enero 2018.
- Bertoncini, A.A., Gerhardinger, L.C., Sadovy, Y., Rocha, L., Choat, J.H., Ferreira, B., y Craig, M. (2015). *Mycteroperca olfax*. The IUCN Red List of Threatened Species 2015: e.T14051A79474097. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2015-3.RLTS.T14051A79474097.en>. Descargado 19 Enero 2018.

- Bessudo, S., Soler, G., Klimley, A.P., Ketchum, J.T., Arauz, R., y Hearn, A. (2011a.) Residency of the scalloped hammerhead shark (*Sphyrna lewini*) at Malpelo Island and evidence of migration to other islands in the Eastern Tropical Pacific. *Environmental Biology Fishes*, 91, 165-176.
- Bessudo, S., Soler, G., Klimley, A.P., Ketchum, J.T., Arauz, R., Hearn, A., Guzmán, A., y Calmenettes, B. (2011b). Vertical and horizontal movements of the scalloped hammerhead shark (*Sphyrna lewini*) around Malpelo and Cocos islands (Tropical Eastern Pacific) using satellite telemetry. *Boletín de investigaciones marina y costeras*, 40, 91-106.
- Bonilla R., y Chavarría, J.B. (2004). Box-Jenkins analysis for shark landings in Costa Rica. *Rev Biol Trop*, 52, 183-188.
- Burgess, H. G., y Branstetter, S. (2009). *Carcharhinus limbatus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2009: e.T3851A10124862. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2009-2.RLTS.T3851A10124862.en>. Descargado 19 enero 2018.
- Casper, B.M., Domingo, A., Gaibor, N., Heupel, M.R., Kotas, E., Lamónaca, A.F., Pérez-Jimenez, J.C., Simpfendorfer, C., Smith, W.D., Stevens, J.D., Soldo, A., y Vooren, C.M. (2005). *Sphyrna zygaena*. The IUCN Red List of Threatened Species 2005: e.T39388A10193797. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2005.RLTS.T39388A10193797.en>. Descargado 19 Enero 2018.
- Chasqui, L. (2008). Plan de Monitoreo del Impacto del Turismo Marino en el Parque Nacional Isla del Coco. SINAC,GEF, PNUD. San José, Costa Rica.
- Clarke, T.M., Espinoza, M., Ahrens, R., y Wehrtmann, I.S. (2016). Elasmobranch bycatch associated with the shrimp trawl fishery off the pacific coast of Costa Rica, Central America. *Fish Bull*, 114, 1-17.
- CGR – Contraloría General de la República. (2007). División de fiscalización operativa y evaluativa área de servicios públicos generales y ambientales informe sobre la evaluación de la gestión del Instituto Costarricense de Pesca y Acuicultura en relación con la vigilancia y control de la pesca del tiburón. INFORME No. DFOE-PGA-86/2006 6 de febrero, 2007. Apto. 1179-1000, San José, Costa Rica.
- Collette, B., Acero, A., Amorim, A.F., Boustany, A., Canales Ramirez, C., Cardenas, G., Carpenter, K.E., Chang, S.-K., de Oliveira Leite Jr., N., Di Natale, A., Die, D., Fox, W., Fredou, F.L., Graves, J., Guzman-Mora, A., Viera Hazin, F.H., Hinton, M., Juan Jorda, M., Minte Vera, C., Miyabe, N., Montano Cruz, R., Masuti, E., Nelson, R., Oxenford, H., Restrepo, V., Salas, E., Schaefer, K., Schratwieser, J., Serra, R., Sun, C., Teixeira Lessa, R.P., Pires Ferreira Travassos, P.E., Uozumi, Y., y Yanez, E. (2011). *Thunnus albacares*. The IUCN Red List of Threatened Species 2011: e.T21857A9327139. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2011-2.RLTS.T21857A9327139.en>. Descargado 19 Enero 2018.
- Compagno, L.J.V. & Musick, J.A. (2005) Deepwater species. In: Fowler, S.L., Cavanagh, R.D., Camhi, M., Burgess, G.H., Cailliet, G.M., Fordham, S.V., Simpfendorfer, C.A. and Musick, J.A. (comp. and Ed.). *Sharks, Rays and Chimaeras: The Status of the Chondrichthyan Fishes. Status Survey. IUCN SSC Shark Specialist Group. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK: 216–217*
- Craig, M.T., Choat, J.H., Ferreira, B., Bertocini, A.A., Rocha, L., y Heemstra, P.C. (2008). *Alphesthes multiguttatus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2008: e.T132809A3457347. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2008.RLTS.T132809A3457347.en>.

Descargado 19 enero 2018.

- Craig, M.T. (2011). *Epinephelus itajara*. The IUCN Red List of Threatened Species 2011: e.T195409A8961414. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2011-2.RLTS.T195409A8961414.en>. Descargado 19 Enero 2018.
- Dapp, D., Arauz, R., Spotila, J.R., y O'Connor, M. P. (2013). Impact of Costa Rican longline fishery on its bycatch of sharks, stingrays, bony fish and olive ridley turtles (*Lepidochelys olivacea*). *J Exp Mar Bio Ecol*, 448, 228-239.
- Dent, F., y Clarke, S. (2015). *State of the global market for shark products*. FAO. Roma, Italia.
- Dulvy, N.K., Fowler, S.L., Musick, J.A., Cavanagh, R.D., Kyne, P.M., Harrison, L.R., Carlson, J.K., Davidson, L.N., Fordham, S.V., Francis, M.P., Pollock, C.M., Simpfendorfer, C.A., Burgess, G.H., Carpenter, K.E., Compagno, L.J.V, Ebert, D.A., Gibson, C., Heupel, M.R., Livingstone, S.R., Sanciangco, J.C., Stevens, J.D., Valenti, S., y White, W.T. (2014). Extinction risk and conservation of the world's sharks and rays. *Elife*, 3, e00590-e00590.
- Espinoza, M., Lédée, E.J., Simpfendorfer, C.A., Tobin, A.J., y Heupel, M.R. (2015). Contrasting movements and connectivity of reef-associated sharks using acoustic telemetry: implications for management. *Ecol Appl*, 25, 2101-2118.
- Fourrière, M., Alvarado, J.J., Ayala-Bocos, A., y Cortés, J. (2016). Updated checklist and analysis of completeness of the marine fish fauna of Isla del Coco, Pacific of Costa Rica. *Mar Biodivers*, 47, 813-821.
- Friedlander, A.M., Zgliczynski, B.J., Ballesteros, E., Aburto-Oropeza, O., Bolaños, A., y Sala, E. (2012). The shallow-water fish assemblage of Isla del Coco National Park, Costa Rica: Structure and patterns in an isolated, predator-dominated ecosystem. *Rev Biol Trop*, 60, 321-338.
- Frisk, M.G., Miller, T.J., y Dulvy, N.K. (2005). Life histories and vulnerability to exploitation of elasmobranchs: inferences from elasticity, perturbation and phylogenetic analyses. *J Northwest Atl Fish Soc*, 34, 1-19.
- Goldman, K.J., Baum, J., Cailliet, G.M., Cortés, E., Kohin, S., Macías, D., Megalofonou, P., Perez, M., Soldo, A., y Trejo, T. (2009). *Alopias vulpinus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2009:e.T39339A10205317. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2009-2.RLTS.T39339A10205317.en>. Descargado 19 Enero 2018.
- González-Andrés, C., Lopes, P.F.M, Cortés, J., Sánchez-Lizano, J.L. y Pennino, M.G. (2016). Abundance and Distribution Patterns of *Thunnus albacares* in Isla del Coco National Park through Predictive Habitat Suitability Models. *PLoS ONE*, 11, e0168212.
- Hearn, A.R., Acuña, D., Ketchum, J.T, Peñaherrera, C., Green J., Marshall, A., Guerrero, M., y Shillinger, G. (2014). Elasmobranchs of the Galapagos marine reserve. En Denckinger, J., y Vinuesa, L. (Eds.). *The Galapagos Marine Reserve* (pp. 23-59). Nueva York, EE. UU: Springer International Publishing.
- Hearn, A.R., Utreras, E., y Henderson, S. (Eds.) (2010). *Informe sobre el estado de los tiburones del Pacífico Este Tropical, Vol. 1*. Conservación Internacional, Quito, Ecuador.
- Herrera-Ulloa, Á., Villalobos-Chacón, L., Palacios-Villegas, J., Viquez-Portuguéz, R., y Oro-Marcos,

- G. (2011). Coastal fisheries of Costa Rica. En Salas, S., Chuenpadgee, R., Charles, A., y Seijo, J.C. (Eds) *Coastal fisheries of Latin America and the Caribbean*. (pp. 137-154). Roma, Italia: FAO.
- Instituto Costarricense de Pesca y Acuicultura (Incopesca). (2012). Estadísticas pesqueras (Consultado: 3 de Mayo, www.incopesca.go.cr/Estadisticas_peq/Estadisticas-Pesqueras.htm).
- Iwamoto, T., Eschmeyer, W., y Alvarado, J. (2010). *Pontinus clemensi*. The IUCN Red List of Threatened Species 2010: e.T184015A8218939. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2010-3.RLTS.T184015A8218939.en>. Descargado 19 Enero 2018.
- Ketchum, J.T., Hearn, A., Klimley, A.P., Penaherrera, C., Espinoza, E., Bessudo, S., Soler, G., y Arauz, R. (2014). Inter-island movements of scalloped hammerhead sharks (*Sphyrna lewini*) and seasonal connectivity in a marine protected. *Mar Biol*, 161, 755-767.
- Kyne, P.M., Carlson, J.K., Ebert, D.A., Fordham, S.V., Bizzarro, J.J., Graham, R.T., Kulka, D.W., Tewes, E.E., Harrison, L.R., y Dulvy, N.K. (2012). *The conservation status of North American, Central American, and Caribbean Chondrichthyans*. Technical report. IUCN Species Survival Commission Shark Specialist Group, Vancouver, Canada.
- Lizano, O. 2012. Rasgos morfológicos alrededor de la Isla del Coco y de sus montes submarinos vecinos, Pacífico de Costa Rica. *Rev Biol Trop*, 60, 43-51.
- López-Garro, A., Zanella, I., Martínez, F., Golfín-Duarte, G., y Pérez-Montero, M. (2016). La pesca ilegal en el Parque Nacional Isla del Coco, Costa Rica. *Rev Biol Trop*, 64, 249-262.
- Lundquist, C.J., y Granek, E.F. (2005). Strategies for successful marine conservation: integrating socioeconomic, political, and scientific factors. *Conserv Biol*, 19, 1771-1778.
- Norris, R.D. (2000). Pelagic species diversity, biogeography, and evolution. *Paleobiology*, 26, 236-258.
- Pardo, S.A., Kindsvater, H.K., Reynolds, J.D., y Dulvy, N.K. (2016). Maximum intrinsic rate of population increase in sharks, rays, and chimaeras: the importance of survival to maturity. *Can J Fish Aquat Sci*, 5, 1-5.
- Pauly, D., Belhabib, D., Blomeyer, R., Cheung, W.W.W.L., Cisneros-Montemayor, A.M., Copeland, D., Harper, S., Lam, V., Mai, Y., Manach, F.L, Osterblom, H., Mok, K.M., van der Meer, L., Sans, A., Shon, S., Sumaila, U.R., Swartz, W., Watson, R., Zhai, Y., y Zeller, D. (2014). China's distant-water fisheries in the 21st century. *Fish Fish*, 15, 474-488.
- Plataforma PACÍFICO. (2017). *Estrategia de investigación y gestión del conocimiento para la conservación y uso sostenible de los recursos marino-costeros en el Pacífico Este Tropical (EIGC-PET)*. Plataforma PACÍFICO, Costa Rica. 55 p.
- Poder Ejecutivo. (2005). Ley de Pesca y Acuicultura N° 8436. La Gaceta N° 78. 42p.
- Porras, O., Seko A., y Miyamoto, K. (1993). Extracción científica y comercialización de las especies pelágicas existentes en la zona económica exclusiva del Pacífico de Costa Rica. Monografía. Costa Rica. 218 p.
- Polasky, S., Carpenter, S.R., Folke, C., y Keeler, B. (2011). Decision making under great uncertainty: environmental management in an era of global change. *Trends Ecol Evol*, 26, 398-404.

- Reardon, M., Márquez, F., Trejo, T., y Clarke, S.C. (2009). *Alopias pelagicus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2009: e.T161597A5460720. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2009-2.RLTS.T161597A5460720.en>. Descargado 16 Enero 2018.
- Rigby, C.L., White, W.T., y Simpfendorfer, C.A. (2016). Deepwater Chondrichthyan Bycatch of the Eastern King Prawn Fishery in the Southern Great Barrier Reef, Australia. *PLoS One*, 11, e0156036.
- Rocha, L., Ferreira, B., Choat, J.H., Craig, M., y Sadovy, Y. (2008). *Epinephelus cifuentesi*. The IUCN Red List of Threatened Species 2008: e.T44686A10925418. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2008.RLTS.T44686A10925418.en>. Descargado 19 Enero 2018.
- Rojas, J.R., Campos, J., Segura, A., Moisés, M., Campos, R., y Rodríguez, O. (2000). Shark fisheries in Central America: a review and update. *UNICIENCIA*, 17, 49-56.
- Ruiz, C., Arauz, R., Pérez-Jiménez, J.C., Castillo-Geniz, J.L., y Soriano-Velásquez, S. (2009). *Nasolamia velox*. The IUCN Red List of Threatened Species 2009: e.T161355A5405297. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2009-2.RLTS.T161355A5405297.en>. Descargado 19 Enero 2018.
- Seminoff, J.A., Zárate, P., Coyne, M., Foley, D.G., Parker, D., Lyon, B.N., y Dutton, P.H. (2008). Post-nesting migrations of Galápagos green turtles *Chelonia mydas* in relation to oceanographic conditions: integrating satellite telemetry with remotely sensed ocean data. *Endanger Species Res*, 4, 57-72.
- Shillinger, G.L., Palacios, D.M., Bailey, H., Bograd, S.J., Swithenbank, A.M., Gaspar, P., Wallace, B.P., Spotila, J.R., Paladino, F.V., Piedra, R., y Eckert, S.A. (2008). Persistent leatherback turtle migrations present opportunities for conservation. *PLoS Biol*, 7, 1409-1416.
- Sibaja-Cordero, J.A. (2008). Tendencias espacio-temporales de los avistamientos de fauna marina en los buceos turísticos (Isla del Coco, Costa Rica). *Rev Biol Trop*, 56, 113-132.
- Simpfendorfer, C. (2009). *Galeocerdo cuvier*. The IUCN Red List of Threatened Species 2009: e.T39378A10220026. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2009-2.RLTS.T39378A10220026.en>. Descargado 16 Enero 2018.
- SINAC (Sistema Nacional de Áreas de Conservación). (2013). *Plan de Manejo del Área Marina de Manejo de Montes Submarinos (AMM-MS), Costa Rica*. Área de Conservación Marina Isla del Coco (ACMIC). San José, Costa Rica. 102p.
- SINAC (Sistema Nacional de Áreas de Conservación). (2014). *Estrategia Nacional de Investigación del SINAC 2014-2024, ENI 2014-2024*. Sistema Nacional de Áreas de Conservación. San José, Costa Rica. 131p.
- SINAC (Sistema Nacional de Áreas de Conservación). (2017). *Propuesta de actualización del Plan General de Manejo del Parque Nacional Isla del Coco 2017-2026*. Sistema Nacional de Áreas de Conservación. San José, Costa Rica. 143p.
- SINAC (Sistema Nacional de Áreas de Conservación). (2018a). *Diagnóstico para los Planes de Investigación para el Área de Conservación Marina Cocos*. Sistema Nacional de Áreas de Conservación. San José, Costa Rica. 60p.

- SINAC (Sistema Nacional de Áreas de Conservación). (2018b). *Sistematización del Plan de Investigación para el Área de Conservación Marina Cocos*. Sistema Nacional de Áreas de Conservación. San José, Costa Rica. 72p.
- Smith-Vaniz, B, Robertson, R., Dominici-Arosemena, A., Molina, H., Salas, E., Guzman-Mora, A.G., y Bearez, P. (2010). *Paralabrax humeralis*. The IUCN Red List of Threatened Species 2010: e.T183746A8169144. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2010-3.RLTS.T183746A8169144.en>. Descargado 19 Enero 2018.
- Stevens, J. (2009). *Prionace glauca*. The IUCN Red List of Threatened Species 2009: e.T39381A10222811. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2009-2.RLTS.T39381A10222811.en>. Descargado 16 Enero 2018.
- Trujillo, P., Cisneros-Montemayor, A.M., Harper, S., Zylich, K., y Zeller, D. (2015). Reconstruction of Costa Rica's marine fisheries catches, 1950-2010. *Fish Bethesda*, 31, 1-16.
- White, E.R., Myers, M.C., Flemming, J.M., y Baum, J.K. (2015). Shifting elasmobranch community assemblage at Cocos Island-an isolated marine protected area. *Conserv Biol*, 29, 1186-1197.
- Whoriskey, S., Arauz, R., y Baum, J.K. (2011). Potential impacts of emerging mahi-mahi fisheries on sea turtle and elasmobranch bycatch species. *Biol Conserv*, 144, 1841-1849.