



Plan de Investigación para el Parque Nacional Isla del Coco

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

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 Parque Nacional Isla del Coco. Área de Conservación Marina Cocos. San José-Costa Rica. **46p.**

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 PNIC | 5 |
| Necesidades de investigación priorizadas..... | 7 |
| 1. Importancia del PNIC en la protección de especies pelágicas (tiburones, rayas, y tortugas) susceptibles a la pesca incidental (<i>bycatch</i>) | 7 |
| 2. Importancia del PNIC en la protección de especies pelágicas de relevancia comercial (picudos, atunes, y dorado) | 9 |
| 3. Caracterización de la amenaza de sobrepesca y pesca ilegal en el PNIC y sus alrededores..... | 9 |
| 4. Importancia del PNIC en la protección de especies residentes de elasmobranquios y de peces óseos de interés comercial (<i>i.e.</i> , <i>Mycteroperca olfax</i>) | 11 |
| 5. Investigación relacionada al Plan de Erradicación de Especies Invasoras: a) mejor caracterización de la amenaza sobre ESPECIES endémicas (<i>E.G.</i> , AVES Y REPTILES), b) investigación para la adecuada implementación del Plan de erradicación, y c) determinación de si hay una amenaza de especies marinas invasoras..... | 12 |
| 6. Rol del PNIC en la protección de especies de corales importantes para el Pacífico Tropical Oriental bajo un contexto de cambio climático. | 13 |
| 7. Sistematización de la información del PNIC..... | 14 |
| 8. Investigación necesaria para la gestión sostenible del turismo marino en el PNIC..... | 14 |
| 9. Investigación de biodiversidad en general en el PNIC. | 14 |
| 10. Investigación necesaria para una correcta gestión del Legado Histórico-Cultural presente en el PNIC. | 15 |
| Implementación..... | 15 |
| Evaluación y Seguimiento..... | 41 |
| Referencias Bibliográficas | 54 |

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 Parque Nacional Isla del Coco (PNIC) cuenta con un Plan General de Manejo (SINAC, 2017a), 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 PNIC 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 PNIC 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 PNIC 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 PNIC, 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 PNIC, de acuerdo al empate entre sus propios intereses y las necesidades del PNIC.

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 Parque Nacional Isla del Coco, 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 Parque Nacional Isla del Coco.
- 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 PNIC

El Plan de Investigación del PNIC 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 PNIC identifica en total cinco EFM, dos para el sector terrestre: i) Bosque (especies endémicas, ciclo hídrico, hábitats y estratificación) y ii) Legado histórico cultural, y tres para el sector marino: i) Especies pelágicas (tiburones, mantas, picudos), ii) Arrecifes y iii) Formaciones geológicas (pináculos e islotes) (SINAC, 2017a). 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 priorizados para el Plan de Investigación del PNIC, las amenazas que más los afectan, y las necesidades de investigación identificadas.

| Elementos Focales de Manejo | Amenazas | Necesidades de investigación |
|---|---|--|
| Especies pelágicas migratorias y residentes (énfasis en tiburones, mantas, atunes, y picudos) | Pesca ilegal y sobrepesca en áreas circundantes; cambio climático | -Intensidad y distribución de la pesca ilegal. -Dinámicas poblacionales, ecología trófica, y patrones de movimiento de especies pelágicas. -Cambios en presencia/ausencia de especies. |
| Bosque (especies endémicas) | Especies introducidas | - Dinámicas poblacionales de especies endémicas e introducidas. |
| Arrecifes | Cambio climático; contaminación por microplásticos; | -Cuantificación de la amenaza. -Cambios físico-químicos oceanográficos y atmosféricos (p. ej. dinámica de corrientes marinas que afectan el movimiento de especies y la mortalidad de corales). |
| Legado histórico cultural | Cambio climático; falta de sistematización de la información recopilada; - aumento en el nivel del mar. | -Línea base del estado del Legado. |

Cabe destacar que aunque el PNIC cuenta tanto con un sector marino como con un sector terrestre, las amenazas del sector marino son las que se percibe requieren de más esfuerzos de investigación. En el sector marino, la amenaza que se considera necesita de mayor información para su gestión, es la pesca ilegal (que ocurre dentro del PNIC) y la sobrepesca (que aunque ocurre fuera del PNIC, puede tener efectos sobre los EFM del PNIC, al tratarse de especies pelágicas que entran y salen del área protegida). Una de las amenazas que es recurrente para diferentes EFM, pero que resulta bastante controversial en cuanto a posibilidades de gestión es el cambio climático. Se reconoce que el cambio climático es una amenaza donde las acciones de conservación por parte del ACMC son limitadas (p. ej., adaptación y/o documentación), aunque a veces se pueden lograr medidas de adaptación más concretas (p.ej., estrategias regionales que propicien la conectividad biológica).

En el sector terrestre, la amenaza que requiere de mayor información científica para su gestión, a pesar de los múltiples esfuerzos que se han realizado, es la de especies introducidas. Lo anterior, debido a que aún se desconoce el efecto cuantitativo que ejercen las distintas especies introducidas sobre las poblaciones de especies autóctonas que son parte de la su dieta (p. ej., aves endémicas). Además, para la posible implementación del Plan de Erradicación de estas especies (SINAC 2017b), es necesario realizar ciertas investigaciones puntuales que dirijan el esfuerzo de erradicación, eviten daños a otras especies, y demuestren el impacto de dicho plan (SINAC 2017b). Por otro lado, la información que existe acerca del legado histórico-cultural no se encuentra sistematizada, y esto presenta un problema a la hora de preservar dicho legado y de protegerlo frente a amenazas como el aumento en el nivel de mar, ya que se desconoce la importancia o ubicación de ciertos elementos del legado.

NECESIDADES DE INVESTIGACIÓN PRIORIZADAS

Las investigaciones que fueron priorizadas para el PNIC 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 APMC, 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 PNIC 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 PNIC les provee a lo largo de su ciclo de vida; y en el contexto de cambio climático, ii) relacionar estos movimientos a parámetros físico-químicos y biológicos que se desprenden de la oceanografía espacial.

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 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). 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 se ha logrado identificar movimientos migratorios para otros tiburones entre el PNIC y otras islas oceánicas, se sabe que 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).

También, se ha identificado que alguna de las especies de tiburones que habitan en la Isla del Coco, tienen zonas de reproducción y crianza en aguas costeras (Hearn *et al.* 2010). Por ejemplo, sitios como la boca del Río Tárcoles, El Peñón y Herradura, en el Pacífico Central, son importantes sitios de reproducción de tiburón martillo (*S. lewini*) (Hearn *et al.* 2010). Asimismo, el Golfo Dulce en el Pacífico Sur, es un sitio de reproducción importante para el tiburón martillo (Zanella & López-Garro, 2015) y el tiburón tigre (*G. cuvier*) (Hearn *et al.* 2010). En el 2015, se reportó el primer movimiento de un individuo de *S. lewini* entre la Isla del Coco y el Golfo Dulce (Zanella, 2015), lo que sugiere que individuos de esta especie podrían estarse desplazando entre islas oceánicas y sitios de reproducción en las costas (Prus, 2013).

Algunos de los tiburones que habitan en la Isla del Coco y 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).

La relación que existe entre la amplia movilidad de algunas de las especies de tiburones que habitan en el PNIC y las pesquerías de palangre y cerco, evidencia el problema de que una vez que los individuos abandonan las AMP 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 PNIC 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 PNIC 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.

Las siguientes especies de peces óseos son consideradas de importancia comercial y forman parte de los EFM (del PNIC o del AMM-MS): 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 (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 y la pesca ilegal (*i.e.*, uso de artes ilegales y pesca dentro de áreas protegidas) son percibidas como las principales amenazas del PNIC y del AMM-MS (Arias & Pressey, 2016; López-Garro *et al.* 2016). Por lo tanto, existe un gran interés por: i) evaluar el estado actual de estas especies en la Isla del Coco (Sibaja-Cordero, 2008; White *et al.* 2015); ii) definir líneas de investigación que reduzcan la amenaza de la sobrepesca y/o pesca ilegal del PNIC (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).

En el PNIC, entre 1993-2013, el número observado de atunes aleta amarilla 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, períodos 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.

3. CARACTERIZACIÓN DE LA AMENAZA DE SOBREPESCA Y PESCA ILEGAL EN EL PNIC Y SUS ALREDEDORES.

-Amenaza: sobrepesca y pesca ilegal.

-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), además de la pesca ilegal, son las principales amenazas que afectan a las especies pelágicas del PNIC (Whoriskey *et al.* 2011; Dapp *et al.* 2013; Trujillo *et al.* 2015; López-Garro *et al.* 2016). En Costa Rica, las pesquerías de palangre y cerco son las que dirigen su capturas a especies pelágicas que son EFM del PNIC (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). 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).

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 de la Isla del Coco (Rojas *et al.* 2000; Whoriskey *et al.* 2011). Entre esas 18 especies, se encuentran la cabrilla (*Epinephelus itajara*) y el tiburón martillo (*S. lewini*), ambas en peligro de extinción (Baum *et al.* 2007; Craig, 2011). 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, 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).

En la ZEE del Pacífico de Costa Rica ocurren actividades de pesca ilegal; por ejemplo, se ha reportado la utilización de dispositivos de agregación (FAD por sus siglas en inglés: *fish aggregation devices*) para la pesca de atún (se estima el uso de 800 *sets* entre el 2002 y el 2011), y la existencia de más embarcaciones en el agua que de licencias otorgadas (Arias & Pressey, 2016). También, el área marina del PNIC (que comprende 201.153 ha) es constantemente víctima de la pesca ilegal (Arias & Pressey, 2016; López-Garro *et al.* 2016). Entre el 2012 y el 2014, se decomisaron más de 500 km de líneas de pesca dentro del PNIC (López-Garro *et al.* 2016). El personal del PNIC realiza constantes esfuerzos de control y protección en la isla, que incluyen la recopilación de hallazgos (p. ej., líneas de pesca y bollas), decomisos directos a pescadores y de información acerca de la intensidad de la actividad de pesca ilegal en la isla (Maikel Pérez, com. pers.).

Aunque es lógico de suponer que las pesquerías de cerco y palangre que operan en las cercanías del PNIC (así como la pesca ilegal que ocurre dentro de esta AMP) impactan negativamente a ciertas poblaciones de pelágicos que protege el PNIC, hace falta cuantificar dicha amenaza. Para esto, es necesario realizar investigación para determinar el impacto de esta pesca sobre las especies pelágicas que son objetivo de pesca (y también sobre las especies que se pescan de manera incidental). Lo anterior, sin olvidar que muchas de estas especies son altamente migratorias, y frecuentemente cruzan múltiples límites geopolíticos que tienen diferente jurisdicción. Por lo tanto, las regulaciones y medidas de conservación enfocadas en estas especies deberían ser analizadas en el marco de convenciones, acuerdos y decretos regionales (p. ej.,

Decreto 38681, Plan de Investigación del Atún), que promuevan una mayor sostenibilidad de los recursos pesqueros.

4. IMPORTANCIA DEL PNIC EN LA PROTECCIÓN DE ESPECIES RESIDENTES DE ELASMOBRANQUIOS Y DE PECES ÓSEOS DE INTERÉS COMERCIAL (I.E., *MYCTEROPERCA OLFAX*)

-Amenazas: pesca ilegal, cambio climático.

-Necesidades: i) entender las dinámicas poblacionales y el uso de hábitat de estas especies residentes, ii) relacionar estos movimientos a parámetros físico-químicos y biológicos que se desprenden de la oceanografía espacial.

Las respuestas poblacionales de distintas especies pueden variar dependiendo de su historia de vida y de su vulnerabilidad particular ante amenazas como la pesca o el cambio climático. Para entender el rol del PNIC en la protección de especies residentes, es importante entonces estudiar la tendencia poblacional de diferentes especies residentes (Sibaja-Cordero, 2008; White *et al.* 2015). Definimos como residentes aquellas especies que pasan la mayoría de su vida en las aguas costeras de la Isla del Coco; tal es el caso de los tiburones asociados a los arrecifes, como por ejemplo, los tiburones punta blanca (*Triaenodon obesus*), punta negra (*Carcharhinus limbatus*), y punta plateada (*Carcharhinus albimarginatus*) (White *et al.* 2015). La raya mármol (*Taeniura meyeni*) se observa en la isla durante todo el año (Sibaja-Cordero, 2008), y parece tener poblaciones residentes (obs. pers.).

Se espera que las tendencias poblacionales de algunas de las especies residentes se vean afectadas principalmente por: el cambio climático, la pesca ilegal dentro del PNIC, o ambas amenazas. Sin embargo, la presión pesquera que se da fuera de los límites del PNIC no parece ser una amenaza fuerte para estas especies, debido a sus reducidos rangos de distribución (Sibaja-Cordero, 2008; White *et al.* 2015). Por ejemplo, el tiburón punta blanca de arrecife (*T. obesus*) uno de los tiburones más abundantes en las bahías del PNIC, tiene una mortalidad por sobrepesca nula (Zanella *et al.* 2015). En el PNIC *T. obesus* tiene una tendencia hacia el decline después de los eventos de “El Niño”, lo cual se cree podría estar relacionado a la repercusión de estos eventos sobre las formaciones de coral y por lo tanto, en las dinámicas tróficas que ocurren en estos ecosistemas (Sibaja-Cordero 2008).

Otras especies con poblaciones residentes en la isla como el tiburón punta negra (*C. limbatus*) y el punta plateada (*C. albimarginatus*), sí son especies asociadas a pesca de palangre y de cerco en la ZEE de Costa Rica (Rojas *et al.* 2000; Whoriskey *et al.* 2011). Sin embargo, estas especies no se encontraron en las líneas ilegales de pesca decomisadas por los guardaparques dentro de los límites del PNIC, durante 2012-2014 (López-Garro *et al.* 2015). *Carcharhinus limbatus* no parece tener un decline en el PNIC, y su ocurrencia no parece verse afectada por los eventos de “El Niño” (Sibaja-Cordero, 2008; White *et al.* 2015). Por el contrario, *C. albimarginatus* si presenta declines en el PNIC y tiende a ser menos avistado durante eventos climáticos del “El Niño” (Sibaja-Cordero, 2008; White *et al.* 2015). Por otro lado, el PNIC alberga especies como la cabrilla (*Mycteroperca olfax*), que en el pasado (antes de la ampliación de los límites del parque) fue un objetivo importante de la pesca (Isaac Chinchilla, com. pers.).

Es importante entonces conocer las tendencias poblacionales de especies residentes de tiburones y peces óseos que pueden ser objetivo incidental u objetivo blanco de la pesca ilegal, en un contexto en donde las poblaciones también oscilan debido a eventos de “El Niño”. Con datos de estas especies, el PNIC puede demostrar su importancia a nivel nacional e internacional en dos aspectos: i) la protección de especies que se encuentran cercanas a estar en peligro de extinción

(i.e., categorías de vulnerable (p. ej. *C. albimarginatus*) o casi amenazada (p. ej., *C. limbatus*), en la lista roja de especies de la UICN), y ii) la importancia del PNIC como sitio reservorio y de producción de juveniles de especies de interés comercial, como la cabrilla (*M. olfax*).

5. INVESTIGACIÓN RELACIONADA AL PLAN DE ERRADICACIÓN DE ESPECIES INVASORAS: A) MEJOR CARACTERIZACIÓN DE LA AMENAZA SOBRE ESPECIES ENDÉMICAS (E.G., AVES Y REPTILES), B) INVESTIGACIÓN PARA LA ADECUADA IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN DE ERRADICACIÓN, Y C) DETERMINACIÓN DE SI HAY UNA AMENAZA DE ESPECIES MARINAS INVASORAS.

Amenaza: especies introducidas terrestres, y potencialmente especies introducidas marinas.

Necesidades: i) comprender mejor la amenaza y ii) tener insumos necesarios para la implementación del plan de erradicación de especies terrestres.

En el PNIC sobreviven en la actualidad cinco especies de mamíferos introducidos: el venado colablanca (*Odocoileus virginianus*), el cerdo (*Sus scrofa*), el gato (*Felis catus*), la rata negra (*Rattus rattus*), y la rata café (*R. norvegicus*) (Montoya, 2016). Una de las principales preocupaciones que genera la presencia de especies exóticas en la Isla del Coco, es el posibles efecto que esta pueda tener sobre la fauna autóctona de la isla. Por ejemplo, se cree que los cerdos y venados podrían estar impidiendo la regeneración forestal de ciertas partes de la isla que fueron deforestadas (debido a la erosión que causan los cerdos y al forrajeo sobre plántulas por parte de los venados) (Sierra, 2001a; Madriz, 2009). También, se ha logrado documentar que los gatos y las ratas depredan aves endémicas (p. ej., *Coccyzus ferrugineus* y *Pinaroloxias inornata*) y migratorias (p. ej., *Gygis alba* y *Sula* spp.), el gecko endémico (*Sphaerodactylus pacificus*), la lagartija endémica (*Norops townsendi*) y posiblemente el crustáceo endémico (*Johngarthia cocoensis*) (Gómez, 2007; Madriz, 2009; Montoya, 2016).

Cabe mencionar que la mayoría de los efectos de los mamíferos introducidos sobre la fauna autóctona, o los ecosistemas de la isla, se han descrito de manera indirecta o anecdóticamente. Por ejemplo, no se sabe el efecto de las ratas y gatos sobre las poblaciones de especies de aves endémicas ni migratorias (p. ej., el porcentaje de nidos/huevos/polluelos depredados). Aunque los estudios realizados hasta el momento dan una primera aproximación sobre los potenciales impactos de estas especies en la isla, es necesario contar con datos que demuestren los efectos de las especies introducidas sobre la fauna y flora autóctona de la isla. Estos datos son necesarios para justificar programas de erradicación de estas especies, y en caso de que los programas se llevaran a cabo, es deseable tener datos pre y post-erradicación para determinar el impacto de dicha medida de conservación.

Recientemente, se desarrolló un plan de manejo específico para el control de especies exóticas invasoras de mamíferos en el PNIC (SINAC, 2017b). Dicho plan contempla la erradicación de las cinco especies de mamíferos, en tres etapas: i) el cerdo (*Sus scrofa*) y el venado (*Odocoileus virginianus*), ii) el gato feral (*Felis catus*), y iii) los roedores (*Rattus rattus* y *R. norvegicus*). Dicho plan involucra investigación durante etapas de pre-erradicación, erradicación, y post-erradicación. En la etapa de pre-erradicación, se recomienda actualizar las estimaciones de los tamaños poblacionales, así como variaciones de densidad de las especies introducidas a lo largo de la isla, para dirigir los esfuerzos de cacería, trampeo, y envenenamiento. Además, se recomienda investigar los posibles efectos del rodenticida en especies no blanco (p. ej., peces y cangrejos); para asegurarse de no afectar a otras especies durante la erradicación de roedores.

En el PNIC existen otras especies introducidas, o que aún no se sabe si lo son, que podrían estar

teniendo algún efecto sobre la diversidad autóctona de la isla; por lo que es importante generar información al respecto. Por ejemplo, el gecko asiático (*Hemidactylus frenatus*) se comenzó a observar recientemente en las instalaciones de guardaparques del PNIC (Villegas-Retana *et al.* 2015). También, la mayoría de las 19 especies de hormigas de la Isla del Coco son introducidas, y algunas de estas son agresivas y podrían excluir a otras hormigas e insectos nativos (Montoya, 2016). Por último, se ha detectado que algunas especies de Lepidoptera (u otros insectos) están atacando las semillas del Palo de Hierro (*Sacoglottis holdridgei*), y no se sabe si alguna de estas especies es introducida.

Los ecosistemas terrestres de la isla no son los únicos que preocupan en cuanto a especies no autóctonas (invasoras o introducidas). A nivel mundial, la tasa de especies marinas invasoras ha aumentado durante las últimas décadas (Seebens *et al.* 2013); además, se prevé que variaciones climáticas que podrían ocurrir en un futuro cercano, permitirían a ciertas de esta especies moverse hacia nuevas zonas con mayor facilidad (Keith *et al.* 2015). Debido a lo anterior, este tema empieza a percibirse como una amenaza para la fauna marina del PNIC, y por lo tanto surge como necesidad el empezar a caracterizar dicha amenaza. En el PNIC, ya se realizó el primer muestreo de especies marinas invasoras en agosto del 2017. Se espera que los resultados de dichos muestreos estén disponibles en el corto plazo, y estos indicarán futuras acciones a seguir con respecto a esta necesidad de investigación.

6. ROL DEL PNIC EN LA PROTECCIÓN DE ESPECIES DE CORALES IMPORTANTES PARA EL PACÍFICO TROPICAL ORIENTAL BAJO UN CONTEXTO DE CAMBIO CLIMÁTICO.

-Amenaza: cambio climático.

-Necesidades: prever los impactos del cambio climático sobre los corales de la Isla del Coco e identificar refugios climáticos.

Los corales del Pacífico costarricense se han visto impactados por factores de origen natural y antropogénicos, y en combinación con los cambios esperados en el clima (p. ej., temperaturas más altas y acidificación del océano) se esperan mayores perturbaciones (Cortés *et al.* 2016). Sin embargo, se ha observado que la recuperación se da más rápido en corales expuestos a impactos antropogénicos mínimos (p. ej., en Isla del Coco), comparados con corales en áreas con mayores impactos (p. ej., Bahía Culebra e Isla del Caño) (Cortés *et al.* 2016).

Después de los fenómenos de “El Niño” de 1982-1983 y 1987-1988, se observó blanqueamiento en la mayoría de los corales de la Isla del Coco (Guzman & Cortés, 1992; Guzman & Cortés, 2006). Entre 1997 y 2002, la cobertura de coral vivo en algunos de los sitios que habían sido afectados, aumentó hasta en un 58% (Guzman & Cortés, 2006). Se cree que la recuperación de los corales se dio debido a dos principales causas: i) la reproducción sexual de organismos de las pocas colonias sobrevivientes de las principales especies constructoras de coral de la isla, *Porites lobata* y *Pavona* spp., y ii) la colonización por parte de larvas de otras especies que llegaron a la isla desde corales remotos (Guzmán & Cortés, 2006). Por ejemplo, la especie *Leptoseris scabra* (especie común en los arrecifes de la isla hoy en día) fue observada por primera vez en la Isla del Coco en 1990 y la población más cercana se encuentra a cientos de kilómetros de la isla (Guzman & Cortés, 2006).

Ante eventuales eventos de calentamiento, los diversos hábitats y condiciones ambientales del Pacífico Tropical Oriental, podrían influir en que las larvas de algunas especies de coral sobrevivan en ciertos sitios (refugios) (Glynn & Colley, 2009). Las poblaciones que sobrevivan en estos refugios, podrían servir de fuente para repoblar las colonias de corales degradadas, ya que la variedad de corrientes superficiales podrían promover un alto grado de conectividad entre las

localidades del Pacífico Tropical Oriental. Es probable, que las características reproductivas de las especies de corales dominantes en la región del Pacífico Tropical Oriental, en combinación con la oportunidad de colonizar diversos ambientes, ayuden a los corales de la región a resistir los desafíos ambientales del cambio climático (Glynn & Colley, 2009).

7. SISTEMATIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN DEL PNIC.

-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 a la Isla del Coco (además de otro tipo de publicaciones dirigidas al público general). Una de las ideas que surgen, es que esta plataforma se podría mantener actualizada de manera que toda la información esté accesible y sistematizada. Esto quizás se podría lograr a través del Trabajo Comunal Universitario (TCU) que realicen estudiantes de las carreras de Bibliotecología, Informática, Biología y afines, a través de un convenio específico con la Universidad de Costa Rica.

8. INVESTIGACIÓN NECESARIA PARA LA GESTIÓN SOSTENIBLE DEL TURISMO MARINO EN EL PNIC.

-Amenaza: posible impacto del turismo en el comportamiento de especies, o en los corales y otros elementos biológicos del sustrato.

-Necesidades: contar con información actualizada y continua, acerca de los posibles impactos del turismo en los Elementos Focales de Manejo relacionados a la actividad de buceo.

La actividad principal que se da en el PNIC es la del turismo de buceo recreativo (SINAC, 2018b). Por esta razón, es necesario generar información para tomar medidas que garanticen que la forma e intensidad con que se realiza esta actividad no afecte negativamente a los EFM marinos. En ese sentido, el PNIC ha estado trabajando en tiempos recientes en la elaboración y puesta en práctica de un protocolo de monitoreo del impacto del turismo marino (*i.e.*, buceos). Dicho protocolo cuenta con varios indicadores, y para algunos de ellos se cuenta ya con una base de datos de varios años (p. ej., impactos visuales, presencia y conteo de 20 especies focales, e interacción turista-animal) (Roberto Cubero com. pers.). Es necesario realizar esfuerzos por sistematizar y analizar dicha información, ya que esto permitirá tomar medidas que velen por que el turismo de buceo recreativo tenga pocos impactos en la isla; y además, esto servirá como base para la determinación de un mejor manejo del flujo de visitantes.

9. INVESTIGACIÓN DE BIODIVERSIDAD EN GENERAL EN EL PNIC.

-Amenaza: No aplica.

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

La investigación básica (*i.e.*, sin aplicación inmediata o clara sobre la gestión del ACMC) acerca de la biodiversidad de la Isla del Coco siempre es importante para el ACMC. Además, por ley, la investigación básica es una de las actividades que se debe de permitir en el Patrimonio Natural del

Estado (SINAC, 2018b). Este tipo de investigación es importante y necesaria para posicionar al ACMC mundialmente (p. ej., con listados amplios y actualizados de especies endémicas), demostrar su importancia biológica dentro del Pacífico Tropical Oriental y como sitio Patrimonio Mundial de la Humanidad. Además, la investigación básica a menudo encuentra resultados incidentales que son de importancia para la gestión, aunque ese no fuera su objetivo original (ver SINAC 2018a).

10. INVESTIGACIÓN NECESARIA PARA UNA CORRECTA GESTIÓN DEL LEGADO HISTÓRICO-CULTURAL PRESENTE EN EL PNIC.

-Amenazas: desconocimiento y potencial pérdida del bagaje histórico y cultural del PNIC.

-Necesidades: contar con información publicada y accesible del legado histórico-cultural del PNIC.

El PNIC, por su condición de isla y por contar con una posición estratégica dentro del Océano Pacífico, cuenta con una riqueza histórica y cultural extraordinaria (SINAC, 2018b). Aunque esta información ha sido documentada, muy poca se encuentra accesible al público en términos de publicaciones permanentes, como lo son artículos científicos o libros de texto. Una persona que ha dedicado gran esfuerzo a la recopilación de esta información es Robert Chaverri; sin embargo, es necesario apoyar estos esfuerzos para que dicha información sea publicada y hecha accesible.

IMPLEMENTACIÓN

A continuación, se presenta la matriz que resume los objetivos de investigación del PNIC para los próximos cinco años, así como las actividades generales y específicas que pueden ayudar a alcanzar estos objetivos (Cuadro 2). Estas actividades, relacionadas a la investigación, se agrupan en cinco 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, 4) Generar información respecto a las especies exóticas de vertebrados terrestres del PNIC, y 5) 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 3). En la matriz que resume el Plan de Investigación (Cuadro 2), 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. También es importante mencionar que algunas de las actividades presupuestadas para este Plan de Investigación, responden también a necesidades para el Área Marina de Manejo Montes Submarinos (*i.e.*, las actividades de investigación regionales), y por lo tanto, estarían solventando necesidades de información para ambas áreas protegidas del APMC.

Cuadro 2. Estrategias y objetivos de investigación para el PNIC, 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 Generar información para prevenir la pesca ilegal, conocer las tendencias espacio-temporales de esta actividad, y demostrar los impactos de la gestión del PNIC en la reducción de esta amenaza. | Actividad 1.1.1 Continuar con la generación y sistematización de datos sobre la composición de la pesca ilegal, y las artes utilizadas, a partir de los decomisos y hallazgos realizados por funcionarios del ACMC. | Actividad 1.1.1.1 Actualizar el estudio de pesca ilegal en el PNIC (ver López-Garro <i>et al.</i> , 2015) utilizando los datos generados en los patrullajes y decomisos realizados desde agosto del 2014 en adelante. Este análisis de datos debe realizarse de forma periódica y compararse con periodos anteriores. | Misión Tiburón; FAICO; CI | Administrador del PNIC; Encargado del Programa de Prevención, Control y Protección Marino y Guardaparques que trabajan en Control y Protección | \$15 000 anual |
| | Actividad 1.1.2 Caracterizar y monitorear el flujo y atraco de embarcaciones pesqueras internacionales, según el Plan de Prevención, Control, y Vigilancia y las plataformas digitales correspondientes. | Actividad 1.1.2.1 Gestionar financiamiento o alianzas para adquirir las imágenes satelitales correspondientes. | NOAA; MarViva; PACÍFICO; FAICO | Gerencia y Dirección del ACMC | \$1 500 cada imagen |
| | | Actividad 1.1.2.2 Recopilar y analizar los datos satelitales del flujo de embarcaciones pesqueras, provenientes de las plataformas | FAICO; ACRXS; PACÍFICO | | \$5 000 anual |

| | | | | | |
|--|--|--|--|--|---------------|
| | | digitales existentes. | SIGMAR-CIMAR | | |
| | | Actividad 1.1.2.3 Ligar la información pesquera (patrones espaciales y temporales de esta actividad) con parámetros ambientales y oceanográficos. | NOAA; FAICO; MarViva; PACÍFICO; CI; CIMAR | | \$8 000 |
| | | Actividad 1.1.2.4 Sistematizar y monitorear anualmente el número de licencias de pesca de avanzada. | INCOPESCA; MAG; MarViva | | \$3 000 anual |
| Objetivo 1.2 Evaluar la adaptabilidad y vulnerabilidad de los arrecifes coralinos y el bosque nuboso ante el impacto del Cambio Climático. | Actividad 1.2.1 Caracterizar la conectividad de especies formadoras de arrecifes a nivel regional (Pacífico Tropical Oriental), para identificar sitios que funcionen como reservorios de larvas, como medida de adaptación al Cambio Climático. | Actividad 1.2.1.1 Caracterizar la dispersión de larvas formadores de arrecifes en el Pacífico Tropical Oriental, con base en información sobre las corrientes oceanográficas y la historias de vida de estas especies. | CIMAR; Fundación Charles Darwin; FAICO; Smithsonian Tropical Research Institute; CMAR; PACÍFICO | Administrador del PNIC y Gerencia del ACMC | \$10 000 |

| | | | | | |
|---|--|---|---|--|----------|
| | | Actividad 1.2.1.2 Caracterizar el flujo genético entre las poblaciones de corales formadoras de arrecife en distintos ecosistemas arrecifales del Pacífico Tropical Oriental. | CIMAR; Fundación Charles Darwin; FAICO; Smithsonian Tropical Research Institute; CMAR; PACÍFICO | Administrador del PNIC y Gerencia del ACMC | \$10 000 |
| | Actividad 1.2.2 Caracterizar los impactos del calentamiento global sobre el bosque nuboso. | Actividad 1.2.2.1 Caracterizar los cambios en el follaje y la composición del bosque nuboso. | Instituto Tecnológico de CR (TEC); FAICO | Administrador del ACMC | \$5 000 |
| Objetivo 1.3 Contar con datos más detallados sobre los parámetros físico-químicos del PNIC, para utilizar esta información en estudios que requieran este nivel de detalle, tanto en el ambiente marino como el terrestre (p.ej., para comprender como estos parámetros | Actividad 1.3.1 Generar información de parámetros físico-químicos en los ambientes terrestres y marinos. | Actividad 1.3.1.1 Promover la creación de estaciones climáticas para medir parámetros físico-químicos oceanográficos y terrestres, a través de la adquisición de equipo para el ACMC. | CIMAR; UCR | Gerencia del ACMC y Administrador del PNIC | \$20 000 |
| | Actividad 1.3.2 Poner a disposición la información detallada de los parámetros físico-químicos para caracterizar el efecto de estas variables sobre los patrones de abundancia y distribución de | Actividad 1.3.2.1 Promover estudios que determinen el efecto de parámetros físico-químicos sobre los patrones de distribución temporal y espacial (vertical y horizontal) de especies pelágicas, así como de su | CIMAR; Billfish Research Project; Department of Biology; | Gerencia del ACMC y Administrador del PNIC | \$20 000 |

| | | | | | |
|---|---|--|---|--|----------|
| afectan la presencia y distribución de especies pelágicas, y el comportamiento de la flota pesquera). | especies pelágicas que son EFM del ACMC. | abundancia relativa en el PNIC. Énfasis en: elasmobranquios, atunes, y picudos. | University of Victoria, Canada | | |
| Objetivo 1.4 Contar con información actualizada que permita regular la actividad turística marina. | Actividad 1.4.1 Promover la realización de un estudio de flujo de visitantes en los sitios de buceo del PNIC, para garantizar que se mantengan los atributos de los EFM. | Actividad 1.4.1.1 Promover la realización de un estudio de flujo de visitantes, tomando en cuenta los indicadores relacionados con impacto y frecuencia de uso de sitios de buceo (Protocolo de Monitoreo del Impacto del Turismo Marino), para actualizar las regulaciones en este tema. | ACRXS; FAICO | Gerencia del ACMC y Encargado del Programa de Turismo Sostenible | \$15 000 |
| Estrategia 2. Negociar procesos de coordinación interinstitucional y convenios estatégicos para la generación de información. | | | | | |
| Objetivo 2.1 Aumentar la participación 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 | 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 (<i>p.ej.</i> atún y tiburón | MarViva; INCOPECA; PNUD (plataforma de pelágicos); Fins Attached | Director y Gerente del ACMC | \$3 000 |

| | | | | | |
|--|--|---|----------------------------------|------------------------------------|----------------|
| <p>gestión adecuada de este recurso.</p> | | <p>sedoso).</p> <p>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.),</p> <p>iii) Que SINAC tenga acceso a la información generada (tanto datos crudos como los respectivos análisis), y</p> <p>iv) Que se utilice la información generada para definir cuotas de pesca, vedas (temporales y espaciales) y tallas mínimas de captura.</p> <p>v) Recomendar el uso de nuevas tecnologías para obtener esta información.</p> | | | |
| | <p>Actividad 2.1.2 Participar activamente en otros procesos de coordinación para que se genere la información necesaria.</p> | <p>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).</p> | <p>CI; FAICO; ACRXS; MarViva</p> | <p>Director y Gerente del ACMC</p> | <p>\$3 000</p> |

| | | | | | |
|---|--|--|----------------------|---|---------|
| Objetivo 2.2 Promover la generación de información de utilidad para el PNIC, mediante convenios de cooperación específicos. | Actividad 2.2.1 Desarrollar y/o actualizar convenios de cooperación que faciliten la investigación necesaria para la gestión del PNIC, y se reduzcan los costos asociados. | Actividad 2.2.1.1 Consolidar alianzas estratégicas en la red de colaboración del ACMC, para la implementación del Plan de Investigación. | - | Gerencia del ACMC | \$3 000 |
| | Actividad 2.2.2 Desarrollar convenios de cooperación para lograr el análisis de distintas series de datos que genera el ACMC. | Actividad 2.2.2.1 Buscar alianzas con universidades para que estudiantes (i) realicen tesis o prácticas profesionales, y (ii) apoyen con el análisis de datos generados por los funcionarios del PNIC (p. ej., datos del Protocolo de Monitoreo del Impacto del Turismo Marino; datos de hallazgos y decomisos del Programa de Control y Protección, y datos de PRONAMEC). | UCR; UNA; UTN; FAICO | Encargado del Programa de Turismo Marino Sostenible | \$1 000 |
| Estrategia 3. Evaluar la condición de los Elementos Focales de Manejo priorizados. | | | | | |
| Objetivo 3.1 Generar información que permita conocer las tendencias espacio-temporales de los EFM priorizados, que | Actividad 3.1.1 Caracterizar las tendencias temporales en la abundancia y composición de elasmobranquios (tiburones y rayas; p.ej., tiburón punta negra del Indo-Pacífico) y otros | Actividad 3.1.1.1 Iniciar el monitoreo de tiburones y rayas en el PNIC, utilizando cámaras remotas (estéreo-video) y censos visuales submarinos (i.e., protocolo existente en pináculos rocosos). | CIMAR; FAICO | Administrador | \$5 000 |

| | | | | | |
|--|--|--|--|--|----------------------|
| <p>permita mejorar la gestión, y que a su vez funcione como demostración del impacto de los esfuerzos de gestión del ACMC.</p> | <p>pelágicos (atunes, tortugas, etc.) dentro del PNIC.</p> | <p>Actividad 3.1.1.2 Analizar anualmente los datos del monitoreo de las 20 especies focales del Protocolo de Monitoreo del Impacto del Turismo.</p> | <p>CIMAR; CMAR; FAICO</p> | <p>Encargado del Programa de Turismo Sostenible</p> | <p>\$2 000 anual</p> |
| | | <p>Actividad 3.1.1.3 Continuar el monitoreo de elasmobranquios (tiburones y rayas) en el PNIC mediante censos visuales en buceos turísticos (datos colectados por UnderSea Hunter), con posibilidades de robustecer el protocolo.</p> | <p>UnderSea Hunter Group; Department of Biology; University of Victoria, Canada; CIMAR</p> | | <p>\$3 000</p> |
| | | <p>Actividad 3.1.1.4 Iniciar un monitoreo de elasmobranquios y otros EFM (por definir) mediante la participación voluntaria de turistas en los grupos de buceo. Este monitoreo será diseñado por el ACMC con el apoyo de aliados, para complementar el protocolo de otras iniciativas de monitoreo existentes.</p> | <p>Okeanos; UnderSea Hunter Group; CIMAR; FAICO</p> | <p>Administrador del ACMC y Encargado del Programa de Turismo Sostenible</p> | <p>\$5 000</p> |
| | | <p>Actividad 3.1.1.5 Promover estudio de la abundancia poblacional de los tiburones punta blanca (<i>Triaenodon obesus</i>) y punta negra (<i>Carcharhinus</i>)</p> | <p>Misión Tiburón; CREMA; FAICO</p> | <p>Gerencia del ACMC</p> | <p>\$30 000</p> |

| | | | | | |
|--|--|---|--|-------------------------|---------|
| | | <p><i>limbatus</i>) a lo largo del tiempo. Por ejemplo, a partir de estudios de captura/recaptura que aprovechen el esfuerzo existente en el marcaje acústico.</p> | | | |
| | | <p>Actividad 3.1.1.6 Estimar el tamaño actual de la población de tiburones tigre (<i>Galeocerdo cuvier</i>) en el PNIC, e identificar sitios y épocas del año en donde estos tiburones son más frecuentes (o se tienden a congregarse). Esto con el fin de i) tener una mayor certeza del tamaño de la población actual, ii) detectar si el número de tiburones tigre en la isla continúa aumentando, iii) identificar sitios con una mayor densidad de tiburones, y iv) desarrollar mejores protocolos de seguridad al bucear.</p> | CIMAR | Administración del APMC | \$5 000 |
| | <p>Actividad 3.1.2 Determinar los movimientos (verticales y horizontales) y fidelidad de especies pelágicas en el PNIC, con el fin de entender mejor la ecología espacial de las especies que continúan siendo amenazadas por la presión</p> | <p>Actividad 3.1.2.1 Promover a nivel regional, la colecta de datos de “recapturas” en tours de buceo, para especies pelágicas del PNIC cuyos individuos se pueden distinguir mediante foto-identificación (p. ej. tiburón ballena <i>Rhincodon typus</i>, tiburón tigre <i>Galeocerdo cuvier</i>,</p> | Okeanos; UnderSea Hunter Group; Fundación Charles Darwin; CIMAR; Smithsonian | Gerencia del APMC | \$5 000 |

| | | | | |
|--|--|---|--------------------------|-----------------|
| <p>pesquera; principalmente: tiburón martillo (<i>Sphyrna lewini</i>), tiburón sedoso (<i>Carcharhinus falciformis</i>), tiburón silverado (<i>C. albigmarginatus</i>); picudos y atunes; además de otros elasmobranchios como el tiburón ballena (<i>Rhincodon typus</i>) las manta rayas y gaviñanas (géneros <i>Mobula</i>, <i>Manta</i> y <i>Aetobatus</i>). Lo anterior, para identificar sitios críticos de paso o agregación que no se encuentren protegidos.</p> | <p>manta raya <i>Manta birostris</i>).</p> | <p>Tropical Research Institute</p> | | |
| | <p>Actividad 3.1.2.2 Determinar los movimientos migratorios (gran escala) y uso del hábitat/profundidad, de especies pelágicas (p. ej., mediante el uso de telemetría acústica y satelital) en el ACMC y a nivel regional.</p> | <p>CREMA; Misión Tiburón; Billfish Research Project; CIMAR; MIGRAMAR; CMAR; FAICO; PACÍFICO; CI</p> | <p>Gerencia del ACMC</p> | <p>\$30 000</p> |
| | <p>Actividad 3.1.2.3 Generar información acerca de la residencia de elasmobranchios, atunes y picudos en el PNIC, cuándo dejan la isla y a dónde se mueven; además de caracterizar cómo influyen algunos factores ambientales y biológicos (tamaño, sexo, estadio de madurez) en estos patrones de movimiento.</p> | <p>Fins Attached; Misión Tiburón; Billfish Research Project; FAICO; CIMAR; MIGRAMAR; CMAR; PACÍFICO; CI</p> | <p>Gerencia del ACMC</p> | <p>\$30 000</p> |

| | | | | | |
|--|---|--|--|---|-----------------|
| | <p>Actividad 3.1.3 Caracterizar las interacciones tróficas de las distintas especies de tiburones, para comprender mejor las implicaciones de sus poblaciones sobre otros elementos del arrecife.</p> | <p>Actividad 3.1.3.1 Promover la realización de estudios que modelen las interacciones tróficas entre las especies de tiburones (p.ej., mediante técnicas de isótopos estables).</p> | <p>CIMAR; MIGRAMAR; CONAGEBIO; UCR</p> | <p>Gerencia del ACMC</p> | <p>\$10 000</p> |
| | <p>Actividad 3.1.4 Determinar la biomasa de especies pelágicas (principalmente de tiburones martillo, tiburón sedoso y atunes) de interés comercial o <i>bycatch</i> en el PNIC.</p> | <p>Actividad 3.1.4.1 Promover la realización de estudios que estimen la biomasa de especies pelágicas en el PNIC y la ZEE (p.ej., mediante el equipamiento de embarcaciones turísticas, o de investigación con sonares).</p> | <p>FECOP INA (proyecto pesca de atún); FAICO; Fins Attached; CIMAR; UnderSea Hunter Group; Okeanos; ACRXS</p> | <p>Dirección y Gerencia del ACMC</p> | <p>\$70 000</p> |
| | | <p>Actividad 3.1.4.2 Utilizar los datos de las tallas estimadas a través de los censos visuales que están realizando los funcionarios del PNIC para cálculos de biomasa.</p> | <p>CIMAR</p> | <p>Administrador y Encargado del Programa de Turismo Sostenible</p> | <p>\$3 000</p> |

| | | | | | |
|--|--|---|---|-----------------------------------|----------|
| Objetivo 3.2 Contar con información publicada del legado histórico y cultural del PNIC. | Actividad 3.2.1 Publicar la información existente del legado histórico-cultural del PNIC. | Actividad 3.2.1.1 Identificar una editorial interesada en publicar la información que ya ha sido recopilada. | ACRXS; CI; FAICO; UCR; Robert Chaverri | Dirección y Gerencia del APMC | \$5 000 |
| | | Actividad 3.2.1.2 Caracterizar las embarcaciones hundidas en Bahía Chatham (similar a como se hizo en Bahía Wafer) e identificar una editorial interesada en publicar dicha información. | FAICO; Omar Fernández y Claudio Lozano | Dirección y Gerencia del APMC | \$7 000 |
| Estrategia 4. Generar información respecto a las especies exóticas de vertebrados terrestres del PNIC. | | | | | |
| Objetivo 4.1 Determinar el efecto de especies introducidas sobre otras especies nativas y ecosistemas del PNIC. | Actividad 4.1.1 Generar información de dieta, distribución espacial, y abundancia de las especies exóticas de mamíferos. | Actividad 4.1.1.1 Promover la realización de estudios para estimar el tamaño poblacional, distribución espacial y la dieta (p.ej., mediante isótopos estables) de los chanchos y venados en la Isla del Coco y su efecto sobre especies vegetales y el ecosistema en general. | ACRXS; MAPCOBIO | Gerencia del APMC y Administrador | \$20 000 |
| | | Actividad 4.1.1.2 Promover la realización de estudios para estimar el tamaño poblacional, distribución espacial y la dieta de los gatos asilvestrados en la Isla del Coco y su | ACRXS; UCR; UNA; ICOMVIS; UCR; FAICO | Gerencia del APMC y Administrador | \$20 000 |

| | | | | | |
|--|--|--|--------------------------|-----------------------------------|----------|
| | | efecto para las especies endémicas de reptiles (<i>Norops townsendi</i> , y <i>Sphaerodactylus pacificus</i>) y aves (<i>Coccyzus ferrugineus</i> y <i>Pinaroloxias inornata</i>); y para las aves marinas residentes (p.ej., <i>Gygis alba</i> y <i>Sula</i> spp). | | | |
| | | Actividad 4.1.1.3 Promover la realización de estudios para estimar el tamaño poblacional, distribución espacial y la dieta de las ratas (<i>Rattus</i> spp.) en la Isla del Coco y su efecto en las especies endémicas de aves, lagartijas, y el crustáceo endémico (<i>Johngarthia cocoensis</i>); así como en las aves marinas que anidan en la isla. | ACRXS; UCR; UNA; ICOMVIS | Gerencia del APMC y Administrador | \$20 000 |
| | Actividad 4.1.2 Generar información de la distribución espacial y abundancia del gecko asiático <i>Hemidactylus frenatus</i> . | Actividad 4.1.2.1 Promover la realización de estudios para estimar el tamaño poblacional y la distribución espacial del gecko asiático (<i>Hemidactylus frenatus</i>), y determinar las posibilidades para su erradicación, además de generar recomendaciones para evitar su reintroducción. | ACRXS; UCR; UNA; ICOMVIS | Gerencia del APMC y Administrador | \$5 000 |

| | | | | | |
|---|--|--|-----------------------------------|-----------------------------------|------------------|
| | Actividad 4.1.3 Generar información de potenciales especies introducidas de artrópodos terrestres. | Actividad 4.1.3.1 Promover la realización de estudios para determinar cuáles especies de Lepidoptera (u otros insectos) están atacando las semillas del Palo de Hierro (<i>Sacoglottis holdridgei</i>), y si hay alguna de estas que es introducida. | Instituto Tecnológico de CR (TEC) | Gerencia del ACMC y Administrador | \$6 000 |
| | | Actividad 4.1.3.2 Promover la realización de estudios para caracterizar la mirmecofauna introducida, su abundancia, distribución espacial, y su potencial efecto sobre otros artrópodos. | UCR; UNA; ICOMVIS | Gerencia del ACMC y Administrador | \$15 000 |
| Objetivo 4.2 Generar la información necesaria para implementar el Plan de Erradicación de especies exóticas de mamíferos. | Actividad 4.2.1 En caso de implementarse el Plan de Erradicación de especies exóticas de mamíferos, generar la información necesaria de cada fase de erradicación. | Actividad 4.2.1.1 Generar la información necesaria para las primeras fases de erradicación de mamíferos, según el Plan de Erradicación (SINAC 2017). | ACRXS; GECI | Gerencia del ACMC y Administrador | \$20 000 |
| Estrategia 5. Gestión de la información | | | | | |
| Objetivo 5.1 Contar con información actualizada de los listados de | Actividad 5.1.1 Continuar apoyando la investigación sobre la biodiversidad en general, así | Actividad 5.1.1 Apoyar a los investigadores con la logística y hospedaje en el PNIC, según los | FAICO | Administrador del ACMC | \$20 000 anuales |

| | | | | | |
|---|---|---|---|-------------------|-----|
| especies marinas y terrestres del PNIC. | como de los ecosistemas marinos y terrestres del PNIC. | permisos de investigación otorgados. | | | |
| Objetivo 5.2 Demostrar que el PNIC mantiene los atributos ecológicos clave que le otorgan la designación de Sitio Patrimonio Natural de la Humanidad. | Actividad 5.2.1 Generar la información necesaria para demostrar que el PNIC sigue manteniendo un valor de conservación al proteger agregaciones de grandes pelágicos, especialmente de tiburones martillo (<i>Sphyrna lewini</i>), sedoso (<i>Carcharhinus falciformis</i>), punta blanca (<i>Triaenodon obesus</i>), punta negra (<i>Carcharhinus limbatus</i>), tiburón ballena (<i>Rhincodon typus</i>), y varias especies de picudos; y al funcionar como un sitio reservorio de larvas de varias especies marinas. | Actividad 5.2.1.1 Utilizar los datos generados en la Estrategia 3 “Evaluar la condición de los Elementos Focales de Manejo priorizados”, para presentarlos como parte del informe a la UNESCO para cada período correspondiente. | - | | \$0 |
| | | Actividad 5.2.1.2 - Utilizar los datos generados con respecto a la Actividad 1.2.1 “Caracterizar la conectividad de especies formadoras de arrecifes a nivel regional” de la Estrategia 1, para presentarlos a la UNESCO en cada período correspondiente. | - | | \$0 |
| Objetivo 5.3 Sistematizar la información existente del PNIC, para que esta sea accesible para académicos, | Actividad 5.3.1 Lograr que la información científica que se genere en el PNIC quede accesible para su uso en la gestión. | Actividad 5.3.1.1 Solicitar a los investigadores utilizar la nueva guía para la elaboración de informes finales, según la Estrategia Nacional de Investigación (SINAC 2014) del SINAC. | - | Gerencia del APMC | \$0 |

| | | | | | |
|--|---|---|---|-------------------|----------|
| funcionarios del SINAC y público en general. | | Actividad 5.3.1.2 Promover que los investigadores proporcionen un resumen con los aspectos más importantes de su investigación, con el fin de producir material divulgativo de uso interno (ACMC, SINAC) y externo (p. ej., brochures para el turismo). | - | Gerencia del ACMC | \$0 |
| | Actividad 5.3.2 Generar una plataforma virtual para sistematizar la información científica que se genera en el PNIC (donde la información este organizada por tema y por EFM y que permita búsquedas por palabras clave y autores). | Actividad 5.3.2.1 Formalizar un convenio con la Fundación Charles Darwin para que dentro de su plataforma digital se pueda acceder a la información del ACMC. | Fundación Charles Darwin; FAICO | Gerencia del ACMC | \$2 000 |
| | | Actividad 5.3.2.2 Gestionar un convenio con la UCR, para que a través de un Trabajo Comunal Universitario (TCU) que realicen estudiantes de las carreras de Bibliotecología, Informática, Biología y afines, se procese y se mantenga actualizada la información del ACMC en una plataforma digital propia. | Universidad de Costa Rica (UCR); Área de Conservación Guanacaste (experiencia en diseño y mantenimiento de una plataforma virtual); FAICO | Gerencia del ACMC | \$1 000 |
| | | Actividad 5.3.2.3 Reunir la información técnica relevante del | UCR | Gerencia del ACMC | \$10 000 |

| | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|
| | | Área de Conservación (datos biológicos, fichas de especies e imágenes) en formato Darwin Core y prepararla para conectarla con el nodo de biodiversidad de SINIA (Plataforma para la gestión del conocimiento de información nacional sobre biodiversidad PGCIB), y producir un hub personalizado. | | | |
|--|--|--|--|--|--|

Cuadro 3. Cronograma de implementación de las actividades específicas, según objetivo, del Plan de Investigación del PNIC.

| Objetivos | Actividades específicas | Año de implementación | | | | |
|---|---|-----------------------|-----|-----|-----|------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Objetivo 1.1 Generar información para prevenir la pesca ilegal, conocer las tendencias espacio-temporales de esta actividad, y demostrar los impactos de la gestión del PNIC en la reducción de esta amenaza. | Actividad 1.1.1.1 Actualizar el estudio de pesca ilegal en el PNIC (ver López-Garro <i>et al.</i> , 2015) utilizando los datos generados en los patrullajes y decomisos realizados desde agosto del 2014 en adelante. Este análisis de datos debe realizarse de forma periódica y compararse con periodos anteriores. | 20% | 40% | 60% | 80% | 100% |
| | Actividad 1.1.2.1 Gestionar financiamiento o alianzas para adquirir las imágenes satelitales correspondientes. | 100% | | | | |

| | | | | | | |
|--|--|-----|-----|------|-----|------|
| | Actividad 1.1.2.2 Recopilar y analizar los datos satelitales del flujo de embarcaciones pesqueras, provenientes de las plataformas digitales existentes. | | 50% | 50% | | |
| | Actividad 1.1.2.3 Ligar la información pesquera (patrones espaciales y temporales de esta actividad) con parámetros ambientales y oceanográficos. | | | 50% | 50% | |
| | Actividad 1.1.2.4 Sistematizar y monitorear anualmente el número de licencias de pesca de avanzada. | 20% | 40% | 60% | 80% | 100% |
| Objetivo 1.2 Evaluar la adaptabilidad y vulnerabilidad de los arrecifes coralinos y el bosque nuboso ante el impacto del Cambio Climático. | Actividad 1.2.1.1 Caracterizar la dispersión de larvas formadores de arrecifes en el Pacífico Tropical Oriental, con base en información sobre las corrientes oceanográficas y la historias de vida de estas especies. | | | | | 100% |
| | Actividad 1.2.1.2 Caracterizar el flujo genético entre las poblaciones de corales formadoras de arrecife en distintos ecosistemas arrecifales del Pacífico Tropical Oriental. | | | | | 100% |
| | Actividad 1.2.2.1 Caracterizar los cambios en el follaje y la composición del bosque nuboso. | | | | 50% | 50% |
| Objetivo 1.3 Contar con datos más detallados sobre los parámetros físico-químicos del PNIC, para utilizar esta | Actividad 1.3.1.1 Promover la creación de estaciones climáticas para medir parámetros físico-químicos oceanográficos y terrestres, a través de la adquisición de equipo para el ACMC. | | | 100% | | |

| | | | | | | |
|---|---|------|--|-----|-----|------|
| <p>información en estudios que requieran este nivel de detalle, tanto en el ambiente marino como el terrestre (p.ej., para comprender como estos parámetros afectan la presencia y distribución de especies pelágicas, y el comportamiento de la flota pesquera).</p> | <p>Actividad 1.3.2.1 Promover estudios que determinen el efecto de parámetros físico-químicos sobre los patrones de distribución temporal y espacial (vertical y horizontal) de especies pelágicas, así como de su abundancia relativa en el PNIC. Énfasis en: elasmobranquios, atunes, y picudos.</p> | | | 50% | 50% | |
| <p>Objetivo 1.4 Contar con información actualizada que permita regular la actividad turística marina.</p> | <p>Actividad 1.4.1.1 Promover la realización de un estudio de flujo de visitantes, tomando en cuenta los indicadores relacionados con impacto y frecuencia de uso de sitios de buceo (Protocolo de Monitoreo del Impacto del Turismo Marino), para actualizar las regulaciones en este tema.</p> | | | 50% | 75% | 100% |
| <p>Objetivo 2.1 Aumentar la participación 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>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</p> <ul style="list-style-type: none"> 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 | 100% | | | | |

| | | | | | | |
|---|--|-----|------|-----|-----|------|
| | <p>crudos como los respectivos análisis), y</p> <p>iv) Que se utilice la información generada para definir cuotas de pesca, vedas (temporales y espaciales) y tallas mínimas de captura.</p> <p>v) Recomendar el uso de nuevas tecnologías para obtener esta información.</p> | | | | | |
| | 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). | 20% | 40% | 60% | 80% | 100% |
| Objetivo 2.2 Promover la generación de información de utilidad para el PNIC, mediante convenios de cooperación específicos. | Actividad 2.2.1.1 Consolidar alianzas estratégicas en la red de colaboración del APMC, para la implementación del Plan de Investigación. | 50% | 100% | | | |
| | Actividad 2.2.2.1 Buscar alianzas con universidades para que estudiantes (i) realicen tesis o prácticas profesionales, y (ii) apoyen con el análisis de datos generados por los funcionarios del PNIC (p. ej., datos del Protocolo de Monitoreo del Impacto del Turismo Marino; datos de hallazgos y decomisos del Programa de Control y Protección, y datos de PRONAMEC). | 20% | 40% | 60% | 80% | 100% |
| Objetivo 3.1 Generar información que permita conocer las tendencias espacio-temporales de los EFM priorizados, que permita mejorar la gestión, y que a su vez funcione como demostración del impacto de los | Actividad 3.1.1.1 Iniciar el monitoreo de tiburones y rayas en el PNIC, utilizando cámaras remotas (estéreo-video) y censos visuales submarinos (i.e., protocolo existente en pináculos rocosos). | 20% | 40% | 60% | 80% | 100% |
| | Actividad 3.1.1.2 Analizar anualmente los datos del monitoreo de las 20 especies focales del Protocolo de Monitoreo del Impacto del | 20% | 40% | 60% | 80% | 100% |

| | | | | | | |
|--------------------------------|--|-----|-----|-----|------|------|
| esfuerzos de gestión del ACMC. | Turismo. | | | | | |
| | Actividad 3.1.1.3 Continuar el monitoreo de elasmobranquios (tiburones y rayas) en el PNIC mediante censos visuales en buceos turísticos (datos colectados por UnderSea Hunter), con posibilidades de robustecer el protocolo. | 20% | 40% | 60% | 80% | 100% |
| | Actividad 3.1.1.4 Iniciar un monitoreo de elasmobranquios y otros EFM (por definir) mediante la participación voluntaria de turistas en los grupos de buceo. Este monitoreo será diseñado por el ACMC con el apoyo de aliados, para complementar el protocolo de otras iniciativas de monitoreo existentes. | | 25% | 50% | 75% | 100% |
| | Actividad 3.1.1.5 Promover estudio de la abundancia poblacional de los tiburones punta blanca (<i>Triaenodon obesus</i>) y punta negra (<i>Carcharhinus limbatus</i>) a lo largo del tiempo. Por ejemplo, a partir de estudios de captura/recaptura que aprovechen el esfuerzo existente en el marcaje acústico. | | 33% | 66% | 100% | |
| | Actividad 3.1.1.6 Estimar el tamaño actual de la población de tiburones tigre (<i>Galeocerdo cuvier</i>) en el PNIC, e identificar sitios y épocas del año en donde estos tiburones son más frecuentes (o se tienden a congregarse). Esto con el fin de i) tener una mayor certeza del tamaño de la población actual, ii) detectar si el número de tiburones tigre en la isla continúa aumentando, iii) identificar sitios con una mayor densidad de tiburones, y iv) desarrollar mejores protocolos de seguridad al bucear. | 20% | 40% | 60% | 80% | 100% |

| | | | | | | |
|--|--|-----|-----|-----|-----|------|
| | <p>Actividad 3.1.2.1 Promover a nivel regional, la colecta de datos de “recapturas” en tours de buceo, para especies pelágicas del PNIC cuyos individuos se pueden distinguir mediante foto-identificación (p. ej. tiburón ballena <i>Rhincodon typus</i>, tiburón tigre <i>Galeocerdo cuvier</i>, manta raya <i>Manta birostris</i>).</p> | 20% | 40% | 60% | 80% | 100% |
| | <p>Actividad 3.1.2.2 Determinar los movimientos migratorios (gran escala) y uso del hábitat/profundidad, de especies pelágicas (p. ej., mediante el uso de telemetría acústica y satelital) en el APMC y a nivel regional.</p> | 20% | 40% | 60% | 80% | 100% |
| | <p>Actividad 3.1.2.3 Generar información acerca de la residencia de elasmobranchios, atunes y picudos en el PNIC, cuándo dejan la isla y a dónde se mueven; además de caracterizar cómo influyen algunos factores ambientales y biológicos (tamaño, sexo, estadio de madurez) en estos patrones de movimiento.</p> | 20% | 40% | 60% | 80% | 100% |
| | <p>Actividad 3.1.3.1 Promover la realización de estudios que modelen las interacciones tróficas entre las especies de tiburones (p.ej., mediante técnicas de isótopos estables).</p> | | | | 50% | 50% |
| | <p>Actividad 3.1.4.1 Promover la realización de estudios que estimen la biomasa de especies pelágicas en el PNIC y la ZEE (p.ej., mediante el equipamiento de embarcaciones turísticas, o de investigación con sonares).</p> | | | | | 100% |
| | <p>Actividad 3.1.4.2 Utilizar los datos de las tallas estimadas a través de los censos visuales que están realizando los funcionarios del PNIC para</p> | | | | 50% | 50% |

| | | | | | | |
|---|--|------|------|------|-----|-----|
| | cálculos de biomasa. | | | | | |
| Objetivo 3.2 Contar con información publicada del legado histórico y cultural del PNIC. | Actividad 3.2.1.1 Identificar una editorial interesada en publicar la información que ya ha sido recopilada. | 100% | | | | |
| | Actividad 3.2.1.2 Caracterizar las embarcaciones hundidas en Bahía Chatham (similar a como se hizo en Bahía Wafer) e identificar una editorial interesada en publicar dicha información. | | | 33% | 33% | 33% |
| Objetivo 4.1 Determinar el efecto de especies introducidas sobre otras especies nativas y ecosistemas del PNIC. | Actividad 4.1.1.1 Promover la realización de estudios para estimar el tamaño poblacional, distribución espacial y la dieta (p.ej., mediante isótopos estables) de los chanchos y venados en la Isla del Coco y su efecto sobre especies vegetales y el ecosistema en general. | 100% | | | | |
| | Actividad 4.1.1.2 Promover la realización de estudios para estimar el tamaño poblacional, distribución espacial y la dieta de los gatos asilvestrados en la Isla del Coco y su efecto para las especies endémicas de reptiles (<i>Norops townsendi</i> , y <i>Sphaerodactylus pacificus</i>) y aves (<i>Coccyzus ferrugineus</i> y <i>Pinaroloxias inornata</i>); y para las aves marinas residentes (p.ej., <i>Gygis alba</i> y <i>Sula</i> spp). | | 100% | | | |
| | Actividad 4.1.1.3 Promover la realización de estudios para estimar el tamaño poblacional, distribución espacial y la dieta de las ratas (<i>Rattus</i> spp.) en la Isla del Coco y su efecto en las especies endémicas de aves, lagartijas, y el crustáceo endémico (<i>Johngarthia cocoensis</i>); así como en las aves marinas que anidan en la isla. | | | 100% | | |

| | | | | | | | |
|--|--|-----|------|-----|-----|------|------|
| | Actividad 4.1.2.1 Promover la realización de estudios para estimar el tamaño poblacional y la distribución espacial del gecko asiático (<i>Hemidactylus frenatus</i>), y determinar las posibilidades para su erradicación, además de generar recomendaciones para evitar su reintroducción. | | 100% | | | | |
| | Actividad 4.1.3.1 Promover la realización de estudios para determinar cuáles especies de Lepidoptera (u otros insectos) están atacando las semillas del Palo de Hierro (<i>Sacoglottis holdridgei</i>), y si hay alguna de estas que es introducida. | | | | | | 100% |
| | Actividad 4.1.3.2 Promover la realización de estudios para caracterizar la mirmecofauna introducida, su abundancia, distribución espacial, y su potencial efecto sobre otros artrópodos. | | | | | | 100% |
| Objetivo 4.2 Generar la información necesaria para implementar el Plan de Erradicación de especies exóticas de mamíferos. | Actividad 4.2.1.1 Generar la información necesaria para las primeras fases de erradicación de mamíferos, según el Plan de Erradicación (SINAC 2017). | 20% | 40% | 60% | 80% | 100% | |
| Objetivo 5.1 Contar con información actualizada de los listados de especies marinas y terrestres del PNIC. | Actividad 5.1.1 Apoyar a los investigadores con la logística y hospedaje en el PNIC, según los permisos de investigación otorgados. | 20% | 40% | 60% | 80% | 100% | |
| Objetivo 5.2 Demostrar que el PNIC mantiene los atributos ecológicos clave que le otorgan la designación de Sitio Patrimonio Natural de la | Actividad 5.2.1.1 Utilizar los datos generados en la Estrategia 3 “Evaluar la condición de los Elementos Focales de Manejo priorizados”, para presentarlos como parte del informe a la UNESCO para cada período correspondiente. | | | 20% | 60% | 100% | |

| | | | | | | |
|--|--|-----|------|-----|-----|------|
| Humanidad. | Actividad 5.2.1.2 - Utilizar los datos generados con respecto a la Actividad 1.2.1 “Caracterizar la conectividad de especies formadoras de arrecifes a nivel regional” de la Estrategia 1, para presentarlos a la UNESCO en cada período correspondiente. | | | 20% | 60% | 100% |
| Objetivo 5.3 Sistematizar la información existente del PNIC, para que esta sea accesible para académicos, funcionarios del SINAC y público en general. | Actividad 5.3.1.1 Solicitar a los investigadores utilizar la nueva guía para la elaboración de informes finales, según la Estrategia Nacional de Investigación (SINAC 2014) del SINAC. | 20% | 40% | 60% | 80% | 100% |
| | Actividad 5.3.1.2 Promover que los investigadores proporcionen un resumen con los aspectos más importantes de su investigación, con el fin de producir material divulgativo de uso interno (ACMC, SINAC) y externo (p. ej., brochures para el turismo). | 20% | 40% | 60% | 80% | 100% |
| | Actividad 5.3.2.1 Formalizar un convenio con la Fundación Charles Darwin para que dentro de su plataforma digital se pueda acceder a la información del ACMC. | | 100% | | | |
| | Actividad 5.3.2.2 Gestionar un convenio con la UCR, para que a través de un Trabajo Comunal Universitario (TCU) que realicen estudiantes de las carreras de Bibliotecología, Informática, Biología y afines, se procese y se mantenga actualizada la información del ACMC en una plataforma digital propia. | | 100% | | | |
| | Actividad 5.3.2.3 Reunir la información técnica relevante del Área de Conservación (datos biológicos, fichas de especies e imágenes) en formato Darwin Core y prepararla para conectarla con el nodo de biodiversidad de SINIA (Plataforma para la gestión del conocimiento de información nacional sobre biodiversidad PGCIB), y producir un hub personalizado. | | 50% | 50% | | |

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 4). 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 2 y 3). 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. Hay algunas actividades que no son recurrentes, y por ende, aparecen solamente en uno de los años; por ejemplo, los estudios puntuales para actualizar la estimación del tamaño poblacional de las especies de mamíferos invasores en el PNIC.

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 4. Matriz de evaluación y seguimiento del Plan de Investigación del PNIC, según implementación anual.

| Objetivo | Meta |
|---|--|
| Año 1 | |
| Objetivo 2.1 Aumentar la participación 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 (INCOPESCA).</p> |

| | |
|---|---|
| <p>Objetivo 1.1 Generar información para prevenir la pesca ilegal, conocer las tendencias espacio-temporales de esta actividad, y demostrar los impactos de la gestión del PNIC en la reducción de esta amenaza.</p> | <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 PNIC, mediante convenios de cooperación específicos.</p> | <p><u>Meta 4</u> Se logró alianzas con universidades para que estas apoyen con el análisis de al menos dos <i>sets</i> de datos generados por los funcionarios del PNIC (p. ej., datos del Protocolo de Monitoreo del Impacto del Turismo Marino; datos de hallazgos y decomisos del Programa de Control y Protección, o datos de PRONAMEC).</p> <p><u>Meta 5</u> Se logró establecer o redefinir alianzas con al menos seis aliados distintos (p.ej., CIMAR, Misión Tiburón, FAICO, CI, CREMA, BillFish Research Project, Fundación Charles Darwin, UnderSea Hunter, etc), específicamente para que estas apoyen en la implementación del Plan de Investigación.</p> |
| <p>Objetivo 3.2 Contar con información publicada del legado histórico y cultural del PNIC.</p> | <p><u>Meta 6</u> Se identificó una editorial interesada en publicar la información que ya ha sido recopilada y negociar los próximos pasos.</p> |
| <p>Objetivo 3.1 Generar información que permita conocer las tendencias espacio-temporales de los EFM priorizados, que permita mejorar la gestión, y que a su vez funcione como demostración del impacto de los esfuerzos de gestión del APMC.</p> | <p><u>Meta 7</u> Se inició el monitoreo de tiburones y rayas en el PNIC, utilizando cámaras remotas (estéreo-video) y censos visuales submarinos (i.e., protocolo existente en pináculos rocosos).</p> <p><u>Meta 8</u> Se continuó el monitoreo de elasmobranquios (tiburones y rayas) en el PNIC mediante censos visuales en buceos turísticos (datos colectados por UnderSea Hunter), con posibilidades de robustecer el protocolo.</p> <p><u>Meta 9</u> Se inició estudios de marcaje (p. ej., marcas satelitales, receptores acústicos) a nivel regional, para comprender los movimientos migratorios (gran escala) y uso del</p> |

| | |
|---|---|
| | hábitat/profundidad, de especies pelágicas. |
| Objetivo 4.1 Determinar el efecto de especies introducidas sobre otras especies nativas y ecosistemas del PNIC. | <u>Meta 10</u> Se realizó un estudio para actualizar la estimación del tamaño poblacional de chanchos y venados en el PNIC, así como su distribución espacial y dieta. |
| Objetivo 5.1 Contar con información actualizada de los listados de especies marinas y terrestres del PNIC. | <u>Meta 11</u> Se apoyó a los investigadores con la logística y hospedaje en el PNIC, según los permisos de investigación otorgados. |
| Objetivo 5.3 Sistematizar la información existente del PNIC, para que esta sea accesible para académicos, funcionarios del SINAC y público en general. | <u>Meta 12</u> Se estableció como protocolo que los investigadores utilicen la nueva guía para la elaboración de informes finales, según la Estrategia Nacional de Investigación (SINAC 2014) del SINAC. <u>Meta 13</u> Se formalizó un convenio con la Fundación Charles Darwin para que dentro de su plataforma digital se pueda acceder a la información del ACMC. |
| Año 2 | |
| Objetivo 1.1 Generar información para prevenir la pesca ilegal, conocer las tendencias espacio-temporales de esta actividad, y demostrar los impactos de la gestión del PNIC en la reducción de esta amenaza. | <u>Meta 1</u> Se logró una comparación de la actividad reciente de pesca ilegal en en PNIC con tiempos anteriores (ver López-Garro <i>et al.</i> , 2015) utilizando los datos generados en los patrullajes y decomisos realizados desde agosto del 2014 en adelante. <u>Meta 2</u> Se recopiló y analizó los datos satelitales del flujo de embarcaciones pesqueras en las cercanías al PNIC, provenientes de las plataformas digitales existentes. <u>Meta 3</u> Se sistematizó el número de licencias de pesca de avanzada en el Pacífico, según registro de INCOPECA y Capitanía de Puertos. |
| Objetivo 2.1 Aumentar la participación del | <u>Meta 4</u> Se participó en las reuniones regionales de la CIATT, CITES, CMS, ONU (ODS); Corredor |

| | |
|---|---|
| <p>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>Marino del Pacífico; Plan de Acción de Tiburones (INCOPECA).</p> |
| <p>Objetivo 2.2 Promover la generación de información de utilidad para el PNIC, mediante convenios de cooperación específicos.</p> | <p><u>Meta 5</u> A través de las alianzas con universidades, se logró que estas apoyen con el análisis de al menos dos sets de datos generados por los funcionarios del PNIC (p. ej., datos del Protocolo de Monitoreo del Impacto del Turismo Marino; datos de hallazgos y decomisos del Programa de Control y Protección, o datos de PRONAMEC).</p> |
| <p>Objetivo 3.1 Generar información que permita conocer las tendencias espacio-temporales de los EFM priorizados, que permita mejorar la gestión, y que a su vez funcione como demostración del impacto de los esfuerzos de gestión del ACMC.</p> | <p><u>Meta 6</u> Se inició un monitoreo de elasmobranquios y otros EFM (por definir) mediante la participación voluntaria de turistas en los grupos de buceo. Este monitoreo será diseñado por el ACMC con el apoyo de aliados, para complementar el protocolo de otras iniciativas de monitoreo existentes.</p> <p><u>Meta 7</u> Se inició un estudio para estimar el tamaño poblacional de tiburones tigre (<i>Galeocerdo cuvier</i>) en el PNIC, así como la identificación de sitios y épocas del año en donde estos tiburones son más frecuentes (o se tienden a congregarse).</p> <p><u>Meta 8</u> Se gestionó el inicio de un estudio de abundancia poblacional de los tiburones punta blanca (<i>Triaenodon obesus</i>) y punta negra (<i>Carcharhinus limbatus</i>) en el PNIC; por ejemplo, a partir de estudios de captura/recaptura que aprovechen el esfuerzo existente en el marcaje acústico.</p> <p><u>Meta 9</u> Se sistematizó los datos del monitoreo de las 20 especies focales del Protocolo de Monitoreo del Impacto del Turismo de este año y períodos pasados.</p> <p><u>Meta 10</u> Se continuó el monitoreo de elasmobranquios (tiburones y rayas) en el PNIC mediante censos visuales en buceos turísticos (datos colectados por UnderSea Hunter), con</p> |

| | |
|---|--|
| | <p>posibilidades de robustecer el protocolo.</p> <p><u>Meta 11</u> Se continuó el monitoreo de tiburones y rayas en el PNIC, utilizando cámaras remotas (estéreo-video) y censos visuales submarinos (i.e., protocolo existente en pináculos rocosos).</p> |
| Objetivo 4.1 Determinar el efecto de especies introducidas sobre otras especies nativas y ecosistemas del PNIC. | <p><u>Meta 12</u> Se realizó un estudio para estimar el tamaño poblacional, distribución espacial y la dieta de los gatos asilvestrados en el PNIC y su efecto para las especies endémicas de reptiles (<i>Norops townsendi</i>, y <i>Sphaerodactylus pacificus</i>) y aves (<i>Coccyzus ferrugineus</i> y <i>Pinaroloxias inornata</i>); y para las aves marinas residentes (p.ej., <i>Gygis alba</i> y <i>Sula</i> spp).</p> <p><u>Meta 13</u> Se realizó un estudio para estimar el tamaño poblacional y la distribución espacial del gecko asiático (<i>Hemidactylus frenatus</i>) en el PNIC, y determinar las posibilidades para su erradicación; además de generar recomendaciones para evitar su reintroducción.</p> |
| Objetivo 5.1 Contar con información actualizada de los listados de especies marinas y terrestres del PNIC. | <p><u>Meta 14</u> Se apoyó a los investigadores con la logística y hospedaje en el PNIC, según los permisos de investigación otorgados.</p> |
| Objetivo 5.3 Sistematizar la información existente del PNIC, para que esta sea accesible para académicos, funcionarios del SINAC y público en general. | <p><u>Meta 15</u> Se logró un convenio con la UCR, para que a través de un Trabajo Comunal Universitario (TCU) que realicen estudiantes de las carreras de Bibliotecología, Informática, Biología y afines, se procese y se mantenga actualizada la información del ACMC en una plataforma digital propia.</p> |
| Año 3 | |
| Objetivo 1.1 Generar información para prevenir la pesca ilegal, conocer las tendencias espacio-temporales de esta actividad, y demostrar los impactos de la | <p><u>Meta 1</u> Se recopiló y analizó los datos satelitales del flujo de embarcaciones pesqueras en las cercanías al PNIC, 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</p> |

| | |
|--|--|
| <p>gestión del PNIC en la reducción de esta amenaza.</p> | <p>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 INCOPECA y Capitanía de Puertos.</p> <p><u>Meta 4</u> Se continua generando datos de pesca ilegal a partir de los decomisos y hallazgos realizados durante los patrullajes.</p> |
| <p>Objetivo 2.1 Aumentar la participación 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 5</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 2.2 Promover la generación de información de utilidad para el PNIC, mediante convenios de cooperación específicos.</p> | <p><u>Meta 6</u> A través de las alianzas con universidades, se logró que estas apoyen con el análisis de al menos dos sets de datos generados por los funcionarios del PNIC (p. ej., datos del Protocolo de Monitoreo del Impacto del Turismo Marino; datos de hallazgos y decomisos del Programa de Control y Protección, o datos de PRONAMEC).</p> |
| <p>Objetivo 3.2 Contar con información publicada del legado histórico y cultural del PNIC.</p> | <p><u>Meta 7</u> Se inició un estudio para caracterizar las embarcaciones hundidas en Bahía Chatham (similar a como se hizo en Bahía Wafer), y se identificó una editorial interesada en publicar dicha información.</p> |
| <p>Objetivo 3.1 Generar información que permita conocer las tendencias espacio-temporales de los EFM priorizados, que permita mejorar la gestión, y que a su vez funcione como demostración del impacto de los esfuerzos de</p> | <p><u>Meta 8</u> Se inician estudios para generar información acerca de la residencia de elasmobranchios, atunes y picudos en el PNIC, cuándo dejan la isla y a dónde se mueven; además de caracterizar cómo influyen algunos factores ambientales y biológicos (tamaño, sexo, estadio de madurez) en estos patrones de movimiento.</p> <p><u>Meta 9</u> Se logró promover a nivel regional, la colecta de datos de “recapturas” en tours de</p> |

| | |
|--|---|
| <p>gestión del APMC.</p> | <p>buceo, para especies pelágicas del PNIC cuyos individuos se pueden distinguir mediante foto-identificación (p. ej. tiburón ballena <i>Rhincodon typus</i>, tiburón tigre <i>Galeocerdo cuvier</i>, manta raya <i>Manta birostris</i>).</p> <p><u>Meta 10</u> Se sistematizó los datos del monitoreo de las 20 especies focales del Protocolo de Monitoreo del Impacto del Turismo de este año y períodos pasados.</p> <p><u>Meta 11</u> Se sistematizó los datos del monitoreo de elasmobranquios y otros EFM (por definir) mediante la participación voluntaria de turistas en los grupos de buceo. Este monitoreo será diseñado por el APMC con el apoyo de aliados, para complementar el protocolo de otras iniciativas de monitoreo existentes.</p> <p><u>Meta 12</u> Se continuó el monitoreo de elasmobranquios (tiburones y rayas) en el PNIC mediante censos visuales en buceos turísticos (datos colectados por UnderSea Hunter), con posibilidades de robustecer el protocolo.</p> <p><u>Meta 13</u> Se continuó el monitoreo de tiburones y rayas en el PNIC, utilizando cámaras remotas (estéreo-video) y censos visuales submarinos (i.e., protocolo existente en pináculos rocosos).</p> |
| <p>Objetivo 1.3 Contar con datos más detallados sobre los parámetros físico-químicos del PNIC, para utilizar esta información en estudios que requieran este nivel de detalle, tanto en el ambiente marino como el terrestre (p.ej., para comprender como estos parámetros afectan la presencia y distribución de especies pelágicas, y el comportamiento de la flota pesquera).</p> | <p><u>Meta 14</u> Se promovió la creación de estaciones climáticas para medir parámetros físico-químicos oceanográficos y terrestres, a través de la adquisición de equipo para el APMC.</p> |
| <p>Objetivo 4.1 Determinar el efecto de especies</p> | <p><u>Meta 15</u> Se realizó un estudio para estimar el tamaño poblacional, distribución espacial y la</p> |

| | |
|---|--|
| introducidas sobre otras especies nativas y ecosistemas del PNIC. | dieta de las ratas (<i>Rattus spp.</i>) en la Isla del Coco y su efecto en las especies endémicas de aves, lagartijas, y el crustáceo endémico (<i>Johngarthia cocoensis</i>); así como en las aves marinas que anidan en la isla. |
| Objetivo 5.1 Contar con información actualizada de los listados de especies marinas y terrestres del PNIC. | <u>Meta 16</u> Se apoyó a los investigadores con la logística y hospedaje en el PNIC, según los permisos de investigación otorgados. |
| Objetivo 5.3 Sistematizar la información existente del PNIC, para que esta sea accesible para académicos, funcionarios del SINAC y público en general. | <u>Meta 17</u> Se logró que los investigadores comiencen a proporcionar un resumen con los aspectos más importantes de su investigación, con el fin de producir material divulgativo de uso interno (ACMC, SINAC) y externo (p. ej., brochures para el turismo). |
| Objetivo 5.3 Sistematizar la información existente del PNIC, para que esta sea accesible para académicos, funcionarios del SINAC y público en general. | <u>Meta 18</u> Se mantuvo actualizada y accesible al público la información de investigaciones del ACMC en una plataforma digital. |
| Año 4 | |
| Objetivo 1.1 Generar información para prevenir la pesca ilegal, conocer las tendencias espacio-temporales de esta actividad, y demostrar los impactos de la gestión del PNIC en la reducción de esta amenaza. | <p><u>Meta 1</u> Se recopiló y analizó los datos satelitales del flujo de embarcaciones pesqueras en las cercanías al PNIC, 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><u>Meta 3</u> Se continua generando datos de pesca ilegal a partir de los decomisos y hallazgos realizados durante los patrullajes</p> |

| | |
|--|--|
| <p>Objetivo 2.1 Aumentar la participación 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 4</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 2.2 Promover la generación de información de utilidad para el PNIC, mediante convenios de cooperación específicos.</p> | <p><u>Meta 5</u> A través de las alianzas con universidades, se logró que estas apoyen con el análisis de al menos dos sets de datos generados por los funcionarios del PNIC (p. ej., datos del Protocolo de Monitoreo del Impacto del Turismo Marino; datos de hallazgos y decomisos del Programa de Control y Protección, o datos de PRONAMEC).</p> |
| <p>Objetivo 3.1 Generar información que permita conocer las tendencias espacio-temporales de los EFM priorizados, que permita mejorar la gestión, y que a su vez funcione como demostración del impacto de los esfuerzos de gestión del ACMC.</p> | <p><u>Meta 6</u> Se logró la realización de estudios que modelen las interacciones tróficas entre las especies de tiburones (p.ej., mediante técnicas de isótopos estables).</p> <p><u>Meta 7</u> Se logra utilizar los datos de las tallas estimadas a través de los censos visuales que están realizando los funcionarios del PNIC para cálculos de biomasa.</p> <p><u>Meta 8</u> Se sistematizó los datos del monitoreo de las 20 especies focales del Protocolo de Monitoreo del Impacto del Turismo de este año y períodos pasados.</p> <p><u>Meta 9</u> Se sistematizó los datos del monitoreo de elasmobranquios y otros EFM (por definir) mediante la participación voluntaria de turistas en los grupos de buceo. Este monitoreo será diseñado por el ACMC con el apoyo de aliados, para complementar el protocolo de otras iniciativas de monitoreo existentes.</p> <p><u>Meta 9</u> Se sistematizó los datos del monitoreo de las 20 especies focales del Protocolo de Monitoreo del Impacto del Turismo de este año y períodos pasados.</p> <p><u>Meta 10</u> Se continuó el monitoreo de elasmobranquios (tiburones y rayas) en el PNIC</p> |

| | |
|--|--|
| | <p>mediante censos visuales en buceos turísticos (datos colectados por UnderSea Hunter), con posibilidades de robustecer el protocolo.</p> <p><u>Meta 11</u> Se continuó el monitoreo de tiburones y rayas en el PNIC, utilizando cámaras remotas (estéreo-video) y censos visuales submarinos (i.e., protocolo existente en pináculos rocosos).</p> |
| <p>Objetivo 1.2 Evaluar la adaptabilidad y vulnerabilidad de los arrecifes coralinos y el bosque nuboso ante el impacto del Cambio Climático.</p> | <p><u>Meta 11</u> Se promovió la realización de un estudio que caracterice los cambios en el follaje y la composición del bosque nuboso.</p> |
| <p>Objetivo 1.3 Contar con datos más detallados sobre los parámetros físico-químicos del PNIC, para utilizar esta información en estudios que requieran este nivel de detalle, tanto en el ambiente marino como el terrestre (p.ej., para comprender como estos parámetros afectan la presencia y distribución de especies pelágicas, y el comportamiento de la flota pesquera).</p> | <p><u>Meta 12</u> Se inician estudios para determinar el efecto de parámetros físico-químicos sobre los patrones de distribución temporal y espacial (vertical y horizontal) de especies pelágicas, así como de su abundancia relativa en el PNIC. Énfasis en: elasmobranquios, atunes, y picudos.</p> |
| <p>Objetivo 1.4 Contar con información actualizada que permita regular la actividad turística marina.</p> | <p><u>Meta 13</u> Se realiza un estudio de flujo de visitantes, tomando en cuenta los indicadores relacionados con impacto y frecuencia de uso de sitios de buceo (Protocolo de Monitoreo del Impacto del Turismo Marino), para actualizar las regulaciones en este tema.</p> |
| <p>Objetivo 4.1 Determinar el efecto de especies introducidas sobre otras especies nativas y ecosistemas del PNIC.</p> | <p><u>Meta 14</u> Se inició un estudio para determinar cuáles especies de Lepidoptera (u otros insectos) están atacando las semillas del Palo de Hierro (<i>Sacoglottis holdridgei</i>), y si hay alguna de estas que es introducida.</p> |

| | |
|--|--|
| <p>Objetivo 5.1 Contar con información actualizada de los listados de especies marinas y terrestres del PNIC.</p> | <p><u>Meta 15</u> Se apoyó a los investigadores con la logística y hospedaje en el PNIC, según los permisos de investigación otorgados.</p> |
| <p>Objetivo 5.3 Sistematizar la información existente del PNIC, para que esta sea accesible para académicos, funcionarios del SINAC y público en general.</p> | <p><u>Meta 16</u> Se mantuvo actualizada y accesible al público la información de investigaciones del ACMC en una plataforma digital.</p> |
| <p>Año 5</p> | |
| <p>Objetivo 1.1 Generar información para prevenir la pesca ilegal, conocer las tendencias espacio-temporales de esta actividad, y demostrar los impactos de la gestión del PNIC en la reducción de esta amenaza.</p> | <p><u>Meta 1</u> Se recopiló y analizó los datos satelitales del flujo de embarcaciones pesqueras en las cercanías al PNIC, 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><u>Meta 3</u> Se continúa generando datos de pesca ilegal a partir de los decomisos y hallazgos realizados durante los patrullajes</p> |
| <p>Objetivo 2.1 Aumentar la participación 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 4</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 2.2 Promover la generación de información de utilidad para el PNIC,</p> | <p><u>Meta 5</u> A través de las alianzas con universidades, se logró que estas apoyen con el análisis de al menos dos <i>sets</i> de datos generados por los funcionarios del PNIC (p. ej., datos del Protocolo</p> |

| | |
|---|---|
| <p>mediante convenios de cooperación específicos.</p> | <p>de Monitoreo del Impacto del Turismo Marino; datos de hallazgos y decomisos del Programa de Control y Protección, o datos de PRONAMEC).</p> |
| <p>Objetivo 3.1 Generar información que permita conocer las tendencias espacio-temporales de los EFM priorizados, que permita mejorar la gestión, y que a su vez funcione como demostración del impacto de los esfuerzos de gestión del ACMC.</p> | <p><u>Meta 6</u> Se realizan estudios para estimar la biomasa de especies pelágicas en el PNIC y la ZEE (p.ej., mediante el equipamiento de embarcaciones turísticas, o de investigación con sonares).</p> <p><u>Meta 7</u> Se sistematizó los datos del monitoreo de las 20 especies focales del Protocolo de Monitoreo del Impacto del Turismo de este año y períodos pasados.</p> <p><u>Meta 8</u> Se sistematizó los datos del monitoreo de elasmobranquios y otros EFM (por definir) mediante la participación voluntaria de turistas en los grupos de buceo. Este monitoreo será diseñado por el ACMC con el apoyo de aliados, para complementar el protocolo de otras iniciativas de monitoreo existentes.</p> <p><u>Meta 9</u> Se continuó el monitoreo de elasmobranquios (tiburones y rayas) en el PNIC mediante censos visuales en buceos turísticos (datos colectados por UnderSea Hunter), con posibilidades de robustecer el protocolo.</p> <p><u>Meta 10</u> Se continuó el monitoreo de tiburones y rayas en el PNIC, utilizando cámaras remotas (estéreo-video) y censos visuales submarinos (i.e., protocolo existente en pináculos rocosos).</p> |
| <p>Objetivo 1.2 Evaluar la adaptabilidad y vulnerabilidad de los arrecifes coralinos y el bosque nuboso ante el impacto del Cambio Climático.</p> | <p><u>Meta 11</u> Se realiza un estudio para caracterizar la dispersión de larvas formadores de arrecifes en el Pacífico Tropical Oriental, con base en información sobre las corrientes oceanográficas y la historias de vida de estas especies.</p> <p><u>Meta 12</u> Se realiza un estudio para caracterizar el flujo genético entre las poblaciones de corales formadoras de arrecife en distintos ecosistemas arrecifales del Pacífico Tropical Oriental.</p> |

| | |
|---|--|
| <p>Objetivo 4.1 Determinar el efecto de especies introducidas sobre otras especies nativas y ecosistemas del PNIC.</p> | <p><u>Meta 13</u> Se realiza un estudio para caracterizar la mirmecofauna introducida, su abundancia, distribución espacial, y su potencial efecto sobre otros artrópodos.</p> |
| <p>Objetivo 4.2 Generar la información necesaria para implementar el Plan de Erradicación de especies exóticas de mamíferos.</p> | <p><u>Meta 14</u> Según el Plan de Erradicación (SINAC 2017) de especies de mamíferos introducidos en el PNIC, se genera la información necesaria para las primeras fases de erradicación.</p> |
| <p>Objetivo 5.2 Demostrar que el PNIC mantiene los atributos ecológicos clave que le otorgan la designación de Sitio Patrimonio Natural de la Humanidad.</p> | <p><u>Meta 15</u> Se utilizan los datos generados en la Estrategia 3 “Evaluar la condición de los Elementos Focales de Manejo priorizados”, para presentarlos como parte del informe a la UNESCO para cada período correspondiente.</p> |
| | <p><u>Meta 16</u> Se utilizan los datos generados con respecto a la Actividad 1.2.1 “Caracterizar la conectividad de especies formadoras de arrecifes a nivel regional” de la Estrategia 1, para presentarlos a la UNESCO en cada período correspondiente.</p> |
| <p>Objetivo 5.1 Contar con información actualizada de los listados de especies marinas y terrestres del PNIC.</p> | <p><u>Meta 17</u> Se apoyó a los investigadores con la logística y hospedaje en el PNIC, según los permisos de investigación otorgados.</p> |
| <p>Objetivo 5.3 Sistematizar la información existente del PNIC, para que esta sea accesible para académicos, funcionarios del SINAC y público en general.</p> | <p><u>Meta 18</u> Se recopiló la información técnica relevante del ACMC (datos biológicos, fichas de especies e imágenes) en formato Darwin Core y se preparó para conectarla con el nodo de biodiversidad de SINIA (Plataforma para la gestión del conocimiento de información nacional sobre biodiversidad PGCIB), para producir un hub personalizado.</p> |
| | <p><u>Meta 19</u> Se mantuvo actualizada y accesible al público la información de investigaciones del ACMC en una plataforma digital.</p> |

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 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, 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., 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., Martínez-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.
- 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.
- 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
- Cortés, J. (2016). Isla del Coco: Coastal and Marine Ecosystems. En Kappelle, M. (Ed.). 2016. Costa Rican Ecosystems (744 p). University of Chicago Press: EE. UU.
- 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.
- Fourri re, 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., Bola os, 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.
- Glynn, P.W., y Colley, S.B. (2009). Survival of brooding and broadcasting reef corals following large scale disturbances: is there any hope for broadcasting species during global warming? En *Proceedings of 11th international coral reef symposium*, Ft. Lauderdale 1: 368-372.
- Gómez, J.R. (2007). *Estudio denso poblacional de los roedores introducidos y su impacto sobre la fauna y flora nativa en la Isla del Coco*. (Tesis de maestría). Universidad Nacional, Programa Regional en Manejo de Vida Silvestre, Heredia, Costa Rica.
- Gonzales-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.
- Guzmán, H.M., y Cortés, J. (1992). Cocos Island (Pacific of Costa Rica) coral reefs after the 1982-83 El Niño disturbance. *Rev Biol Trop*, 40, 309-324.
- Guzmán, H.M., y Cortés, J. (2007). Reef recovery 20-yr after the 1982-83 El Niño massive mortality. *Mar Biol*, 151, 401-411.
- Hearn, A.R., Acu a, D., Ketchum, J.T, Pe aherrera, C., Green J., Marshall, A., Guerrero, M., y Shillinger, G. (2014). Elasmobranchs of the Galapagos marine reserve. En Denkinger, J., y Vinuela, 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,  ., Villalobos-Chacón, L., Palacios-Villegas, J., Viquez-Portugu ez, 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.
- Keith, I., Dawson, T., Collins, K., y Banks, T. (2015). Marine invasive species in the Galapagos Marine Reserve: A case for additional research, improved management, and policy review. En *Galapagos Report 2013-2014* (pp. 83-88). Galápagos, Ecuador: GNPD, GCREG, CDF y GC.
- 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.
- Madriz, J.P. 2009. El Parque Nacional Isla del Coco (PNIC) una isla invadida. *Biocenosis*, 22(1-2), 61-72.
- Montoya, M. (2016). Isla del Coco: Terrestrial Ecosystems. En Kappelle, M. (Ed.). *Costa Rican Ecosystems* (pp. 193-244). Chicago, EE. UU: University of Chicago Press.
- 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.
- 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.
- Prus, K. (2013). Behavior and conservation of scalloped hammerheads (*Sphyrna lewini*) in the Eastern Tropical Pacific. *Natural Sciences Capstone Projects*, Paper 1.
- 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.
- Seebens, H., Gastner, M. y Blasius, B. (2013). The risk of marine bioinvasion caused by global shipping. *Ecol Lett*, 16, 782-790.
- Seminoff, J.A., Zárata, 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.
- Sierra, C. (2001a). El cerdo cimarron (*Sus scrofa*, Suidae) en la Isla del Coco: escarbadoras, alteraciones al suelo y erosión. *Rev Biol Trop*, 49, 1159-70.

- 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). (2017a). *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). (2017b). *Elaboración del Plan de Manejo Específico para el Control de Especies Exóticas Invasoras de Mamíferos en el Parque Nacional Isla del Coco. Reporte Final*. Grupo de Ecología y Conservación de Islas, A.C. Ensenada, B.C., México. 137p.
- 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. xp
- 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.
- Villegas-Retana, S.A, Durán-Apuy, A., y Picado-Rossi, A. (2016). Tamaño corporal de la lagartija *Hemidactylus frenatus* (Squamata: Gekkonidae) en el Parque Nacional Isla del Coco, Costa Rica. *Cuadernos de Investigación UNED*, 8, 103-105.
- 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.
- Zanella, I. (2015). Conservation of scalloped hammerhead shark (*Sphyrna lewini*) and its critical habitat in Golfo Dulce, Costa Rica. *19th Annual Scientific Conference of the European Elasmobranch Association*. Peniche, Portugal.
- Zanella, I., López-Garro, A., Martínez, F., Golfín-Duarte, G., y Morales, K. (2015). Poblaciones de tiburones en las bahías Chatham y Wafer del Parque Nacional Isla del Coco, Costa Rica. *Rev Biol Trop*, 64, 177-186.
- Zanella, I., y López-Garro, A. (2015). Abundancia, reproducción y tallas del tiburón martillo *Sphyrna lewini* (Carcharhiniformes: Sphyrnidae) en la pesca artesanal de Golfo Dulce, Pacífico de Costa Rica. *Rev Biol Trop*, 63, 307-317.