



Línea base de *Eretmochelys imbricata* y
Crocodylus acutus en el Golfo de
Guayaquil y el Archipiélago de Jambelí.



Reporte final – Consultoría línea base de *Eretmochelys imbricata* y *Crocodylus acutus* en el Golfo de Guayaquil y el Archipiélago de Jambelí.

Autor: Luis Manuel Fernández Porras – Ceiba Foundation for Tropical Conservation.

Fecha: Noviembre, 2018.

Dibujo portada: Cartel interpretativo de manglar del Parque Nacional Galápagos.

Fotos portada: Luis M. Fernández.

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS	4
INTRODUCCIÓN	5
OBJETIVOS	12
METODOLOGÍA	13
RESULTADOS	19
CONCLUSIONES	28
CONSIDERACIONES	29
RECOMENDACIONES	30
REFERENCIAS	33
ANEXOS	39

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, me gustaría agradecer a Conservación Internacional Ecuador por darme la oportunidad de participar en el Proyecto Marino–Costero llevando a cabo este estudio tan importante y necesario para la conservación de estas dos especies tan amenazadas. Además, quisiera agradecer al personal involucrado, Juan Alejo Chávez, Tito Navia, Marta Sánchez y Angélica Núñez por su colaboración a la hora de coordinar con las asociaciones que disponen de acuerdos de uso y custodia del manglar y con las autoridades de las distintas áreas.

En este sentido, quisiera agradecer al todo el personal del Refugio de Vida Silvestre Manglares El Morro, del Área de Producción Manglares El Salado y del Área Nacional de Recreación Isla Santay por las facilidades y la ayuda en la coordinación de los muestreos en sus respectivas áreas.

A la Unidad de Policía de Medio Ambiente de Guayaquil y a la Armada del Ecuador por prestar sus servicios de protección tan necesarios para poder llevar a buen puerto los muestreos.

De manera muy especial, quisiera agradecer a las distintas asociaciones por su predisposición, ayuda y buenos consejos a la hora de llevar a cabo los muestreos y a todas las personas que, de una forma o de otra han hecho posible este proyecto.

A todas las personas que he ido conociendo en cada una de las distintas comunidades, por su hospitalidad y calidez, por descubrirme las bondades que tienen las provincias de Guayas y El Oro.

A la presidenta de la Fundación Ceiba, Dra. Catherine L. Woodward, por su confianza, apoyo y facilitación a la hora de llevar a cabo el presente estudio. A todo el personal de la Reserva Bosque Seco Lalo Loor, por cubrir mis ausencias de forma extraordinaria.

1) INTRODUCCIÓN

Los ecosistemas marino-costeros albergan una gran biodiversidad, siendo hábitats importantes y prioritarios para numerosas especies; pero también soportan a numerosas comunidades costeras del Ecuador, proveyendo una gran cantidad de medios de vida para las mismas. Sin embargo, estos medios de vida no han sido desarrollados de una forma sostenible y ponen en grave peligro tanto su continuidad a largo plazo como la supervivencia de las especies que habitan dichos ecosistemas. Por poner un ejemplo, se calcula que entre 1969 y 2006 se perdieron más de 56.000 hectáreas de manglar en la costa ecuatoriana (un 27,6% de la cobertura original) cambiando su uso, fundamentalmente, para el establecimiento de piscinas camaroneras, cultivos agrícolas o por el desarrollo urbanístico (Fig. 1) (Carvajal et al., 2005; FAO, 2007; Polidoro et al., 2010; Bravo, 2013). Con todo, se estima que en Ecuador quedan 147.228,60 hectáreas de manglar, concentrado fundamentalmente en los estuarios Cayapas-Mataje, río Muisne, río Cojimíes, río Chone y Golfo de Guayaquil (CLIRSEN, 2006; Bravo, 2013).

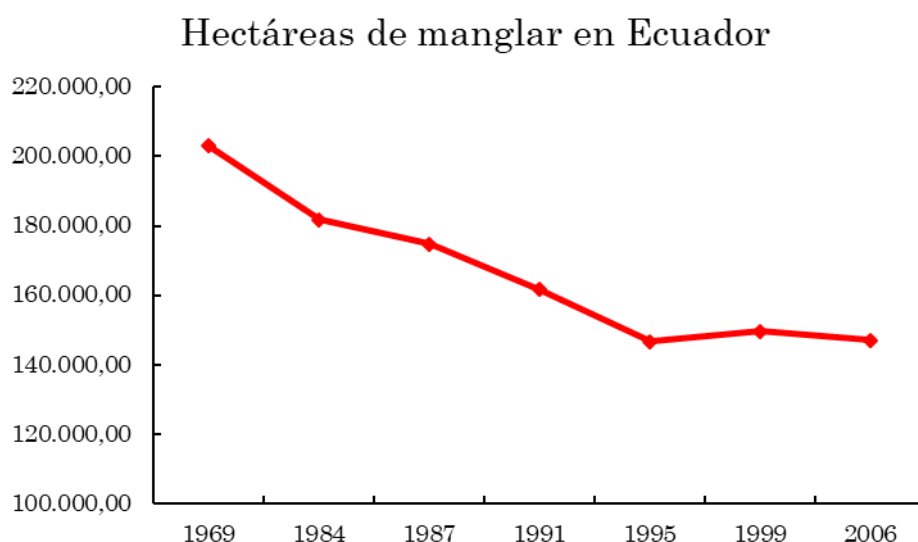


Figura 1: Variación en el área total de manglar en Ecuador entre 1969 y 2006.

Fuente: Bravo, 2010.

Para proteger estos remanentes de manglar se desarrolló una herramienta innovadora, los Acuerdos para el Uso Sustentable y la Custodia del Manglar, que mediante la cesión de los derechos de uso a asociaciones locales buscaban *“revertir la destrucción de los estuarios, asegurar su conservación y crear una alianza público-privada para el uso sustentable del recurso manglar”* (Bravo, 2013). Esta herramienta se ha probado efectiva y, mediante la misma, se han logrado proteger más de 67.000 hectáreas de manglar, fundamentalmente en las provincias de Guayas y Esmeraldas (Bravo, 2013; Núñez, 2016). Por otro lado, se han protegido otras zonas de manglar mediante la creación de áreas con distintas

figuras de protección, que abarcan unas 129.000 hectáreas¹ de este ecosistema y sus alrededores, según el Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP). Sin embargo, la creación de áreas protegidas no siempre es completamente efectiva para la protección de ciertas especies, especialmente las que tienen extensos “home-ranges” o las especies migratorias (Gredzens et al., 2014).

Las tortugas marinas son un buen ejemplo de ello. La separación entre sus hábitats de alimentación y de reproducción, en muchas ocasiones localizados a cientos o miles de kilómetros de distancia y en países distintos, dificultan su protección de manera efectiva, ya que en muchas ocasiones se necesitan iniciativas regionales para protegerlas por completo (Plotkin, 2003; Mortimer et al. 2007). Estas migraciones, además, les confieren una gran importancia en los ecosistemas que habitan, contribuyendo a las cadenas tróficas y al transporte de nutrientes en las zonas marino-costeras (Bouchard & Bjorndal, 2000; Mortimer & Donnelly, 2008).

En concreto, la tortuga carey (*Eretmochelys imbricata*, Linnaeus 1766) presenta una distribución circumtropical, anidando en, al menos, 70 países y habitando zonas costeras de unos 108 países (Mortimer & Donnelly, 2008; Gaos et al., 2010). Tradicionalmente, las áreas de alimentación se han relacionado con áreas costeras abiertas donde se encuentran arrecifes coralinos y otros sustratos rocosos (Meylan, 1988; Bjorndal & Bolten, 2010; Gaos et al., 2012a), en los que se alimentan de esponjas, cnidarios, cefalópodos y crustáceos, controlando las poblaciones de los mismos y contribuyendo a la salud de los arrecifes (Hill, 1998; León & Bjorndal, 2002; Bjorndal & Jackson, 2003). Si bien este es el caso en el Caribe y el Indo-Pacífico, lugares donde se ha realizado la mayor parte de la investigación con esta especie, de forma relativamente reciente, se ha descubierto la importancia de los ecosistemas de manglar en el Pacífico Oriental como zonas de alimentación de esta especie (Musick & Limpus 1997; Gaos et al., 2012a), probablemente debido a la gran productividad de estos ecosistemas (Dewalt et al., 1996) y buscando una alternativa ante la escasez de arrecifes coralinos (Gaos & Yáñez, 2012).

Esta población habita desde el norte de México hasta el norte de Perú y presenta playas de anidación en la mayoría de los países de la zona. Las más importantes se encuentran en Bahía Jiquilisco (El Salvador) y Estero Padre Ramos (Nicaragua). Estos dos países, junto con Ecuador y México se han establecido como prioritarios para expandir la investigación y las acciones de conservación de la tortuga carey (Gaos et al., 2010). Concretamente, en Ecuador, las principales playas de anidación se encuentran en el Parque Nacional Machalilla. En cuanto a las áreas de alimentación, los ecosistemas de manglar parecen ser

¹ Esta extensión se refiere a las áreas protegidas que incluyen manglar de forma específica (p.e.: Reserva Ecológica Manglares Cayapas-Mataje o Reserva de Producción de Flora y Fauna Manglares El Salado), pero no se tiene en cuenta el área de manglar protegida en áreas protegidas más heterogéneas, tales como Parques Nacionales (P. N. Galápagos) o Reservas Marinas (p.e.: R. M. Galera-San Francisco).

uno de los recursos más importantes en el país, de manera similar a lo descubierto para el resto de la población (Gaos et al., 2012a). Aunque sólo existían registros esporádicos en distintas zonas del Golfo de Guayaquil (Álava & Barragán-Paladines, 2017), recientes estudios con telemetría muestran el uso del Archipiélago de Jambelí como área de alimentación de hembras adultas que anidan en el P.N. Machalilla, mostrando una importante preferencia por pequeñas zonas con mangle en buen estado de conservación (Gaos et al., 2012). Sin embargo, este archipiélago no cuenta con ninguna figura de protección y está directamente influenciado por la ciudad de Machala, la quinta más grande del país (INEC, 2015).

La pérdida de hábitat es una de las principales amenazas para la vida silvestre en general y para las tortugas marinas en particular. El desarrollo costero destruye las playas de anidación de las tortugas marinas eliminando la vegetación costera, introduciendo especies dañinas (perros), contaminación lumínica... La pérdida de vegetación afecta especialmente a las tortugas carey ya que éstas prefieren anidar bajo la vegetación, lo cual les hace particularmente vulnerables a la desaparición de la misma (Mortimer & Donnelly, 2008). En cuanto a las áreas de alimentación, esta especie también se enfrenta a condiciones adversas. Los dos ecosistemas más importantes para la alimentación de tortugas carey, los arrecifes de coral y los manglares, son dos de los ecosistemas más amenazados del mundo (Wilkinson, 2000; FAO, 2007). Por un lado, los arrecifes de coral están sufriendo un blanqueamiento masivo debido al cambio climático, afectando a todas las especies que habitan o se alimentan de ellos (Sheppard, 2002; Mortimer & Donnelly, 2008). Por otro, los ecosistemas de manglar, han sido y siguen siendo deforestados a ritmos alarmantes. Distintos estudios estiman una pérdida de entre el 1-8% anual a nivel mundial (FAO, 2007; Miththapala, 2008; Polidoro et al., 2010). En América del Sur este ritmo se ha ralentizado desde un 0,69% en la década de los ochenta, hasta un 0,18% en el período 2000-2005 (FAO, 2007).

Un efecto asociado a este desarrollo costero es el incremento en el tráfico acuático, que se ha convertido en otra importante amenaza para la fauna marina y, en particular, para las tortugas carey del Pacífico Oriental. De hecho, las colisiones con botes a motor se consideran una de las principales amenazas para la especie en Ecuador (Gaos et al., 2010). A nivel regional, la captura incidental, el saqueo de nidos y la alteración del hábitat, principalmente por el desarrollo costero y el desarrollo de la acuicultura de camarón, son las principales amenazas (Gaos et al., 2010).

Históricamente, la principal amenaza para esta especie a nivel mundial era su captura para el uso de su caparazón. Se calcula que en el último siglo millones de tortugas fueron asesinadas para cubrir la demanda de los mercados europeo, estadounidense y asiático (Mortimer & Donnelly, 2008). El principal importador de caparazón de carey (o “bekko”) era Japón, que entre 1950-1992 importó el

equivalente a más de 1.300.000 tortugas, siendo unas 400.000 hembras adultas (Mortimer & Donnelly, 2008).

Estas y otras amenazas (captura para consumo de carne, captura para usos medicinales, contaminación...) han llevado a la especie al borde de la extinción, estando considerada como Críticamente Amenazada por la UICN desde 1996 (Mortimer & Donnelly, 2008). Dentro de la especie, la población del Pacífico Oriental es la más amenazada, hasta el punto de que se la consideraba ecológicamente extinta en la región (Gaos & Yáñez, 2012). Sin embargo, recientes esfuerzos llevados a cabo de manera regional, han demostrado que el número de ejemplares de esta población es más grande de lo que se pensaba (Gaos et al., 2010). Sin embargo, se necesita profundizar en la investigación de esta especie en la región para comprender mejor su ecología y poder protegerla de una manera efectiva.

En un estado igualmente preocupante se encuentra el cocodrilo de la costa (*Crocodylus acutus*, Cuvier 1807). Esta especie es la que presenta una distribución más amplia dentro de todos los cocodrilidos del Nuevo Mundo, estando presente en unos 18 países que abarcan desde la parte sur de Florida, en los Estados Unidos, hasta el norte de Perú, en la vertiente del Pacífico, y hasta el extremo oriental de Venezuela, en la vertiente del Caribe, así como numerosas islas del mar Caribe (Thorbjarnarson, 2010). En estos países, los cocodrilos habitan una gran cantidad de variados ecosistemas, generalmente ecosistemas costeros de aguas salinas, tales como estuarios, manglares, ciénagas, aunque también se los ha encontrado en ecosistemas de aguas dulces tierra adentro, hasta 1200 msnm (Thorbjarnarson, 2010; Ponce-Campos et al., 2012).

Es una especie relativamente grande, suele medir entre 5-6 metros, que alcanza la madurez sexual entre los 6-9 años, midiendo más de 1,8 metros (Rueda-Almonacid et al., 2007; Thorbjarnarson, 2010; Ortiz & Rodríguez-Guerra, 2017). Normalmente, excavan nidos en la temporada seca, buscando áreas arenosas que permanezcan sin inundarse, donde ponen entre 30-60 huevos (Thorbjarnarson, 2010). Sin embargo, en ocasiones pueden construir los nidos mediante la creación de un montículo de sedimento bajo el que depositan sus huevos (Thorbjarnarson 1989; Ortiz & Rodríguez-Guerra, 2017). La eclosión tiene lugar en la temporada de lluvias, de forma que los neonatos (de unos 25 cm) encuentran abundancia de alimento: insectos acuáticos, anfibios, cangrejos y peces pequeños, aunque cuando pasan a ser adultos modifican su dieta y se convierten en depredadores oportunistas (moluscos, crustáceos, peces, tortugas, iguanas, caimanes, aves, mamíferos) (Casas-Andreu & Barrios, 2003; Rueda-Almonacid et al., 2007; Ortiz & Rodríguez-Guerra, 2017).

En los ecosistemas que habitan, los cocodrilos cumplen un rol vital para la supervivencia de los mismos y es que, como depredadores en la cúspide de la pirámide alimenticia, regulan numerosos efectos en cascada, tales como el control

de las poblaciones de otros vertebrados o el reciclaje de nutrientes (Fittkau, 1970; Medem, 1981; Fernández et al., 2015). Sin embargo, su sobreexplotación en el pasado ha diezclado considerablemente su población tanto a nivel mundial como en Ecuador (Carvajal et al., 2005; Thorbjarnarson, 2010). Fundamentalmente, su captura era para la obtención de la piel, aunque también se usaba su carne, para alimentación; su grasa, como sustancia medicinal; y sus dientes, para artículos de decoración (Fiallos et al., 1979). Concretamente, en Ecuador, estos autores estimaron que entre 1930 y 1950 se exportaron unas 200.000 pieles. Si bien su captura fue prohibida por el Gobierno del Ecuador en 1959, la caza furtiva y accidental aún se siguen dando hoy en día (MAE, 2006), aunque en números mucho más reducidos que en el pasado.

Sin bien esta amenaza se ha reducido, la pérdida y degradación de su hábitat debido al desarrollo costero y a la acuicultura de camarón sigue en aumento (Ponce-Campos et al., 2012). Esta pérdida de hábitat es especialmente importante en ecosistemas de manglar, donde las zonas elevadas son las primeras en desaparecer causando la pérdida de sus áreas de anidación. Sin embargo, la plasticidad reproductiva de la especie le ha hecho adaptarse a usar zonas antropizadas para el establecimiento de nidos, lo cual ha hecho que sus poblaciones se recuperen a lo largo de gran parte de su distribución e, incluso, que vuelvan a colonizar zonas en donde había desaparecido (Mazzotti et al., 2007; Thorbjarnarson, 2010; Ponce-Campos et al., 2012). Por ello, la especie pasó de estar considerada como En Peligro a Vulnerable en el año 1994 (Ponce-Campos et al., 2012).

Sin embargo, Ecuador es la única región en la que las poblaciones de esta especie ni son estables ni se están recuperando, por lo que ha sido considerada como una de las biorregiones de máxima prioridad para la conservación de *C. acutus* (Thorbjarnarson et al., 2006; Thorbjarnarson, 2010) y por lo que está catalogada como En Peligro Crítico (Carrillo et al., 2005). Si bien era una especie relativamente común en el Golfo de Guayaquil, parece que su sobreexplotación en el pasado ha diezclado considerablemente su población (Carvajal et al., 2005). Los primeros muestreos de esta especie en la zona fueron llevados a cabo en 1978, cuando Fiallos et al. (1979) reportaron observaciones en la Reserva Ecológica Manglares Churute (9 observaciones) y estero Bajen (9-11 observaciones), así como en otras localizaciones en ecosistemas de agua dulce. Estos autores estimaron una densidad relativa de 0,90 individuos/km; mientras que Carvajal et al. (2005), en un estudio más exhaustivo, la redujeron a 0.45 individuos/km (0,27-0,63), reportando que, al menos, cuatro individuos habitaban en la parte terminal del Estero Plano Seco, en la Reserva de Producción de Fauna Manglares El Salado (MAE, 2006).

Como se puede apreciar, tanto la tortuga Carey como el cocodrilo de la costa están seriamente amenazados, pero especialmente las poblaciones que se encuentran en el Ecuador (Mortimer & Donnelly, 2008; Thorbjarnarson, 2010; Ponce-Campos

et al., 2012). Si bien el Golfo de Guayaquil y el Archipiélago de Jambelí se han reportado como hábitats importantes para las dos especies, los manglares de estas zonas también han sufrido una importante reducción, especialmente en el Archipiélago de Jambelí (Fig. 2). Además, esta zona es la más desarrollada del país, con todos los riesgos y las amenazas que esto supone tanto para el ecosistema y como para la vida silvestre que lo habita, y que sitúan este ecosistema en serio peligro de desaparecer (Bodero, 2005).

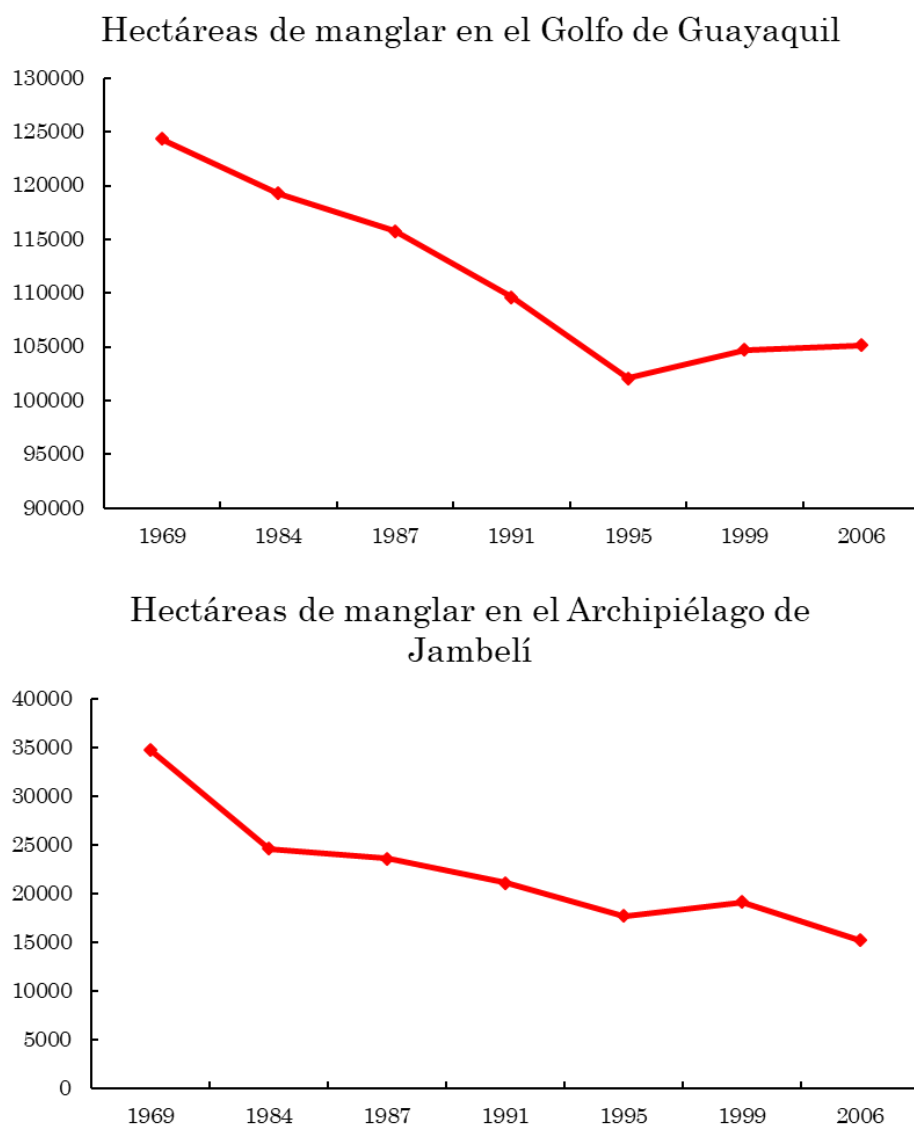


Figura 2: Variación en el área total de manglar en el Golfo de Guayaquil y en el Archipiélago de Jambelí entre 1969 y 2006. **Fuente:** Bravo, 2010.

En general, se necesita ampliar el conocimiento de las poblaciones de estas dos especies en el Golfo de Guayaquil y el Archipiélago de Jambelí desde numerosos puntos de vista, por ejemplo: ecología poblacional (número de individuos y estructura poblacional), uso de hábitat, composición genética... También se debe hacer un examen exhaustivo de las amenazas que están afectando a ambas especies, de forma conjunta o específica, y evaluar su magnitud y alcance para

conseguir desarrollar medidas de conservación efectivas (Bjorndal, 2000; MAE, 2006). Con este objetivo se desarrolla la presente propuesta, para poder ampliar la información disponible sobre las poblaciones de tortuga carey y cocodrilo de la costa que habitan el Golfo de Guayaquil y el Archipiélago de Jambelí, qué amenazas enfrentan y cómo estas les afectan, para así proponer medidas concretas, basadas en criterios científicos, que mitiguen estas amenazas para lograr una conservación efectiva en el largo plazo.

2) OBJETIVOS

a. Objetivo general

El objetivo principal de esta propuesta es conseguir información básica acerca del tamaño poblacional, el uso de hábitat y las amenazas enfrentadas por la tortuga Carey (*Eretmochelys imbricata*) y el cocodrilo de la costa (*Crocodylus acutus*) en el Golfo de Guayaquil y el Archipiélago de Jambelí con la intención de elaborar propuestas para la correcta protección de dichas especies.

b. Objetivos específicos

- Obtener datos para la caracterización de la población de *E. imbricata* en las zonas prioritarias para la especie, a saber: Campo Alegre, El Morro, Subida Alta, Isla Escalante e Isla Verde; todos ellos en la provincia de Guayas.
- Obtener datos para la caracterización de la población de *C. acutus* en las zonas prioritarias para la especie, a saber: Manglares de El Salado, Santay, Cerro de los Morreños y Sabana Grande en la provincia de Guayas; y Las Huacas y Puerto Jelí en la provincia de El Oro.
- Elaborar una lista detallada de las amenazas que enfrentan cada una de las especies en la zona estudiada con sugerencias para la mitigación de cada una de ellas. Esta lista estará priorizada de acuerdo a la importancia, magnitud y alcance de cada una de las amenazas.
- Realizar un análisis de las variables ambientales que pueden estar afectando la distribución de ambas especies en las zonas muestreadas.
- Elaborar infografía y cartelería para informar a las poblaciones locales y a los visitantes de las zonas de avistamientos de ambas especies y para concienciar acerca de las amenazas que éstas enfrentan.
- Publicar, al menos, un artículo científico por cada especie para que quede constancia entre la comunidad científica de la información recolectada.
- Llevar a cabo, al menos, dos talleres de capacitación para las autoridades correspondientes sobre el estado de conservación de las especies objeto del estudio, recomendaciones de manejo y cualquier información adicional necesaria para unas buenas prácticas en la observación de las mismas.

3) METODOLOGÍA

a. *Eretmochelys imbricata*.

La turbidez del agua en los manglares y el comportamiento propio de las tortugas carey cuando salen a la superficie (tiempos reducidos y posición) dificulta mucho su observación en estos ecosistemas (Byles & Swimmer, 1994; Bell & Parmenter, 2008; Gaos et al., 2012). Por ello, la metodología empleada combinó la observación directa de las tortugas, ayudados con trasmallos para cerrar el paso de las mismas por los canales, y la obtención de información por medio de cuestionarios a los pescadores de las distintas comunidades. Estos muestreos se realizaron en los sectores de Campo Alegre, Puerto El Morro, Isla Escalante, Isla Verde y Puerto Jelí (Fig. 3).

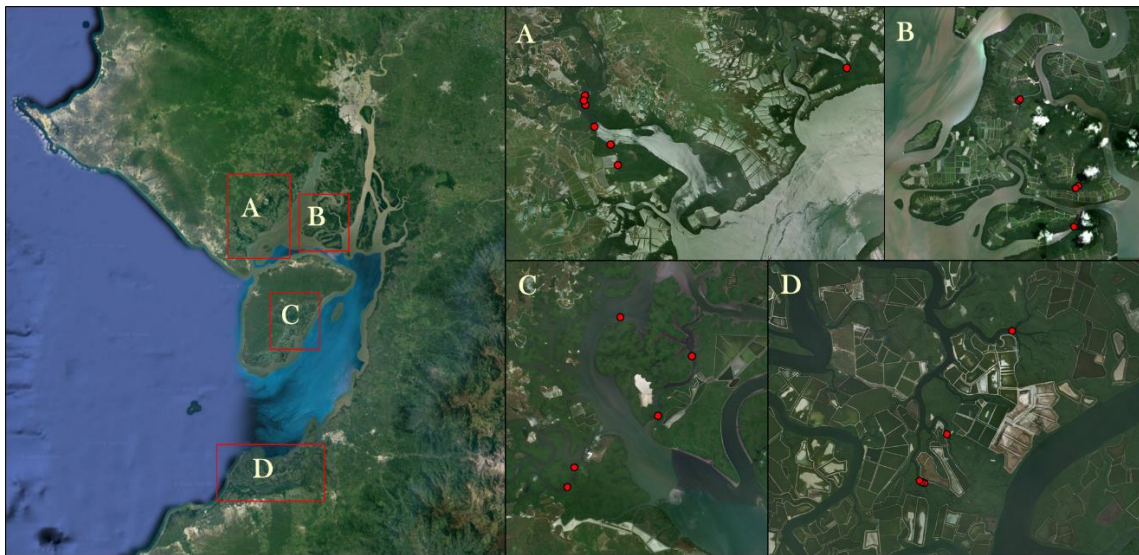


Figura 3: Mapa general del área de estudio de tortuga carey y detalles de los diferentes sectores con los lugares concretos en los que se realizaron muestreos. **A)** Puerto El Morro; **B)** Isla Escalante e Isla Verde; **C)** Campo Alegre; **D)** Puerto Jelí.

Los muestreos de tortugas en áreas de alimentación usan de forma general trasmallos (Ehrhart & Ogren, 2000). Este trasmallo se colocó de forma transversal a los canales, cerrando el paso por completo en los lugares en los que esto era posible, y estuvo vigilado en todo momento por el equipo de muestreo (Fig. 4).



Figura 4: Ejemplo de la colocación del trasmallo y vigilancia por parte de los equipos de muestreo.

En una primera fase, se utilizó un trasmallo de multifilamento de 140 metros de largo y unos 8 metros de largo con un ojo de malla de 8.5 pulgadas. Sin embargo, se comprobó que las tortugas no se enmallaban en él, bien porque podían verlo o bien porque el ojo era demasiado pequeño (Vélez–Rubio, *pers. com.*). Por tanto, se modificó el trasmallo para obtener un ojo de malla de 17 pulgadas, más acorde a los utilizados en estudios de tortugas marinas en otros lugares (Fig. 5) (p. e.: Carrión–Cortez et al., 2013).



Figura 5: Fotografía del antes (izquierda) y el después (derecha) de la modificación del trasmallo. Este se cortó para que de cada cuatro ojos quedase uno.

Los lugares escogidos para los muestreos se eligieron de forma preliminar en base a imágenes satelitales, buscando las áreas con mayor cantidad de vegetación de manglar, debido a las preferencias de la especie (Gaos et al, 2012), y buscando canales estrechos y poco profundos, para los cuales esta metodología está especialmente indicada (Ehrhart & Ogren, 2000). Sin embargo, algunas de las localizaciones se modificaron siguiendo los consejos de los pescadores locales y buscando zonas donde ellos suelen observar tortugas.

Se registraron todas las tortugas que fueron observadas en cada muestreo, para poder calcular las abundancias relativas (tortugas observadas/tiempo de muestreo). El número de ejemplares observados por muestreos es conservativo, ya que sólo se consideraron aquellos ejemplares de los que podíamos estar completamente seguros que eran distintos ejemplares (por especie, tamaño y/o

lado del trasmallo). Sin embargo, es posible que el mismo ejemplar fuese observado en muestreos distintos.

Para las tortugas que se pudo capturar, se procedió al marcaje temporal de las mismas mediante la aplicación de pintura no tóxica de secado rápido, de acuerdo a los estándares éticos internacionales. A cada tortuga se le marcó con un número consecutivo y con una marca distintiva para que pudieran ser reconocidas individualmente (Fig. 6A). Una vez marcadas se tomaron distintas medidas biométricas: la longitud curva mínima del caparazón (**CCL_{min}**, por sus siglas en inglés), la anchura curva máxima del caparazón (**CCW_{max}**) y el **peso** (Fig. 6B-C, respectivamente). Todas estas medidas se tomaron de acuerdo a Bolten (2000) y se registraron en una hoja de datos.

De forma complementaria a los muestreos descritos anteriormente, se elaboró un cuestionario para su distribución entre las asociaciones de pescadores y comunidades locales mediante sesiones de sociabilización del proyecto (Anexo I). Se aprovecharon estas sesiones para evaluar el conocimiento que los pobladores locales y pescadores tienen acerca de la tortuga carey, de su ecología, su estado de conservación y sus amenazas. En este cuestionario se preguntó acerca del conocimiento local sobre la especie, tasas de capturas incidentales, zonas de mayor frecuencia... Esta información se ha utilizado para, por un lado, ampliar la información registrada en los muestreos y, por otro, para valorar la magnitud de las distintas amenazas.



Figura 6: Proceso de marcaje (A), medición (B y C) y pesado (D) de cada tortuga capturada.

b. *Crocodylus acutus*.

Para muestrear los cocodrilos se llevaron a cabo muestreos nocturnos en forma de transectos lineales en una lancha a motor a una velocidad lenta. Estos muestreos se llevaron a cabo en los sectores El Salado, Santay y Puerto Jelí (Fig. 7). El resto de las zonas propuestas no se pudieron muestrear debido a la falta de protección ante el riesgo de ser asaltados por piratas (ver Sección 6 – Consideraciones).

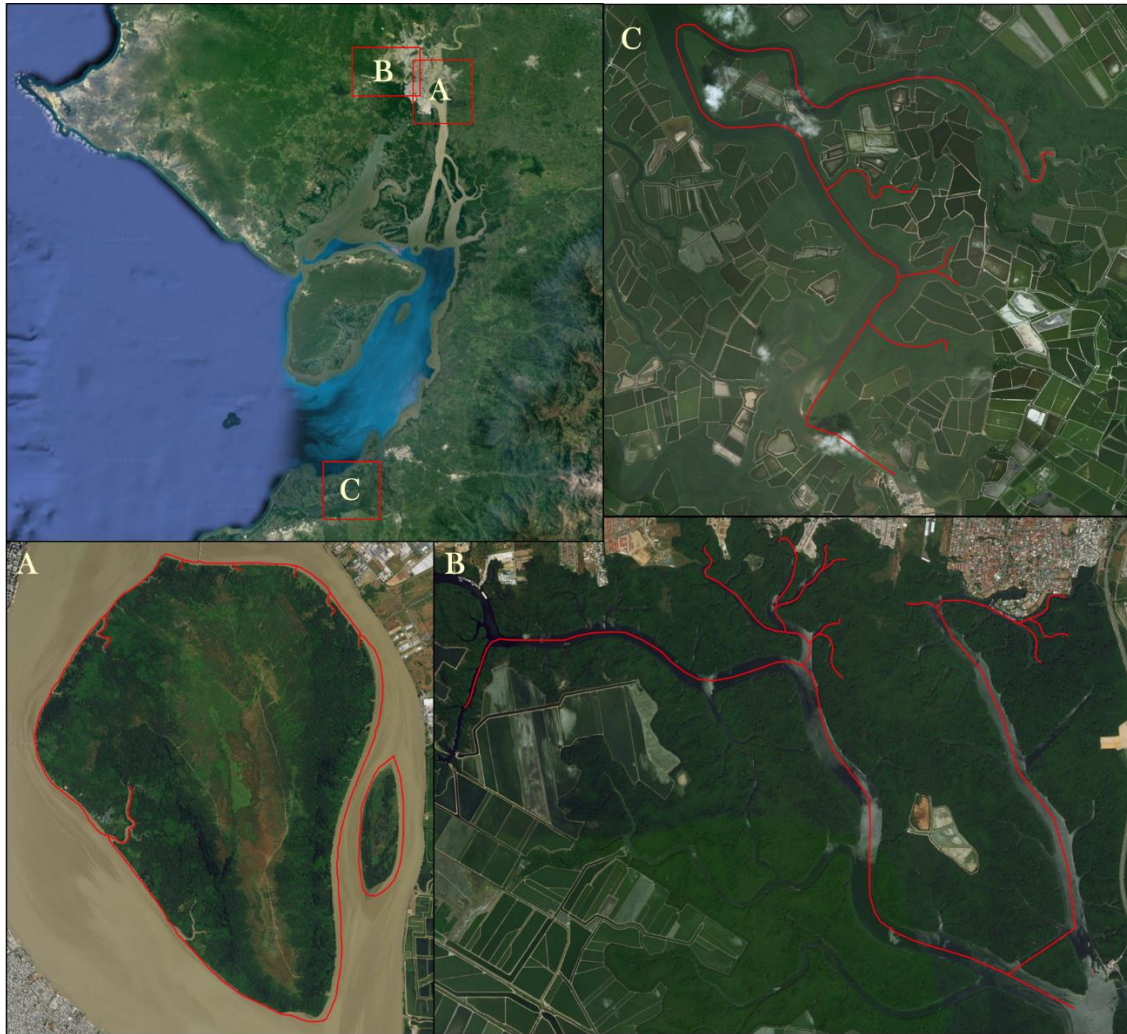


Figura 7: Mapa general del área de estudio de cocodrilo de la costa y detalles de los diferentes sectores con los lugares concretos en los que se realizaron muestreos. **A)** Isla Santay; **B)** El Salado; **C)** Puerto Jelí.

Los equipos de muestreo estaban equipados con linternas buscando el brillo en los ojos de los cocodrilos, provocado por la refracción de la luz en el “*tapetum lucidum*” (Fig.8-9) (Chabreck, 1966; Magnusson, 1983). Por ello, los muestreos se realizan en la noche (a partir de las 19:00h). Se han priorizado los muestreos con marea baja, ya que se ha demostrado que el estado de la marea influye en la detectabilidad de cocodrilos en la zona (Messel et al., 1981; Carvajal et al., 2005).

Cada individuo detectado fue clasificado en su clase de edad siguiendo la clasificación de Platt & Thorbjarnarson (2000), según la cual los individuos menores de 30 cm de longitud total (LT) son considerados neonatos, los individuos de entre 30-90 cm se consideran juveniles, los individuos entre 90-180 cm son considerados sub-adultos, y los individuos mayores de 180 cm son considerados adultos. Aquellos ejemplares que se sumergieron antes que su edad fuese determinada se consideraron “indeterminado”. La localización de cada uno de los ejemplares encontrados se registró en un dispositivo GPS (Garmin eTrex10).



Figura 8: Equipos de muestreo equipados con linternas buscando cocodrilos.



Figura 9: Ejemplo de brillo en los ojos de un cocodrílido (en este caso *Caiman crocodilus*).

4) RESULTADOS

a. Tortuga carey (*Eretmochelys imbricata*).

Se realizaron 22 muestreos de tortuga carey con una duración total de 20:19h (con una duración media de 4:11h) en diferentes puntos de los canales de las distintas zonas (Tabla 1). En ellos se observaron 23 tortugas, de las cuáles seis pudieron ser capturadas.

Sector	Nº muestreos (horas)	Tortugas observadas	Tortugas capturadas	Abundancia relativa
Campo Alegre	5 (20)	2	0	0,10
Puerto El Morro	7 (28)	5	1	0,18
Isla Escalante	4 (16)	0	-	0,00
Isla Verde	1 (6)	0	-	0,00
Puerto Jelí	5 (24)	16	5	0,67

Tabla 1: Resumen de los muestreos de tortugas marinas ordenados por sectores. Se presenta el número y las horas de muestreo, las tortugas observadas y las capturadas, y las abundancias relativas para cada sector.

El sector con mayor abundancia de tortugas fue Puerto Jelí, con 0,67 tortugas por hora de muestreo, seguido de Puerto El Morro, con 0,18, y de Campo Alegre, con 0,10 (Tabla 1). En los sectores de Isla Escalante e Isla Verde no se observó ninguna tortuga. Sin embargo, en el sector de Puerto Jelí, la mayoría de las tortugas observadas (13) fueron tortugas verdes (*Chelonia mydas*, Linnaeus 1758) y sólo tres fueron tortugas carey; mientras que tanto en Puerto El Morro como en Campo Alegre todas las tortugas observadas fueron carey.

En total se capturaron seis tortugas: dos careys, una en Puerto El Morro (juvenil) y otra en Puerto Jelí (adulto), y cuatro verdes, todas ellas en Puerto Jelí (dos juveniles y dos adultos) (Tabla 2). Todos los individuos capturados fueron hembras. Como se puede ver en la tabla 2, una de las tortugas carey adultas estaba marcada con placas de metal con los códigos EC327 y EC328. Los registros mantenidos por el Ministerio del Ambiente (MAE), muestran que este ejemplar anidó en la Reserva Marina El Pelado en dos ocasiones en la temporada 2016-2017 (MAE, *pers. comm.*). Este hallazgo confirma que en la zona de Puerto Jelí se encuentran hembras adultas de distintas áreas de reproducción (P.N. Machalilla y Reserva Marina El Pelado).

Especie	Sector	CCLmin (cm)	CCWmax (cm)	Peso (kg)	Notas
<i>E. imbricata</i>	Puerto El Morro	39,3	33,9	6,5	Muesca en la parte caudal del caparazón (embarcación). Cuatro epibiontes medianos en el caparazón; uno grande y 10 medianos en el plastrón.
<i>E. imbricata</i>	Puerto Jelí	87,3	76,2	84,0	Tortuga marcada con placas (EC328 y EC327). Marcas de golpes con embarcaciones. Un epibionte grande y algunos pequeños en el caparazón; varios grandes en el plastrón.
<i>C. mydas</i>	Puerto Jelí	79,3	74,9	55,0	Muesca en la parte caudal del caparazón (embarcación). Pequeños epibiontes en las

					aletas; uno mediano en el caparazón.
<i>C. mydas</i>	Puerto Jelí	52,1	49,4	16,0	Marcas de golpes con embarcaciones en la parte caudal izquierda del caparazón. Herida con la malla en la parte caudal derecha del caparazón. Sin epibiontes.
<i>C. mydas</i>	Puerto Jelí	83,2	76,4	64,0	Marcas de golpes con embarcaciones en la parte alta del caparazón.
<i>C. mydas</i>	Puerto Jelí	58,8	55,3	24,0	Un epibionte mediano en el caparazón.

Tabla 2: Detalle de las seis tortugas capturadas durante los muestreos.

En cuanto a la localización de las tortugas, a continuación se presentan una serie de mapas en los que se representan las zonas del manglar usadas por las tortugas (Figura 10A-C). En estos mapas se combina la información obtenida en los muestreos (tortugas observadas y/o capturadas) y la información proporcionada por los pescadores y habitantes de las comunidades locales. Se debe resaltar que el movimiento de las tortugas parece ser similar en los distintos sectores, utilizando la subida de marea para entrar en canales más estrechos y someros (presumiblemente para alimentarse) y la bajada para salir de los mismos, buscando canales más anchos y profundos. Sin embargo, es necesaria una investigación más en profundidad acerca del uso que las tortugas hacen del ecosistema de manglar para confirmar definitivamente esta observación.

Además de los muestreos en los canales, se llevaron a cabo 2 sesiones comunitarias en las que se capacitó a un total de 17 personas (Fig. 11A-B). En un principio estaba planificado realizar estas sesiones en otras comunidades, pero esto no fue posible por distintas razones. En dos de ellas (Puerto El Morro y San Jacinto de Santay) aunque se coordinó con los líderes para su celebración, estas no tuvieron lugar. En el resto de comunidades en las que se habían planificado inicialmente no se realizaron porque no pudimos llegar a las mismas por distintas razones logísticas, como la falta de protección en el transporte, y los muestreos en estas zonas se hicieron desde otras comunidades. Si bien, en todos los lugares visitados, se ha obtenido la mayor información posible mediante conversaciones informales con pescadores y habitantes locales.

En estas sesiones se expuso una presentación donde se proporcionaba información sobre las especies objeto de estudio y sus amenazas. En el caso de la tortuga carey también se les proporcionó información acerca de cómo evaluar su estado de salud si han pasado mucho tiempo en el trasmallo, ya que las tortugas marinas pueden experimentar un estado de coma del que pueden recuperarse si se les da unos cuidados apropiados (Castro, 2016). Estas sesiones de sensibilización tuvieron una buena acogida en los lugares en los que se pudieron realizar y los asistentes participaron activamente en las mismas. Se ha comprobado que existe un gran desconocimiento acerca de las distintas especies de tortugas marinas que habitan en estas zonas. Sólo algunos pescadores reconocen efectivamente a la tortuga carey y pueden distinguirla de otras especies, mientras que la mayoría llama “carey” indistintamente a todas las

especies de tortugas que encuentran en el manglar (en algunos casos incluso a tortugas terrestres como la tortuga mordedora). Por ello, la información que se presenta a continuación se refiere de forma general a “tortugas marinas”, ya que no podemos asegurar que cuando se refieren a “carey” sea realmente esta especie.

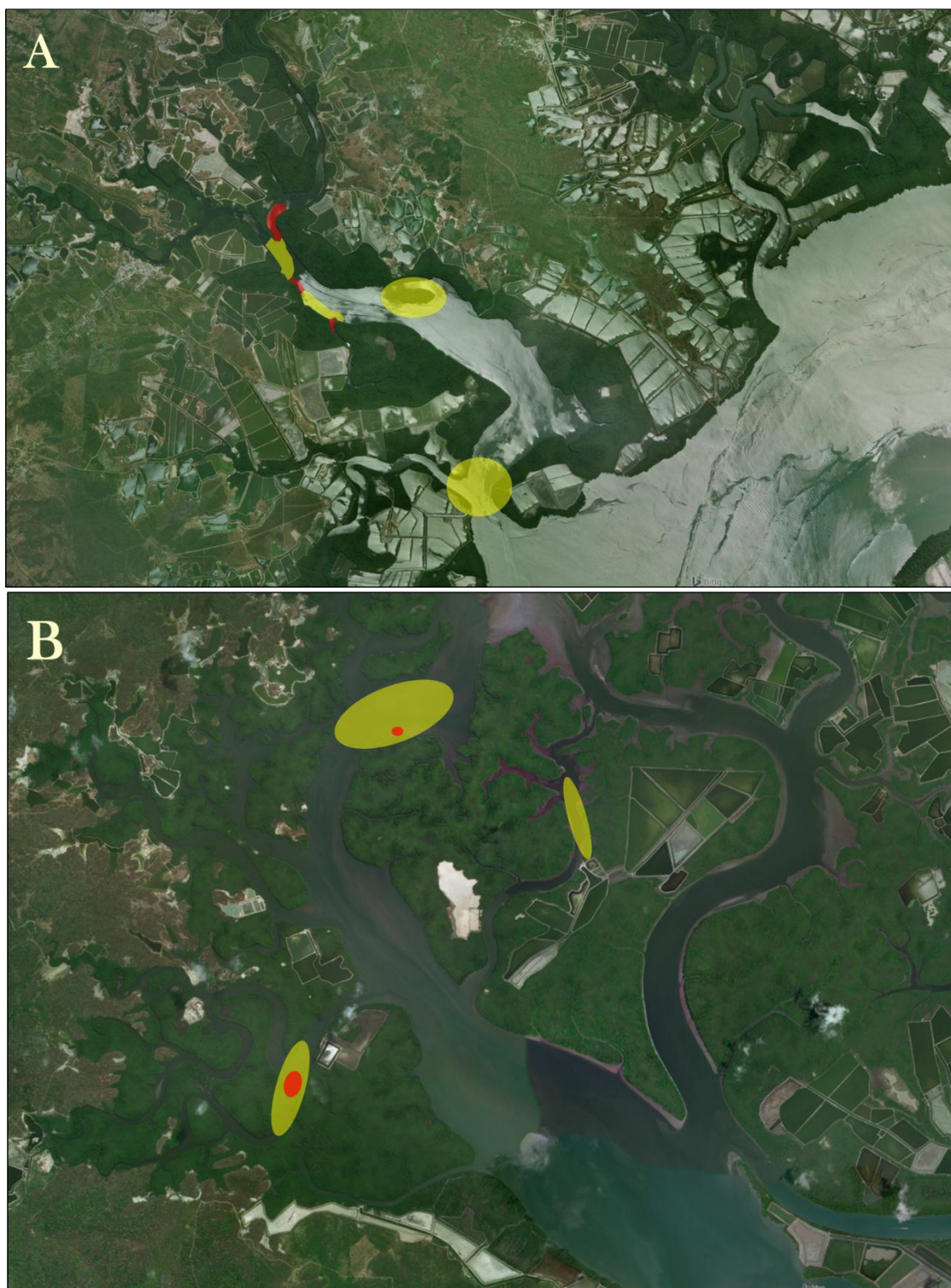




Figura 10: Representación de las áreas de manglar usadas por tortugas marinas en Puerto El Morro (A), Campo Alegre (B) y Puerto Jeli (C). Las áreas en rojo muestran las zonas en las que las tortugas fueron observadas y/o capturadas; las áreas en amarillo muestran las zonas en las que los pescadores locales reportaron la presencia de tortugas.



Figura 11: Fotos de las sesiones de sensibilización llevadas a cabo en Campo Alegre (izquierda) y Puerto Jeli (derecha).

En todos los lugares se ha podido constatar un declive muy importante de las poblaciones de tortugas marinas que, según los habitantes locales, antiguamente podían observarse de forma continua y extendida por toda el área de manglar mientras que ahora sólo se observan esporádicamente. Sólo en Puerto Jeli los pescadores mantienen que se pueden observar muchas tortugas en diversos lugares del manglar, algo que hemos podido comprobar, ya que es el único sector en el que hemos observado tortugas en todos los lugares muestreados, y que

también queda constatado en los resultados de radioseguimiento presentados por Gaos et al. (2012). Todas las personas entrevistadas son conscientes de este declive y de la influencia que ha tenido la captura indiscriminada de tortugas en el pasado. En todas las comunidades el consumo de carne, grasa, sangre y caparazones de tortugas era común. Aunque los pescadores son conscientes de la prohibición de capturar y consumir tortugas marinas, parece que esta amenaza aún persiste en algunos lugares (de acuerdo a la descripción proporcionada por una señora en Puerto Jelí, un familiar suyo adquirió y consumió dos tortugas carey en el último mes). Si bien este parece un caso aislado, debido al estado crítico de conservación de esta población debe asegurarse un estricto control en la captura y consumo de esta especie, ya que la pérdida de un solo ejemplar tiene un gran impacto para la misma.

En este sentido, también se ha podido constatar la amenaza que suponen para las tortugas marinas la captura incidental por medio de trasmallos y, en menor medida, de anzuelos. Si bien la mayoría de personas que capturaban tortugas de forma incidental reportaban liberarlas vivas (Fig. 12), en algunos de los casos se reportaban tortugas muertas por ahogamiento en el trasmallo. Además, tanto en Campo Alegre como en Puerto Jelí, los habitantes locales nos comunicaron la presencia de botes de otros lugares (fundamentalmente Puerto Bolívar) que capturaban las tortugas e, incluso, que las mataban sin intención de consumirlas, sino sólo para poder sacarlas del trasmallo. En este sentido, la bibliografía existente muestra que la captura incidental es una amenaza importante a nivel regional, presentando su mayor volumen dentro de la zona de estudio en Puerto Bolívar (Alfaro-Shigueto et al., 2018). También cabe mencionar que en la zona de Puerto Jelí se ha reportado casos esporádicos de pesca con explosivos. Si bien, sólo una persona nos comunicó esta actividad y no se conoce el efecto que la misma puede tener en las tortugas marinas, sería necesario contrastar y controlar esta actividad.



Figura 12: Dos ejemplares capturados de forma incidental en trasmallos y liberados vivos. Fotos cortesía de la Asociación de Usuarios Ancestrales de Pesca Artesanal “Campo Alegre”.

Otra amenaza que es ampliamente conocida por los habitantes locales y que hemos podido constatar en nuestros muestreos son los golpes con embarcaciones. Esta parece ser la amenaza más común entre todas las zonas de muestreo y la

más importante a nivel de magnitud. En todas las zonas existe un tráfico importante de botes y pescadores de las distintas zonas han reportado encontrar tortugas muertas con golpes de hélices en el caparazón, algo que también hemos



Figura 13: Muestra de la importancia de los golpes con embarcaciones como amenaza para las tortugas marinas en la zona de estudio. **A)** Tortuga muerta con profundas roturas en el caparazón causadas por las hélices de un motor; **B)** Tortuga verde con marcas de golpes con hélices en el caparazón; **C)** Tortuga Carey con muesca en la parte caudal del caparazón, presumiblemente causadas por un golpe con las hélices de un motor.

podido comprobar nosotros mismos (Fig. 13A). Además, de las seis tortugas capturadas, tres presentaron golpes con embarcaciones en el caparazón (Fig. 13B) y otras dos presentaban muescas en el caparazón que, presumiblemente, fueron causadas también por embarcaciones (Fig. 13C).

Además de estas amenazas, específicas para las tortugas marinas, existen otras, como la pérdida de hábitat y la contaminación, con un impacto más amplio en la biodiversidad de la zona. En cuanto a la primera, si bien se dan casos de tala de manglar en los distintos sectores, la magnitud y el alcance difieren mucho entre los mismos. Por un lado, el sector de Puerto El Morro, donde la presencia de personal del Ministerio del Ambiente de forma constante permite la actuación inmediata para evitar esta amenaza; y por el otro, zonas más aisladas, tales como Campo Alegre, donde esta presencia es más limitada debido a su aislamiento y, por tanto, la tala de manglar es mayor. En el lado positivo, en todas las zonas visitadas hemos observado zonas donde el manglar se está regenerando de forma natural e, incluso, recolonizando piscinas camaroneras que han sido abandonadas.

El caso de la contaminación también se presenta de forma común en las distintas zonas muestreadas, pero también varía en magnitud. La zona de Puerto El Morro es la que, de forma general, presentaba la menor cantidad de basura, mientras que la zona de Subida Alta y Puerto Jelí han sido las zonas con mayor cantidad de residuos en el manglar. De forma específica, como amenaza para las tortugas marinas, cabe destacar la presencia de fundas plásticas, costales y fragmentos de redes de pesca (redes fantasma) que podrían causar la muerte de las tortugas por ahogamiento. Todos estos elementos se encontraron en grandes cantidades en las distintas áreas de manglar y pueden causar la muerte por ahogamiento de las tortugas (Fig. 14).



Figura 14: Restos de redes de pesca, costales, fundas plásticas y demás basura encontrados en distintas zonas del manglar.

b. Cocodrilo de la costa (*Crocodylus acutus*).

Se realizaron cinco muestreos de cocodrilo de la costa, con una duración total de 16:16h (con una duración media de 3:15h) siguiendo distintos trayectos en las áreas de estudio (Tabla 3). En total se recorrieron 69,38 kilómetros en tres sectores (longitud media= 13,88 km).

Solamente se encontraron cocodrilos en la Reserva de Producción de Fauna Manglares El Salado, donde se encontraron seis ejemplares; la mayoría

concentrados en el Estero Plano Seco, en los alrededores de la Urbanización Puerto Azul. La composición de edades fue la siguiente: un adulto, dos sub-adultos, un juvenil y dos individuos indeterminados.

Sector	Nº muestreos (horas/kilómetros)	Cocodrilos observados	Densidad relativa
Estero Salado	2 (7:38 / 24,64)	6	0,24
Santay	2 (6:08 / 26,51)	0	0,00
Puerto Jeli	1 (2:30 / 18,23)	0	0,00

Tabla 3: Resumen de los muestreos de cocodrilo de la costa ordenados por sectores. Se presenta el número de muestreos, las horas y la longitud total por sector y las densidades relativas para cada uno.

En este sector el avistamiento de seis cocodrilos representa una densidad relativa de 0,24 ind/km. Esta densidad es menor a la encontrada por Carvajal et al. (2005), si bien estos autores también pudieron recorrer canales mucho más pequeños, equipados con canoas a remo, que no pudieron muestrearse esta vez. Sin embargo, estos autores reportan la existencia de, al menos, cuatro ejemplares habitando la parte terminal del Estero Plano Seco, mientras que, en este muestreo, podemos asegurar que, al menos, existen cinco ejemplares habitando esta zona. Por otro lado, puede que algunos ejemplares se desplazaran fuera de la zona debido al vertido de carburante que se produjo 11 días antes del muestreo, aunque el hecho de que los ejemplares observados se encontraran en una zona muy cercana a dicho derrame parece desestimar esta suposición.

La localización de estos caimanes es similar a la encontrada en el estudio citado anteriormente (Fig. 15). En dicho estudio, la explicación ofrecida es la presencia de efluentes de agua caliente proveniente de las centrales térmicas de la zona. Sin embargo, técnicos del Ministerio del Ambiente nos comunicaron que los habitantes de la Urbanización Puerto Azul alimentan a los caimanes, por lo que sugeriríamos que esta es la razón principal de su localización.

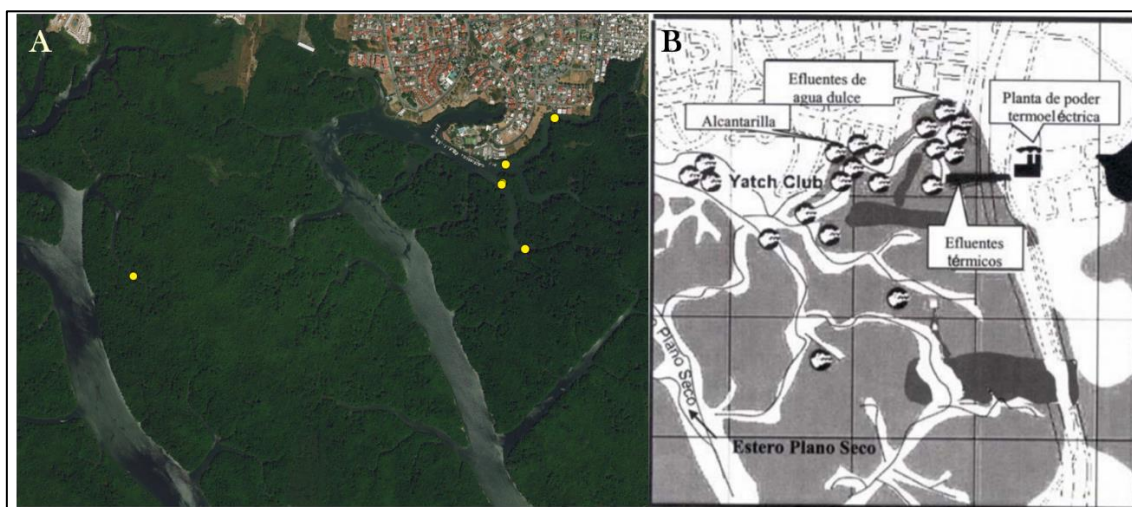


Figura 15: Comparación entre la localización de los individuos de cocodrilo de la costa en el sector de El Salado encontrados en el presente estudio (A) y en el estudio de Carvajal et al. (2005) (B).

En los otros dos sectores muestreados no se observó ningún ejemplar de cocodrilo, aunque en ambos sectores, tanto técnicos del Ministerio del Ambiente como pescadores locales, nos han reportado la observación de ejemplares de cocodrilo. En el sector de Santay se recorrió toda la zona propuesta y se amplió a la Isla del Gallo y a canales interiores de la Isla Santay, ya que en las entradas de estos pequeños esteros se habían reportado observaciones de la especie. En la zona de Puerto Jelí, sólo se pudo muestrear una pequeña parte de la zona propuesta debido a que los efectivos de la Armada del Ecuador debían volver al retén (ver Sección 6 – Consideraciones para más información).

En cuanto a las amenazas enfrentadas por esta especie las más importantes serían la pérdida de hábitat, especialmente el hábitat más adecuado para la anidación, y la contaminación. Estas dos amenazas son comunes a lo largo del rango de distribución de la especie, pero ésta ha podido enfrentarlas en otras zonas y sus poblaciones se encuentran estables o en crecimiento, no así en el área de estudio (Thorbjarnarson, 2010). Es posible que esto se deba a la falta de información y que la mayoría de ejemplares se encuentren en zonas menos desarrolladas y más remotas de las áreas de manglar del golfo, tales como el sector Cerro de los Morreños, donde no se han podido llevar a cabo muestreos estandarizados (ni en este monitoreo ni en estudios anteriores) para estimar la población real de cocodrilos en la zona. Tanto en este sector como en Sabana Grande los habitantes locales entrevistados aseguraban la presencia de cocodrilos en ambas zonas.

Esta posible localización remota de ejemplares de cocodrilo de la costa, junto con el problema de la inseguridad para llegar a la zona, hace que la población sea aun más vulnerable si cabe, ya que no se puede realizar un control efectivo de la captura y consumo de cocodrilos. El consumo ancestral de esta especie (carne, grasa y sangre) se ha reportado en distintos sectores (Puerto El Morro, Cerro de los Morreños, Puerto Jelí), pero en algunos aún existen captura y consumo de los mismos de forma esporádica (MAE, *pers. comm.*). Al igual que con la tortuga Carey, el estado crítico de conservación de esta especie, hace imprescindible intensificar el control de estas capturas.

En el caso de la contaminación la afectación que sufren los cocodrilos es más sutil que en el caso de las tortugas. Su posición en la cúspide de la cadena alimentaria hace que distintos contaminantes se acumulen en sus organismos debido a la bioacumulación (Kelly et al., 2007; Grant et al., 2013). En este caso, no sólo los plásticos y restos de basura presentes en los ecosistemas de manglar de los que ya hemos hablado, sino también los químicos procedentes de las piscinas camaroneras pueden tener un importante efecto en ellos. Estudios de bioacumulación llevados a cabo en caimanes mostraban la presencia de fertilizantes usados en la industria bananera y su influencia negativa en el estado de salud de los ejemplares, bien directamente o de forma indirecta, por ejemplo, reduciendo la cantidad de alimento disponible (Grant et al., 2013). Sería importante, por tanto, conocer cómo estas sustancias están afectando la ecología del manglar y a las diferentes especies, entre ellas los cocodrilos.

5) CONCLUSIONES

- La tortuga carey (*Eretmochelys imbricata*) está presente en distintas zonas del Golfo de Guayaquil y en el Archipiélago de Jambelí. Concretamente, queda confirmada su presencia en el sector Campo Alegre (Isla Puná), en el Refugio de Vida Silvestre Manglares El Morro y en Puerto Jelí. Estas zonas constituyen un área de alimentación importante para la especie, tanto para individuos adultos como juveniles.
- El sector de Puerto Jelí es el que presenta una mayor abundancia relativa de tortugas marinas. En este sector se encuentran, no sólo ejemplares de tortuga carey sino también ejemplares adultos y juveniles de tortuga verde (*Chelonia mydas*), siendo esta la más abundante en el sector.
- La combinación de los muestreos realizados en este monitoreo y la información científica disponible muestran que el sector de Puerto Jelí es un área de alimentación para ejemplares de tortuga carey de, al menos, dos áreas de anidación distintas: el Parque Nacional Machalilla y la Reserva Marina El Pelado.
- En las áreas muestreadas las tortugas marinas en general y la tortuga carey en particular enfrentan las mismas amenazas, aunque su magnitud y alcance varía entre los distintos sectores. Estas amenazas son: pérdida de hábitat, contaminación, captura incidental y, sobre todo, golpes con embarcaciones. Aún se reporta la captura para consumo de forma esporádica.
- El cocodrilo de la costa (*Crocodylus acutus*) presenta una población muy reducida en la zona de estudio. Sólo se ha podido comprobar su presencia en la Reserva de Producción de Fauna Manglares El Salado, donde ya se había registrado anteriormente. Diversos testimonios reportan la presencia de la especie en los sectores de Sabana Grande, Cerro de los Morreños y Puerto Jelí, pero esto no ha podido comprobarse.
- La densidad relativa estimada en la Reserva de Producción de Fauna Manglares El Salado es de 0,24 ind/km, menor que la reportada en el último estudio realizado en la zona. Sin embargo, esta menor densidad no puede considerarse como una reducción en la población, ya que en el estudio anterior se muestreaban canales más estrechos a los que no se ha podido acceder en esta ocasión.
- Se ha comprobado la existencia de, al menos, cinco ejemplares habitando la zona terminal del Estero Plano Seco, en los alrededores de la Urbanización Puerto Azul. Parece que la razón principal para que se mantengan en esta zona es la comida proporcionada por los habitantes de dicha urbanización.
- Las principales amenazas que enfrenta esta especie en la zona son la pérdida de hábitat, especialmente el más indicado para la anidación, y la contaminación. Además, se ha reportado el consumo esporádico de esta especie en algunos sectores.

6) CONSIDERACIONES

La inseguridad de la zona de estudio, debido a la presencia constante de embarcaciones de piratas, ha sido la principal dificultad a la hora de realizar el presente estudio. En el caso de los muestreos de tortuga carey sólo no se ha podido llegar al sector de Las Huacas, pero en el caso de los muestreos de cocodrilos esto ha sido mucho más difícil debido a la necesidad de hacerlos en horas de la noche.

El apoyo de efectivos de la Unidad de Policía del Medio Ambiente (UPMA) ha sido vital para poder llevar a cabo muchos de los muestreos. La coordinación con la UPMA realizada por los responsables de las distintas áreas protegidas y los técnicos del MAE permitió poder llevar a cabo los muestreos de cocodrilos tanto en la Reserva de Producción de Fauna Manglares El Salado como en el Área Nacional de Recreación Isla Santay.

Sin embargo, esta coordinación podría haber sido más efectiva si, desde el principio, se hubiese podido coordinar los muestreos de forma directa con los mandos a cargo en las distintas provincias, ya que de esta forma se podrían haber coordinado también los muestreos fuera de las áreas protegidas. Hacia las últimas sesiones de muestreos se nos proporcionó el contacto del Mayor Wilson Coloma, con quien pudimos coordinar el apoyo para los muestreos de tortugas de Isla Escalante e Isla Verde.

En el caso de la coordinación con la Armada del Ecuador el caso ha sido distinto. Tras proceder a la entrega de un oficio y su posterior aprobación por parte de los mandos de la Dirección Regional de El Oro (Anexo II), confirmando el apoyo del retén de Puerto Jelí para cuatro muestreos de cinco horas de duración, al llegar a dicho lugar comprobamos que esta información no había sido transmitida y que no podíamos recibir dicho apoyo. Tras insistir pudimos lograr el apoyo de dichos efectivos, pero sólo por tres horas durante una noche. Es por esto que sólo se pudo realizar un muestreo en el Archipiélago de Jambelí.

7) RECOMENDACIONES

La constatación de la presencia de tortuga carey en distintas zonas del área de estudio, estableciendo sus abundancias relativas, es un gran primer paso para la conservación de dicha especie en el Ecuador. Aunque estos muestreos parecen confirmar que la población de esta especie en la zona de estudio es pequeña, se deberían continuar y ampliar dichos muestreos para poder cubrir de forma efectiva la gran extensión de manglar que queda en esta región. El uso que las tortugas hacen de canales pequeños hace necesario un muestreo exhaustivo de las distintas zonas muestreadas y ampliar estos muestreos a otras zonas con manglar, como la Reserva Manglares Churute, donde su presencia podría confirmarse. Sería aconsejable comenzar estos muestreos en el sector de Puerto Jelí, donde la abundancia de tortugas es mayor.

Además, estos estudios deben ampliarse para conocer mejor la ecología de la especie en los ecosistemas de manglar. Por ejemplo, el marcaje empleado debería consistir en placas metálicas para, mediante muestreos sucesivos, poder dar estimaciones de la población. Este tipo de marcaje también permitiría comprobar la migración de estos ejemplares a playas de anidación (al igual que se ha podido comprobar en sentido opuesto en este estudio). Por otro lado, sería importante realizar un estudio de la dieta de las tortugas carey en los ecosistemas de manglar, ya que no existe información al respecto y es vital conservar sus recursos alimenticios para poder preservar la especie.

Estudios con emisores satelitales permitirían conocer el uso de hábitat que la especie hace del mismo. Por lo que hemos podido constatar en estos muestreos, parece que las tortugas aprovechan la subida de la marea para desplazarse a canales más estrechos y someros para alimentarse y salen de los mismos hacia canales más anchos y profundos durante la marea baja. Este movimiento es muy claro en el sector de Puerto Jelí y parece similar en Puerto El Morro y Campo Alegre; sin embargo, sería necesario comprobar esta observación de forma más científica.

En cuanto a las medidas de mitigación, se recomienda controlar el tráfico de embarcaciones en las zonas de mayor concentración de tortugas, por ejemplo, limitando el tipo de embarcaciones y/o la velocidad. Otra opción sería la de equipar los motores con guarda hélices de forma que las tortugas quedarían protegidas de las mismas, si bien aún recibirían un impacto que podría dañarlas se reduciría el daño que estas colisiones provocan.

Para reducir el impacto de la captura incidental en trasmallos algunos estudios han probado la eficacia de incorporar iluminación LED en los mismos (Ortiz et al., 2016). Estos dispositivos no presentan un elevado costo y no afectan a la pesca objetivo, por lo que es una solución prometedora para mitigar esta amenaza. Sería deseable poder implementar esta medida en la zona y monitorear los resultados, aunque el cumplimiento de la medida en caso de ser implementado parece difícil. Para facilitarlo, debería trabajarse de forma más directa con asociaciones de pescadores que usen este tipo de arte de pesca. En el presente

estudio se ha trabajado sobre todo con asociaciones de cangrejeros y concheros que disfrutaban de acuerdos de uso y custodia de manglar; sin embargo, estos no suponen una amenaza para las tortugas y ya conocen la importancia del ecosistema de manglar y de su conservación. Por otro lado, estudios regionales han mostrado un gran impacto de la mortalidad de tortugas marinas por captura incidental (Alfaro-Shigueto et al., 2018). Concretamente, en la zona de estudio, estos autores mostraron que el puerto con un mayor impacto es Puerto Bolívar, por lo que este debería ser el punto de partida para la implementación de medidas de mitigación referente a la captura incidental.

De todas formas, en las comunidades visitadas, se ha comprobado un importante desconocimiento de las distintas especies de tortugas que existen en estos ecosistemas y este debería ser el primer problema a corregir. En este sentido se debe ampliar el trabajo de sensibilización entre las poblaciones locales a nivel general, desde las escuelas hasta las distintas asociaciones de pescadores. Mediante la educación de la población acerca de la existencia de estas especies en sus comunidades, su estado de conservación y las amenazas que enfrentan se podría generar un cambio de actitud hacia todo el ecosistema, ya que son especies carismáticas que podrían usarse como paraguas para la conservación del manglar. Entre otras actividades se podrían realizar charlas, talleres, sesiones de limpieza de manglar... Esta última actividad ayudaría además a mitigar la amenaza de la contaminación.

Con respecto al cocodrilo de la costa, si bien se ha constatado la presencia de, al menos, cinco individuos habitando el tramo final del Estero Plano Seco, en la Reserva de Producción de Fauna Manglares El Salado, la densidad relativa en este punto es extremadamente baja (Carvajal et al., 2005). Además, el estado de inseguridad que se vive en la zona de estudio ha imposibilitado llevar a cabo estos muestreos en otros lugares en los que se han reportado cocodrilos. Por tanto, la principal recomendación en cuanto a esta especie sería la de desarrollar muestreos en dichas zonas mediante la coordinación con la Unidad de Policía del Medio Ambiente (UPMA).

Además, sería recomendable aprovechar dichos muestreos para obtener más información acerca de la especie. Por ejemplo, podrían tomarse muestras de sangre para estudiar la concentración de sustancias contaminantes y determinar si las diferentes sustancias químicas utilizadas en la industria camaronera están afectando el estado de salud de los cocodrilos y de qué manera.

Es importante también reforzar las medidas de control de las industrias locales para evitar sucesos como el vertido de crudo que se produjo en la Reserva de Producción de Fauna Manglares El Salado en octubre del presente año.

Otro aspecto importante a determinar es qué zonas están utilizando los cocodrilos para anidar, ya que este puede ser el recurso limitante que impida a la especie prosperar en la zona. Esta información podría obtenerse mediante la localización de neonatos o mediante el uso de emisores satelitales instalados en hembras adultas. Para mitigar esta amenaza en algunos lugares se han creado

áreas de anidación artificiales (Kushlan, 1988). El establecimiento de estas áreas de anidación artificiales, combinado con un programa de cría en cautividad (que podría ser implementado aprovechando la presencia de cocodrilos en cautiverio en el Área Nacional de Recreación Isla Santay), podría ayudar a traer esta especie de vuelta del borde de la extinción local.

8) REFERENCIAS

- Álava, J. J. & Barragán-Paladines, M. J. (2017). The missing hawksbill sea turtles (*Eretmochelys imbricata*) from the Guayaquil Gulf, Ecuador: Novel occurrence and conservation implications. *Journal of Marine Animals and Their Ecology* 9(1): 6-12.
- Alfaro-Shigueto, J.; Mangel, J. C.; Darquea, J. et al. (2018). Untangling the impacts of nets in the southeastern Pacific: Rapid assessment of marine turtle bycatch to set conservation priorities in small-scale fisheries. *Fisheries Research* 206: 185-192
- Bell, I. P. & Parmenter, C. J. (2008). The diving behavior of inter-nesting hawksbill turtles, *Eretmochelys imbricata* (Linnaeus 1766), on Milman Island reef, Queensland, Australia. *Herpetological Conservation and Biology* 3: 254-263.
- Bjorndal, K. A. (2000). Prioridades para la investigación en hábitats de alimentación. Pp. 13-15. In: Eckert, K. L.; Bjorndal, K. A.; Abreu-Grobois, F. A. & Donnelly, M. (eds.) (Traducción al español). *Técnicas de investigación y manejo para la conservación de las tortugas marinas*. UICN/CSE Grupo Especialista en Tortugas Marinas Publicación No. 4.
- Bjorndal, K. A. & Bolten, A. B. (2010). Hawksbill sea turtles in seagrass pastures: success in a peripheral habitat. *Marine Biology* 157: 135–145.
- Bjorndal, K. A. & Jackson, J. B. C. (2003). Role of sea turtles in marine ecosystems – reconstructing the past. In: Lutz, P. L.; Musick, J. A. & Wyneken, J. (eds.). *Biology of sea turtles, Vol. II*, pp. 259-273. CRC Press, Boca Raton.
- Bodero, A. (2005). El bosque de manglar en Ecuador. Reporte técnico sin publicar.
- Bolten, A. B. (2000). Técnicas para la medición de tortugas marinas. In: Eckert, K. L.; Bjorndal, K. A.; Abreu-Grobois, F. A. & Donnelly, M. (eds.) (Traducción al español). *Técnicas de investigación y manejo para la conservación de las tortugas marinas*. UICN/CSE Grupo Especialista en Tortugas Marinas Publicación No. 4.
- Bouchard, S. S. & Bjorndal, K. A. (2000). Sea turtles as biological transporters of nutrients and energy from marine to terrestrial ecosystems. *Ecology* 81: 2305-2313.
- Bravo, M. (2010). Interpretación del estudio multitemporal (CLIRSEN 1969-2006) de las coberturas de manglar, camarónicas y áreas salinas en la franja costera del Ecuador Continental”. Tesis de grado para la obtención de título de magister en ciencias con énfasis en manejo sustentable de recursos bioacuíáticos y medio ambiente, pp. 56, Universidad de Guayaquil, Facultad de Ciencias Naturales, Ecuador.

- Bravo, M. (2013). Alianza público-privada para la gestión de los manglares del Ecuador: Los acuerdos para el uso sustentable y custodia. USAID.
- Byles, R. A. & Swimmer, Y. B. (1994). Post-nesting migration of *Eretmochelys imbricata* in the Yucatan Peninsula. p. 202. *In*: Bjorndal, K. A.; Bolten, A. B.; Johnson, D. A. & Eliazar, P. J. (eds.) *Proceedings of the 14th annual symposium on sea turtle biology and conservation*. NOAA Technical Memorandum NMFS-SEFSC, Hilton Head, SC.
- Carrillo, E.; Aldás, S.; Altamirano-Benavides, M. A. et al. (2005). Lista roja de los reptiles del Ecuador. Fundación Novum Milenium, UICN-Sur, UICN-Comité Ecuatoriano, Ministerio de Educación y Cultura, Serie Proyecto Peepe, Quito, Ecuador, 46 pp.
- Carrión-Cortez, J.; Canales-Cerro, C.; Arauz, R. et al. (2013). Habitat use and diet of juvenile Eastern Pacific Hawksbill turtles (*Eretmochelys imbricata*) in the North Pacific Coast of Costa Rica. *Chelonian Conservation and Biology* 12(2): 235-245.
- Carvajal, R. I.; Saavedra, M. & Álava, J. J. (2005). Ecología poblacional, distribución y estudio de hábitat de *Crocodylus acutus* (Cuvier, 1807) en la “Reserva de producción de fauna manglares El Salado” del estuario del Golfo de Guayaquil, Ecuador. *Revista de Biología Marina y Oceanografía* 40(2): 141-150.
- Casas-Andreu, G. & Barrios, G. (2003). Hábitos alimenticios de *Crocodylus acutus* (Reptilia: Crocodylidae) determinados por el análisis de sus excretas en la costa de Jalisco, México. *Anales del Instituto de Biología*, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoología 74: 35-42.
- Castro, A. (2016). Manual de conservación y manejo de tortugas marinas para pescadores. *Monografías de la Asociación Chelonia*, Vol. XII. Asociación Chelonia.
- Chabreck, R. H. (1966). Methods of determining the size and composition of Alligator population in Louisiana. *Proceedings Annual Conference Southeast Association Game Fishing Community* 20: 105-112.
- CLIRSEN, (2006). Actualización del Estudio Multitemporal de los Manglares, Camaroneras y Áreas Salinas en la Costa Continental Ecuatoriana. Convenio de cooperación técnica entre el CLIRSEN y el Programa de Manejo de Recursos Costeros (PMRC).
- Dewalt, B. R.; Vergne, P. & Hardin, M. (1996). Shrimp aquaculture development and the environment: people, mangroves and fisheries on the Gulf of Fonseca, Honduras. *World Development* 24: 1193-1208.
- Ehrhart, L. M. & Ogren, L. H. (2000). Estudios en hábitats de alimentación: captura y manejo de tortugas. *In*: Eckert, K. L.; Bjorndal, K. A.; Abreu-

- Grobois, F. A. & Donnelly, M. (eds.) (Traducción al español). *Técnicas de investigación y manejo para la conservación de las tortugas marinas*. UICN/CSE Grupo Especialista en Tortugas Marinas Publicación No. 4.
- Food and Agriculture Organization (2007). *The world's mangroves 1980-2005*. FAO Forestry paper 153. Rome.
- Fernández, L. M.; Arias, M. & Khazan, E. S. (2015). Analysis of population density and distribution of Spectacled Caiman (*Caiman crocodilus*) in Caño Palma, Northeast Costa Rica. *Herpetological Conservation and Biology* 10(3): 959-968.
- Fiallos, A.; Zambrano, R. & Fritts, T. (1979). Estudios básicos sobre el cocodrilo (*Crocodylus acutus*) en la Cuenca del Río Guayas, Ecuador. Ministerio de Agricultura y Ganadería – Departamento de Interior, U.S. Fish and Wildlife Service. Guayaquil, Ecuador (Unpublished Technical Report).
- Fittkau, E. J. (1970). Role of caimans on the nutrient regime of mouth-lakes of Amazon effluents (an hypothesis). *Biotropica* 2: 132-142.
- Gaos, A. & Yáñez, I. (2012). Saving the Eastern Pacific Hawksbill from Extinction: Last Chance or Chance Lost? *In*: Seminoff, J. A. & Wallace, B. P. (eds.). *Sea Turtles of the Eastern Pacific Ocean: research advances, conservation challenges and signs of success*. University of Arizona Press, Tucson, Arizona.
- Gaos, A. R.; Abreu-Grobois, F. A. Alfaro-Shigueto, J. et al. (2010). Signs of hope in the eastern Pacific: international collaboration reveals encouraging status for the severely depleted population of hawksbill turtles *Eretmochelys imbricata*. *Oryx* 44: 595-601.
- Gaos A. R.; Lewison, R. L.; Wallace, B. P. et al. (2012). Spatial ecology of critically endangered hawksbill turtles *Eretmochelys imbricata*: implications for management and conservation. *Marine Ecology Progress Series* 450: 181-194.
- Gaos A. R.; Lewison, R. L.; Yáñez, I. L. et al. (2012a). Shifting the life-history paradigm: discovery of novel habitat use by hawksbill turtles. *Biology letters* 8: 54-56.
- Grant, P. B. C.; Woudneh, M. B. & Ross, P. S. (2013). Pesticides in blood from Spectacled Caiman (*Caiman crocodilus*) downstream of banana plantations in Costa Rica. *Environmental Toxicology and Chemistry* 32(11): 2576-2583.
- Gredzens, C.; Marsh, H.; Fuentes, M. M. P. B. et al. (2014). Satellite tracking of sympatric marine megafauna can inform the biological basis for species co-management. *PLoS One* 9(6):e98944.

- Hill, M. S. (1998). Spongivory on Caribbean reefs releases corals from competition with sponges. *Oecologia* 117: 143-150.
- Instituto Nacional de Estadística y Censos (2015). Censo de población y vivienda. Unidad de procesamiento de la dirección de estudios analíticos estadísticos (DESAE) – INEC.
- Kelly, B. C.; Ikonomou, M. G.; Blair, J. D. et al. (2007). Food web-specific biomagnification of persistent organic pollutants. *Science* 317: 236.
- Kushlan, J. A. (1988). Conservation and management of the American crocodile. *Environmental Management* 12(6): 777-790.
- León, Y. M. & Bjorndal, K. A. (2002). Selective feeding in the hawksbill turtle, an important predator in coral reef ecosystems. *Marine Ecology-Progress Series* 245: 249-258.
- Magnusson, W.E. (1983). Size estimates of crocodilians. *Journal of Herpetology* 17: 86-88.
- Mazzotti, F. J.; Brandt, L. A.; Moler, P. et al. (2007). American Crocodile (*Crocodylus actus*) in Florida: recommendation for endangered species recovery and ecosystem restoration. *Journal of Herpetology* 41(1): 122-132.
- Medem, F. (1981). *Los Crocodylia de Sur América*. Editorial Carrera, Bogotá, Colombia.
- Messel, H.; Vorlicek, G. C.; Wells, A. G. et al. (1981) *Surveys of tidal river systems in Northern Territory of Australia and their crocodile populations. Monograph 1*. Pergamon Press. Sydney, Australia.
- Meylan, A. B. (1988). Spongivory in hawksbill turtles: a diet of glass. *Science* 239: 393-395.
- Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2006. Estrategia para la conservación del cocodrilo de la costa. Acuerdo ministerial 142.
- Miththapala, S. (2008). Mangroves. Coastal Ecosystems Series Volume 2. Colombo Sri Lanka: Ecosystems and Livelihoods Group Asia IUCN. 28 p.
- Mortimer, J. A. & Donnelly, M. (IUCN SSC Marine Turtle Specialist Group) (2008). *Eretmochelys imbricata*. The IUCN Red List of Threatened Species 2008:e.T8005A12881238.<http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2008.RLTS.T8005A12881238.en>. Downloaded on 15 May 2018.
- Mortimer, J. A.; Meylan, P. A. & Donnelly, M. (2007). Whose turtles are they, anyway? News and Views Perspective Article. *Molecular Ecology* 16: 17-18.

- Musick, J. A. & Limpus, C. J. (1997). Habitat utilization and migration in juvenile sea turtles. *In*: Lutz, P. L.; Musick, J. A. & Wyneken, J. (eds.). *Biology of sea turtles, Vol. II*, pp. 259-273. CRC Press, Boca Raton.
- Núñez, A. E. (2016). Delineación de un modelo metodológico básico enmarcado en evaluar la efectividad de manejo de los Acuerdos de Uso Sustentable y Custodia de Manglar. Tesis de grado para la obtención de título de magister en manejo de biorecursos y medio ambiente, pp. 65, Universidad de Guayaquil, Facultad de Ciencias Naturales, Ecuador
- Ortiz, D. A. & Rodríguez-Guerra, A. (2017). *Crocodylus acutus*. *In*: Torres-Carvajal, O.; Pazmiño-Otamendi, G. & Salazar-Valenzuela, D. Reptiles del Ecuador. Version 2018.0. Museo de Zoología, Pontificia Universidad Católica del Ecuador.
- Ortiz, N.; Mangel, J. C.; Wang, J. et al. (2016). Reducing green turtle bycatch in small-scale fisheries using illuminated gillnets: the cost of saving a sea turtle. *Marine Ecology Progress Series* 545: 251-259.
- Platt, S. G. & Thorbjarnarson, J. B. (2000). Status and conservation of the American crocodile, *Crocodylus acutus*, in Belize. *Biological Conservation* 96: 13-20.
- Plotkin, P. (2003). Adult migrations and hábitat use. *In*: Lutz, P. L.; Musick, J. A. & Wyneken, J. (eds.). *Biology of sea turtles, Vol. II*, pp. 259-273. CRC Press, Boca Raton.
- Polidoro, B. A.; Carpenter, K. E.; Collins, L. et al. (2010). The loss of species: mangrove extinction risk and geographic areas of global concern. *PLoS One* 5(4):e10095.
- Ponce-Campos, P.; Thorbjarnarson, J. & Velasco, A. (IUCN SSC Crocodile Specialist Group) (2012). *Crocodylus acutus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2012: e.T5659A3043244.<http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2012.RLTS.T5659A3043244.en>. Downloaded on 15 May 2018.
- Rueda-Almonacid, J. V.; Carr, J. L.; Mittermeier, R. A. et al. (2007). *Las tortugas y los cocodrilianos de los países andinos del trópico*. Serie de guías de campo tropicales 6, Conservación Internacional, Bogotá, Colombia, 538 pp.
- Sheppard, C. R. C. (2002). Island elevations, reef condition, and sea level rise in atolls of Chagos, British Indian Ocean Territory. *Cordio* 3: 202-211.
- Thorbjarnarson, J. (1989). Ecology of the American crocodile, *Crocodylus acutus*. *Crocodiles: Their Ecology, Management and Conservation. A Special Publication of the Crocodile Specialist Group*, pp. 228-258. IUCN, Gland, Switzerland.

- Thorbjarnarson, J.; Mazzotti, F.; Sanderson, E. et al. (2006). Regional habitat conservation priorities for the American crocodile. *Biological Conservation* 128: 25-36.
- Thorbjarnarson, J. B. (2010). American Crocodile *Crocodylus acutus*. Pp. 46-53. *In*: Manolis, S. C. & Stevenson, C. *Crocodiles. Status Survey and Conservation Action Plan*. Third Edition, Crocodile Specialist Group: Darwin.
- Wilkinson, C. R. (2000). World-wide coral reef bleaching and mortality during 1998: A global climate change warning for the new Millennium=. *In*: Sheppard, C. R. C. (ed.). *Seas at the millennium: an environmental evaluation*. Elsevier Science, pp. 100.

ANEXO I

Modelo de cuestionario a rellenar por parte de los pescadores de las asociaciones locales.



CONSERVATION
INTERNATIONAL



Fundación
Ceiba

Cuestionario

Nombre: _____ **Edad:** _____

Comunidad: _____ **Ocupación:** _____

1 – ¿Conoce esta tortuga? SI / NO




2 – ¿Ha visto esta tortuga en el último mes? SI / NO
 ¿Y en los últimos 6 meses? SI / NO
 ¿Dónde? _____

3 – ¿Ha visto alguna otra tortuga? SI / NO

4 – ¿Ha capturado de forma incidental esta tortuga en el último mes? SI / NO
 ¿Con qué arte de pesca? _____
 ¿Y en los últimos 6 meses? SI / NO
 ¿Dónde? _____

5 – ¿Ha capturado alguna otra especie de tortuga? SI / NO

6 – ¿Alguna de las tortugas que observó presentaban alguna anomalía de las siguientes?:



Sin una o más aletas



Golpes/arañazos en el caparazón



Ectoparásitos



Fibropapiloma

ANEXO II

Oficio de respuesta ante la petición de apoyo para la realización de muestreos de cocodrilos en los sectores de Puerto Jelí y Las Huacas.



El Ecuador ha sido, es y será país amazónico

ARMADA DEL ECUADOR

DIRECCION REGIONAL DE LOS ESPACIOS ACUATICOS DE EL ORO



Oficio Nro. ARE-DIRGOR-OPE-2018-0235-O

Machala, 12 de octubre de 2018

Asunto: Dando contestación a Oficio.

Señor

Luis Manuel Fernández Porras MSc
COORDINADOR CIENCIA Y VOLUNTARIADO FUNDACIÓN CEIBA
Presente-

De mi consideración:

En referencia a su oficio de fecha 10 de octubre de 2018, emitido a esta Dirección Regional y con el fin de precautelar la seguridad del personal que realizará muestreos en el Archipiélago de Jambellí, Puerto Jellí y las Huacas, pongo en su conocimiento señor coordinador, que esta Capitanía de Puerto brindará el apoyo de seguridad para las fechas previstas, por lo que una unidad naval se encontrará por el área donde se realizarán dicha actividad.

Cabe indicar señor coordinador, que en caso de requerir transporte de personal voluntario abordó, por el momento no contamos con embarcaciones para traslado, por lo que deberán de gestionar el respectivo transporte.

Sin otro particular, me suscribo.

Atentamente,

DIOS, PATRIA Y LIBERTAD



Firmado digitalmente por:
Heinon Penttinen, Segura
Cédula: 1710547266
OID 0.9.2342.18000300.100.1
+penttinen
Fecha: 2018.10.13 17:23:07 -
0500
No. documento: OF-ARE-
DIRCOR-OPF-2018-0235-
Quif

Hernan Penaherrera Segura
Capitán de Fragata-EM

DIRECTOR REGIONAL DE LOS ESPACIOS ACUATICOS DE EL ORO

DRR / M. VALAREZO ROMERO