















## Tortugas marinas en el mosaico de conservación Bahía Málaga, Pacífico colombiano

### Sea Turtles in the Bahía Málaga Conservation Mosaic, Colombian Pacific

Karla G. Barrientos-Muñoz<sup>1\*</sup>, Maike Heidemeyer<sup>2</sup>, Luis Fernando Ortega-Gordillo<sup>2</sup>, Miller Valencia-Díaz<sup>3</sup>,  
 0000-0003-3963-5727  0000-0001-7547-5631  0000-0001-5156-404X  0000-0003-3877-1006

Carlos Andrés Hinojosa-Romero<sup>4</sup>, Santiago Valencia-González<sup>5</sup>, Héctor Javier Montaña<sup>6</sup>, María Claudia Diazgranados<sup>7</sup>,  
 0000-0001-9260-4263  0000-0002-0549-8958  0000-0001-7239-609X  0000-0001-8237-9840

Juan Pablo Caldas<sup>7</sup>, Edward Leonardo Sevilla-Dueñas<sup>8</sup>, Randall Arauz<sup>9</sup> y Cristian Ramírez-Gallego<sup>10</sup>  
 0000-0003-3997-389X  0000-0002-8319-7333  0000-0003-4907-0424  0000-0001-9485-5736

1. Fundación Tortugas del Mar – FTM, Iniciativa Carey del Pacífico Oriental – Icapo, Wider Caribbean Sea Turtle Conservation Network – Widecast y Parques Nacionales Naturales de Colombia, Los Corales del Rosario y de San Bernardo. [karla.barrientos@udea.edu.co](mailto:karla.barrientos@udea.edu.co)\*
2. Centro de Investigación en Limnología y Ciencias del Mar (CIMAR), Universidad de Costa Rica, San Pedro, Costa Rica; Centro de Rescate de Especies Marinas Amenazadas, Heredia, Costa Rica. [maike.heidemeyer@ucr.ac.cr](mailto:maike.heidemeyer@ucr.ac.cr), [luferorg@gmail.com](mailto:luferorg@gmail.com)
3. Consejo Comunitario de La Plata Bahía Málaga, Buenaventura y Asociación comunitaria de bahía Málaga Ecomanglar, Buenaventura. [ecomanglarpacifico@gmail.com](mailto:ecomanglarpacifico@gmail.com)
4. Asociación de pescadores tradicionales de Bahía Málaga Los Esteros, Buenaventura. [carloso1989@hotmail.es](mailto:carloso1989@hotmail.es)
5. Consejo Comunitario de las Comunidades Negras de la Plata Bahía Málaga, Buenaventura. [consejobahiamalaga@gmail.com](mailto:consejobahiamalaga@gmail.com)
6. Parques Nacionales Naturales de Colombia, Uramba Bahía Málaga. [regulacion.uramba@parquesnacionales.gov.co](mailto:regulacion.uramba@parquesnacionales.gov.co)
7. Conservation International Colombia. [mdiazgranados@conservation.org](mailto:mdiazgranados@conservation.org), [jcaldas@conservation.org](mailto:jcaldas@conservation.org)
8. Conservation International Colombia, Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca–CVC, Buenaventura. [biologosevilla@gmail.com](mailto:biologosevilla@gmail.com)
9. Centro de Rescate de Especies Marinas Amenazadas, Tibás, San José, Costa Ric., [rarauz@finsattached.org](mailto:rarauz@finsattached.org)
10. Fundación Tortugas del Mar – FTM y Iniciativa Carey del Pacífico Oriental–Icapo. [ramirezgallego.cristian@gmail.com](mailto:ramirezgallego.cristian@gmail.com)

\* Autor de correspondencia.

#### RESUMEN

Entre 2016–2020 se caracterizaron las especies y tamaños de las tortugas marinas presentes en el Mosaico de Conservación Bahía Málaga, Valle del Cauca por medio de monitoreo acuático y la entrega voluntaria por parte de los pescadores del área. El registro de individuos fue determinado mediante monitoreo acuático, que se dividió en tres fases: muestreo exploratorio, muestreo continuado, muestreo estandarizado, además de entregas voluntarias por los pescadores en sus faenas de pesca. Se emplearon 107 horas de esfuerzo para un total de 51 individuos de tortuga Carey (*Eretmochelys imbricata*) y negra (*Chelonia mydas*) registradas. Estos resultados contribuyen como línea base para el conocimiento de las tortugas marinas como estrategia efectiva para la investigación y conservación de bahía Málaga.

**PALABRAS CLAVE:** *Eretmochelys imbricata*, *Chelonia mydas*, monitoreo acuático, Océano Pacífico.

#### ABSTRACT

The species and sizes of sea turtles present in the Bahía Málaga Conservation Mosaic, Valle del Cauca, were characterized between 2016–2020 through aquatic monitoring and voluntary delivery by native fishermen. The registry of individuals was determined by aquatic monitoring, which was divided into three phases: exploratory sampling, continuous sampling, standardized sampling, plus voluntary deliveries by fishermen in their fishing tasks. A total of 107 hours of effort were used to detect 51 individuals of hawksbill (*Eretmochelys imbricata*) and black (*Chelonia mydas*) turtles. These results contribute as a baseline for the knowledge of sea turtles as an effective strategy for research and conservation in Bahía Málaga.

**KEYWORDS:** *Eretmochelys imbricata*, *Chelonia mydas*, in-water monitoring, Pacific Ocean.

DOI: <https://doi.org/10.25268/bimc.invemar.2022.51.1.1096>

Publicado por Invemar

Este es un manuscrito de acceso abierto bajo la licencia CC Reconocimiento-No Comercial-Compartir Igual

Published by Invemar  
This is an open Access article under the CC BY-NC-SA

## INTRODUCCIÓN

El océano Pacífico Oriental es una de las áreas más importantes de alimentación y anidación para cuatro especies de tortugas marinas (Groombridge y Luxmoore, 1989; Seminoff *et al.*, 2012). Su compleja oceanografía y biogeografía, caracterizada por su angosta plataforma continental, extensas áreas de aguas profundas y el fenómeno del Niño-Oscilación del Sur (ENSO) constituyen hábitats altamente dinámicos para las tortugas marinas, cuyas poblaciones se adaptaron con una plasticidad en su biología, comportamiento, morfología y demografía comparado con sus con-específicos en otras regiones del mundo (Seminoff *et al.*, 2012).

Las tortugas marinas son altamente migratorias con una compleja historia de vida que incluye la migración de adultos de áreas de alimentación a distantes áreas de reproducción y cambios ontogénicos que condiciona la distribución de juveniles en una variedad de hábitats marinos (Jensen *et al.*, 2013). En este complejo ciclo de vida, el hábitat de anidación ocupa menos de 1 % de su tiempo de vida promedio (Bjorndal, 1999a), pero es allí donde se realizan la mayor parte de los estudios por facilidad logística y menores costos. Los estudios en zonas de alimentación son difíciles y costosos (Rincón-Díaz y Rodríguez-Zárate, 2004), pero para comprender la historia de vida de las tortugas marinas y gestionar de manera efectiva su conservación, es indispensable realizar esfuerzos en zonas de alimentación, tránsito y residencia (Bjorndal, 1999b; Broderick *et al.*, 2007; Gaos *et al.*, 2012; Barrientos-Muñoz *et al.*, 2015a, 2015b; Páez *et al.*, 2015; Ramírez-Gallego *et al.*, 2015). Por lo cual, monitoreos continuos, sistemáticos y estandarizados son urgentes para conocer el estado actual de las tortugas marinas, que además permitan comprender el aporte de las tortugas marinas de esta zona para las poblaciones del Pacífico Oriental (Barrientos-Muñoz *et al.*, 2015a; Barrientos-Muñoz *et al.*, 2015b; Páez *et al.*, 2015; Ramírez-Gallego *et al.*, 2015; Barrientos-Muñoz *et al.*, 2020).

De las cinco especies de tortugas marinas identificadas en Colombia, cuatro tienen presencia en el Pacífico: la tortuga caná (*Dermochelys coriacea*), la tortuga verde del Pacífico y en la región conocida como “tortuga negra” (*Chelonia mydas*), la tortuga carey (*Eretmochelys imbricata*) y la tortuga golfina (*Lepidochelys olivacea*), todas categorizadas como especies bajo algún riesgo de extinción por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN por sus siglas en inglés) (Seminoff,

## INTRODUCTION

The Eastern Pacific is one of the most important feeding and nesting areas for four sea turtle species (Groombridge and Luxmoore, 1989; Seminoff *et al.*, 2012). Its complex oceanography and biogeography, characterized by its narrow continental shelf, extensive deep-water areas, and the El Niño-Southern Oscillation (ENSO), constitutes highly dynamic habitats for sea turtles, which populations have adapted with plasticity in their biology, behavior, morphology, and demographics in comparison with their conspecifics in other regions of the world (Seminoff *et al.*, 2012).

Sea turtles are highly migratory, with a complex life history that includes the migration of adults from feeding areas to distant reproduction zones and ontogenetic changes, which condition the distribution of juveniles in a variety of marine habitats (Jensen *et al.*, 2013). In this complex life cycle, the nesting habitat takes up less than 1 % of the average lifespan (Bjorndal, 1999a), but it is there where most studies are conducted due to easier logistics and lower costs. Conducting studies in feeding areas is difficult and expensive (Rincón-Díaz and Rodríguez-Zárate, 2004), but in order to understand the life story of sea turtles and effectively manage their preservation, it is essential to make efforts in feeding, transit, and residence areas (Bjorndal, 1999b; Broderick *et al.*, 2007; Gaos *et al.*, 2012; Barrientos-Muñoz *et al.*, 2015a, 2015b; Páez *et al.*, 2015; Ramírez-Gallego *et al.*, 2015). Therefore, continuous, systematic, and standardized monitoring is urgent to know the actual state of sea turtles, which also allow us to understand their contribution of sea turtles in this area for populations in the Eastern Pacific (Barrientos-Muñoz *et al.*, 2015a, 2015b, 2020; Páez *et al.*, 2015; Ramírez-Gallego *et al.*, 2015).

Four out of the five marine turtle species identified in Colombia are present in the Pacific: the leatherback sea turtle (*Dermochelys coriacea*), the green Pacific turtle (*Chelonia mydas*, also known in the region as “black turtle”), the hawksbill sea turtle (*Eretmochelys imbricata*), and the olive ridley sea turtle (*Lepidochelys olivacea*). All of these are classified as species at some risk of extinction by the International Union for the Conservation of Nature (IUCN) (Seminoff, 2004; Abreu-Grobois and Plotkin, 2008; Mortimer and Donnelly, 2008; Wallace *et al.*, 2013) and, at the national level, by the Colombian Red Book of Reptiles (*Libro rojo de reptiles de Colombia*, 2015) (Barrientos-Muñoz *et al.*, 2015a, 2015b; Páez *et al.*, 2015; Ramírez-Gallego *et al.*,

2004; Abreu-Grobois y Plotkin, 2008; Mortimer y Donnelly, 2008; Wallace *et al.*, 2013) y a nivel nacional por el Libro Rojo de Réptiles de Colombia (2015) (Barrientos-Muñoz *et al.*, 2015a, 2015b; Páez *et al.*, 2015; Ramírez-Gallego *et al.*, 2015). Además, todas se encuentran en el Apéndice I de CITES y están protegidas por diferentes normativas nacionales e internacionales (ver fichas de tortugas marinas en Morales-Betancourt *et al.*, 2015).

De acuerdo con Barreto-Sánchez (2011), en el Pacífico colombiano 40 % de las investigaciones en tortugas marinas son llevadas a cabo en playas de anidación y solo 12 % en zonas de alimentación. En el departamento del Chocó, se han llevado a cabo principalmente estudios en playas de anidación de la tortuga golfina en el Parque Nacional Natural (PNN) Utría y su zona de amortiguamiento (Amorocho *et al.*, 1992; Amorocho, 1993; Martínez, 1999; Martínez y Páez, 2000; Hinestroza y Páez, 2001; Barrientos-Muñoz *et al.*, 2014; Barrientos-Muñoz *et al.*, 2014, 2015b) y se registra anidación esporádica de la tortuga negra (Barrientos-Muñoz *et al.*, 2013). Mientras que los juveniles de carey han sido observados en los parches de coral de Punta Diego y el arrecife de la Aguada del PNN Utría (Ramírez-Gallego obs.). De manera similar, en el departamento de Nariño, en el PNN Sanquianga, los estudios se han enfocado en playas de anidación de la tortuga golfina y tortuga negra (Ceballos-Fonseca *et al.*, 2003; Caicedo *et al.*, 2009; Muñoz *et al.*, 2010). Estudios que implican zonas de anidación y alimentación provienen únicamente del departamento del Cauca, en el PNN Gorgona (McCormick, 1996; Sánchez y Quiroga, 2002; Pavia *et al.*, 2007; Gaos *et al.*, 2010; Payán *et al.*, 2010; Zorilla, 2011; Tobón-López y Amorocho, 2014). Donde se registra la anidación de la tortuga golfina y de la tortuga negra esporádicamente, además de la presencia en agua de la tortuga caná y carey (McCormick, 1996; Amorocho *et al.*, 2001; Sánchez y Quiroga, 2002; Payán *et al.*, 2010; Zorilla, 2011; Rivera-Gómez *et al.*, 2016).

En 2003, el Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras–Invemar realizó un recorrido por el Pacífico colombiano para confirmar especies, sitios de anidación y alimentación de tortugas marinas, pero el sector comprendido entre la bahía de Buenaventura y Cabo Corrientes no fue recorrido por presupuesto y se afirma que, al ser un área con manglares y acantilados, no son hábitats típicos para las tortugas marinas (Ceballos-Fonseca *et al.*, 2003). De manera consecuente, el departamento del Valle del Cauca es el sitio de menor información sobre las tortugas marinas a lo largo del litoral Pacífico colombiano. En el Santuario

2015). Moreover, all of the species are in Appendix I of the CITES, and they are protected by different national and international regulations (see marine turtle sheets in Morales-Betancourt *et al.*, 2015).

According to Barreto-Sánchez (2011), in the Colombian Pacific, 40 % of the research on sea turtles is conducted on nesting beaches and only 12 % in feeding areas. In the department of Chocó, studies have been carried out mainly on the nesting beaches of the olive ridley sea turtle in the Utría National Natural Park (PNN) and its buffer zone (Amorocho *et al.*, 1992; Amorocho, 1993; Martínez, 1999; Martínez and Páez, 2000; Hinestroza and Páez, 2001; Barrientos-Muñoz *et al.*, 2014, 2015b), and a sporadic nesting of the black turtle has been recorded (Barrientos-Muñoz *et al.*, 2013), whereas hawksbill sea turtle juveniles have been observed in coral patches in Punta Diego and the Aguada reef of the Utría PNN (Ramírez-Gallego, unpublished data). In a similar way, in the department of Nariño, in the Sanquianga PNN, studies have focused on the nesting beaches of the olive ridley sea and black turtles (Ceballos-Fonseca *et al.*, 2003; Caicedo *et al.*, 2009; Muñoz *et al.*, 2010). Studies involving nesting and feeding areas are only found in the department of Cauca, in the Gorgona PNN (McCormick, 1996; Sánchez and Quiroga, 2002; Pavia *et al.*, 2007; Gaos *et al.*, 2010; Payán *et al.*, 2010; Zorrilla, 2011; Tobón-López and Amorocho, 2014), where the sporadic nesting of the olive ridley sea and black turtles has been recorded, in addition to the presence of the leatherback and hawksbill sea turtles in the water (McCormick, 1996; Amorocho *et al.*, 2001; Sánchez and Quiroga, 2002; Payán *et al.*, 2010; Zorrilla, 2011; Rivera-Gómez *et al.*, 2016).

In 2003, the Marine and Coastal Research Institute (Invemar) toured the Colombian Pacific to confirm the species and nesting and feeding sites of sea turtles, but the sector comprising the Buenaventura Bay and Cabo Corrientes was not included due to a lack of budget, and it has been argued that, since it is an area with mangroves and cliffs, it is not a typical habitat for sea turtles (Ceballos-Fonseca *et al.*, 2003). Consequently, the department of Valle del Cauca is the place with the least information on sea turtles along the Colombian Pacific littoral. In the Malpelo Fauna and Flora Sanctuary, there have been sporadic sightings of hawksbill sea and green Pacific sea turtles during shark monitoring (Fundación Malpelo, pers. comm.). In the Málaga Bay, Puerto España beach has been recorded as a nesting site for the olive ridley sea turtle (Merizalde *et al.*, 2005; Núñez, 2007; Barreto-Sánchez, 2011; Cubillos, 2016). The

de Fauna y Flora Malpelo, hay avistamiento esporádico de tortugas juveniles de carey y negras, mientras se realiza el monitoreo de los tiburones (Fundación Malpelo, com. pers). En bahía Málaga, la playa de Puerto España ha sido registrada como un sitio de anidación para la tortuga golfina (Merizalde *et al.*, 2005; Nuñez, 2007; Barreto-Sánchez, 2011; Cubillos, 2016); y las comunidades asentadas al interior de la bahía, confirman el avistamiento en agua y una continua interacción de tortugas marinas en sus artes de pesca artesanal. Barrientos *et al.* (2020) registraron la primera hembra de tortuga carey para el Pacífico colombiano en el mosaico de conservación de bahía Málaga.

El presente estudio hace parte del primer esfuerzo interinstitucional, intersectorial y comunitario entre el 2016 – 2020 en el Pacífico de Colombia dirigido a identificar las especies de tortugas marinas, tamaños, estructura poblacional, potenciales sitios de alimentación, residencia y/o tránsito y amenazas por medio del monitoreo acuático y la entrega voluntaria de pescadores locales de las tortugas marinas que ocurren en el mosaico de conservación bahía Málaga.

## ÁREA DE ESTUDIO

El mosaico de bahía Málaga (3°56'–4°05' N, 77°19'–77°21' O) se encuentra localizada en el Pacífico Oriental, en la vertiente occidental de la cordillera Occidental, en el Pacífico colombiano, departamento del Valle del Cauca, Distrito de Buenaventura (Cantera *et al.*, 1999) (Figura 1). Tiene un área aproximada de 136 km<sup>2</sup>, correspondiente a su componente marino-costero. La bahía es reconocida como zona estuarina con playas arenosas, rocosas y fangosas, además con acantilados y aproximadamente 3000 ha de bosques de manglar (Cantera, 1991; Cantera *et al.*, 1999). Presenta una humedad relativa de 90 % y una precipitación de 9000 mm, con un bosque muy húmedo tropical (bmh-T).

Bahía Málaga es un ecosistema estratégico del Pacífico oriental tropical, por los bienes y servicios ambientales que provee y por ser hábitat de una amplia diversidad de especies (Castellanos-Galindo *et al.*, 2006; Molina *et al.*, 2006; Invemar *et al.*, 2006). El mosaico de conservación constituido por el PNN Uramba–Bahía Málaga, el Parque Regional Natural (PRN) de La Sierpe, el Distrito de Manejo Integrado (DMI) La Plata, Bahía Málaga, territorios colectivos de comunidades negras y resguardos indígenas. El mosaico es el resultado del trabajo continuo y coordinado entre autoridades ambientales de índole nacional y regional como Parques Nacionales Naturales de Colombia

communities settled in the bay confirm their sightings in water and a continuous interaction with sea turtles in their artisanal fishing gears (Barrientos-Muñoz and Ramírez-Gallego, unpublished data). Barrientos *et al.* (2020) recorded the first hawksbill sea turtle female for the Colombian Pacific in the Málaga Bay Conservation Mosaic. This study is part of the first interinstitutional, intersectoral, and community effort made between 2016 and 2020 in the Colombian Pacific and aimed at identifying marine turtle species, as well as their sizes, population structure, potential feeding, residence, and/or transit sites, and threats, by means of aquatic monitoring and the local fishermen's voluntary surrender of the sea turtles captured in the Málaga Bay Conservation Mosaic.

## STUDY AREA

The Málaga Bay Mosaic (3°56' - 4°05' N, 77°19' - 21' O) is located in the Eastern Pacific, in the western slope of the Cordillera Occidental (Western Mountain Range), in the Colombian Pacific, department of Valle del Cauca, Buenaventura district (Cantera *et al.*, 1999) (Figure 1). Its area is approximately 136 km<sup>2</sup>, which corresponds to its coastal-marine component. The bay is recognized as an estuarine area with sandy, rocky, and muddy beaches, as well as with cliffs and approximately 3000 ha of mangrove forests (Cantera, 1991; Cantera *et al.*, 1999). It has a relative humidity of 90 % and a precipitation of 9000 mm, with a very wet tropical forest (bmh-T).

Málaga Bay is a strategic ecosystem of the tropical Eastern Pacific due to the environmental goods and services it provides and because it is a habitat with a wide diversity of species (Castellanos-Galindo *et al.*, 2006; Invemar *et al.*, 2006; Molina *et al.*, 2006). The Conservation Mosaic comprises the Uramba-Málaga Bay PNN, La Sierpe Regional Natural Park, La Plata Integrated Management District, Málaga Bay, collective territories of Black communities, and indigenous reservations. The Mosaic is the result of the continuous and coordinated work between national and regional environmental authorities, such as National Natural Parks of Colombia and the Valle del Cauca Autonomous Regional Corporation (CVC), the La Plata-Bahía Málaga, Chucheros, La Barra, and Puerto España-Miramar community councils, and the Wounaan indigenous communities, aimed at managing, organizing, and preserving this global-scale natural biodiversity hotspot (Resolution 1501 of 2010).

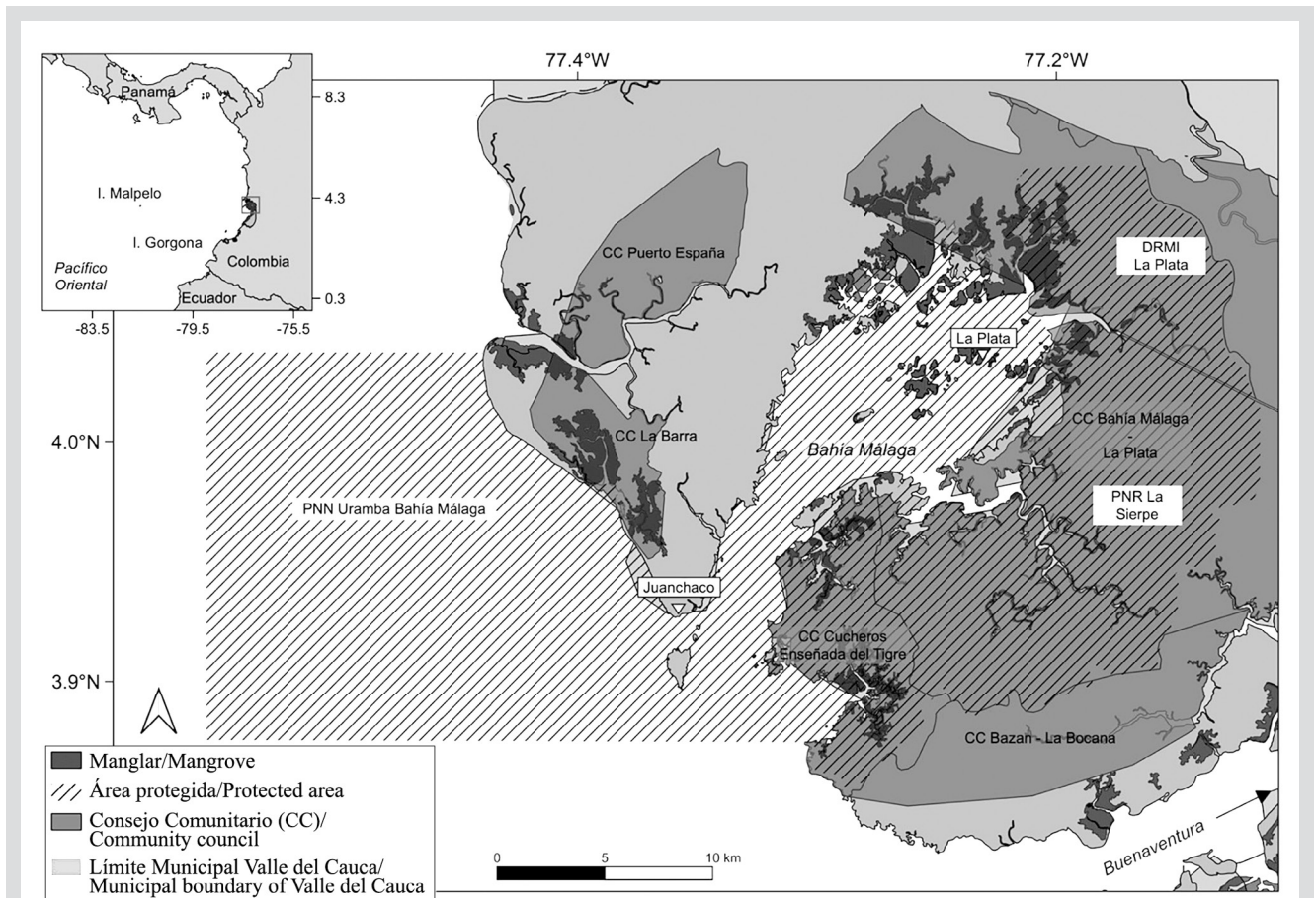
According to non-structured interviews, there is traditional knowledge by the local population on sea turtles.



y la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca–CVC, con los consejos comunitarios: La Plata – Bahía Málaga, Chucheros, La Barra y Puerto España – Miramar y las comunidades indígenas de la etnia Wounaan para el manejo, ordenamiento y conservación de este “Hot Spot” de la biodiversidad de la naturaleza a escala global (Resolución 1501 de 2010).

De acuerdo con entrevistas no estructuradas, existe un conocimiento tradicional de la población local sobre las tortugas marinas. Éstas, son observadas al interior de la bahía y/o interactuando con sus artes de pesca artesanal en o cerca de las más de 101 islas e islotes y en una entramada de canales y esteros identificado como el archipiélago de La Plata. Los sitios seleccionados para el esfuerzo de captura en el monitoreo acuático se realizó junto a pescadores locales y a partir del intercambio de conocimiento tradicional y científico.

These have been sighted within the bay and/or interacting with their artisanal fishing gears at or near the more than 101 islands and islets, as well as in a network of channels and estuaries identified as the La Plata Archipelago. The sites for the capture effort during aquatic monitoring were selected together with local fishermen and based on the exchange of traditional and scientific knowledge.



**Figura 1.** Área de estudio. Mosaico de conservación bahía Málaga en el Pacífico de Colombia. El mosaico está compuesto por las áreas protegidas Parque Nacional Natural (PNN) Uramba Bahía Málaga, el Distrito Regional de Manejo Integrado (DRMI) La Plata y el Parque Nacional Regional (PNR) La Sierpe y los consejos comunitarios (CC).

**Figure 1.** Study area. Málaga Bay Conservation Mosaic in the Colombian Pacific. The Mosaic comprises the following protected areas: the Uramba-Málaga Bay National Natural Park (PNN), La Plata Regional Integrated Management District (DRMI), La Sierpe National Regional Park (PNR), and the community councils (CC).

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Monitoreo acuático

El intercambio de conocimiento local-científico y la articulación con la Asociación de pescadores tradicionales de Bahía Málaga Los Esteros–ASOPES–permitió identificar y seleccionar los sitios importantes de avistamiento y potencial captura de tortugas marinas en la bahía. Se realizó el monitoreo acuático que incluyó tres fases de trabajo desde 2016 a 2020: monitoreo exploratorio con redes de trasmallo, monitoreo continuado/adaptado con red de enmalle y un monitoreo estandarizado.

### Muestreo exploratorio con redes de trasmallo:

En el primer semestre de 2016, se realizaron dos jornadas de monitoreo acuático de cinco días cada una, empleando entre tres y cuatro redes tipo chinchorro adaptadas para capturar tortugas marinas. Estas redes son manufacturadas con hilo de seda, cada una de aproximadamente 80 m de largo, 8 m de altura y una luz de malla de 30 a 45 cm y con menos plomo de un chinchorro típico para evitar el ahogamiento de las tortugas en caso de ser capturadas. De dos a tres veces por día, las redes fueron tendidas y retiradas por periodos de 1–2 horas. Los movimientos, los cambios repentinos en la velocidad y en la dirección de la marea, determinaron el tiempo de esfuerzo en que la malla estuvo tendida. El nombre y georeferenciación con GPS en cada sitio donde se realizó el tendido de la malla fue registrado y si las condiciones de visibilidad y seguridad para ingresar al agua lo permitían, se procedía a revisar la red cada 40 minutos mediante buceo en apnea con snorkel para encontrar tortugas marinas enmalladas y subirlas al bote [ver métodos similares en Carrión-Cortez *et al.* (2013) y Chacón-Chaverri *et al.* (2015)].

### Muestreo continuado/adaptado con red de enmalle:

Desde el segundo semestre de 2016 se diseñó y estandarizó el método de captura de las tortugas marinas junto con los pescadores y líderes de las comunidades de bahía Málaga. Usando una red de enmalle elaborada en multifilamento de nylon torsionado (calibre 18), de 100 m de longitud por 8 m de fondo y luz de malla de 50 cm, se realizó el esfuerzo de captura en diferentes sitios donde comúnmente la comunidad ha avistado tortugas marinas y/o donde éstas han interactuado con las artes de pesca. Estos sitios generalmente son promontorios rocosos (denominados localmente como riscales, o troncos) a los que se asocian corales, esponjas y algas; La malla también fue desplegada en islotes y esteros.

## MATERIALS AND METHODS

### Aquatic monitoring

The exchange of local and scientific knowledge, as well as the articulated work with Los Esteros Traditional Fishermen Association of Málaga Bay (ASOPES), allowed identifying and selecting the important sighting and potential capture sites of sea turtles in the bay. Aquatic monitoring was conducted, which included three working phases between 2016 and 2020, namely exploratory monitoring with trammel nets, continued/adapted monitoring with gillnets, and standardized monitoring.

### Exploratory monitoring with trammel nets

During the first semester of 2016, two five-day aquatic monitoring sessions were conducted, using three to four *chinchorro*-type nets adapted for capturing sea turtles. These nets were manufactured with silk threads and were approximately 80 m long and 8 m high each. They had a 30–45 cm mesh size as well as less lead than a typical *chinchorro* in order to prevent the turtles from drowning when they were captured. Twice or thrice a day, the nets were extended and removed for periods of 1–2 h. Movements and sudden changes in speed and in the direction of the tide determined the effort time in which the net was extended. We recorded the name and GPS georeference of each site where the net was extended. If the safety and visibility conditions for entering the water allowed it, we proceeded to check the net every 40 minutes via snorkel diving in order to find entangled sea turtles and get them onto the boat (see similar methods in Carrión-Cortez *et al.*, 2013; Chacón-Chaverri *et al.*, 2015).

### Continued/adapted sampling with gillnets

Starting in the second semester of 2016, a method for capturing sea turtles was designed and standardized together with the fishermen and leaders of the communities of Málaga Bay. By using a gillnet made from twisted nylon multifilament (caliber 18), 100 m in length, 8 m deep, and with a mesh size of 50 cm, the capture effort was performed at different sites where the community had often sighted sea turtles and/or where they had interacted with the fishing gears. These sites are generally rocky promontories (locally named *riscales*) or trunks to which corals, sponges, and algae are associated. The nets were also deployed in islets and estuaries.

At each site where the nets were extended, a previous visual inspection was performed from a boat and/or from the *riscales* for a period of 15 minutes with the engine switched off, in order to detect turtles that came out to breathe and to

En cada sitio donde se desplegó la malla, se realizó un avistamiento previo desde un bote y/o desde los riscales por un periodo de 15 minutos con el motor apagado, para detectar las tortugas saliendo a respirar y así, visualizar un punto preciso para hacer el tendido de ésta y aumentar las probabilidades de captura. Después de transcurridos los 15 minutos y no se avistaban tortugas, se procedía con el tendido de la malla. Ésta fue desplegada y recogida por periodos de entre 30 a 60 minutos con la ayuda de un bote con motor fuera de borda y otro bote más pequeño al remo. Dos personas en el bote pequeño revisaron manualmente la malla de manera frecuente, levantando la cuerda superior desde la proa para encontrar tortugas marinas enmalladas y subirlas a éste. Anotaciones correspondientes al nombre del sitio, coordenadas, clima, marea (puja o quiebra), estado de la marea (subiendo o bajando), hora de avistamiento de tortuga (en caso de observar tortugas respirando), hora de tendido y recogida de la malla, tiempo de esfuerzo del tendido y personas que lo realizaron, fueron registradas. Sin embargo, por presupuesto reducido, durante 2016 y 2018 no se realizaron jornadas de muestreo sistemáticos en el tiempo.

#### **Muestreo estandarizado:**

A partir del segundo semestre de 2019, se inició un muestreo estandarizado con el método de captura descrito en el punto anterior, ajustando nuestra unidad de esfuerzo al despliegue de la red de enmalle (100 m x 8 m, luz de malla = 50 cm) durante 30 minutos. La captura por unidad de esfuerzo (CPUE) se calculó dividiendo el número total de tortugas marinas capturadas en cada muestreo dividido por el número de unidades de esfuerzo. Se definieron cuatro jornadas de monitoreo acuático sistemático de diez días continuos durante el año (cada tres meses), en diferentes sitios escogidos la noche antes del monitoreo, donde comúnmente la comunidad ha avistado tortugas marinas recientemente empleando de cuatro a seis unidades de esfuerzo (2–3 horas) durante el día, en 41 sitios del mosaico.

Los sitios para el despliegue de la red, casi siempre estuvieron asociados a promontorios rocosos, muchos de estos sumergidos y que, con la reducida visibilidad del agua y cambios repentinos en la marea en esta área del Pacífico de Colombia, colocaba en riesgo la afectación de corales, esponjas, algas y el daño en sí mismo a la malla. Por esta razón, en nuestra unidad de esfuerzo se definió el despliegue de la malla por solo 30 minutos, a diferencia de los métodos usados en el Pacífico Oriental que emplean un esfuerzo de captura continuo de 24 h (Seminoff *et al.*, 2003), de 4–8 h (Carrión-Cortez *et al.*, 2013) y de 7 h (Chacón-Chaverri *et al.*, 2015).

visualize a precise point for extending the net, thus increasing the likelihood of captures. After 15 minutes, if no turtles were sighted, we proceeded to extend the net, which was deployed and retrieved for periods between 30 and 60 minutes with help from an outboard motorboat and a smaller rowboat. Two people in the small boat frequently checked the net manually, raising the superior cord from the bow in order to find entangled sea turtles and get them up. We recorded the name of the site and its coordinates, whether, tide (spring or neap), the state of the tide (rising or ebb tide), the time of turtle sighting (if the turtles were observed while coming out to breathe), and the net extension and retrieval times, as well as the people who performed them. However due to a lack of budget, between 2016 and 2018, no sampling sessions were conducted which were systematic in time.

#### **Standardized sampling**

Starting in the second semester of 2019, standardized sampling was carried out by means of the capture method described in the previous paragraph, adjusting the effort unit to the deployment of the gillnet (100 m x 8 m, mesh size = 50 cm) for 30 min. The catch per effort unit (CPUE) was calculated by dividing the total number of sea turtles captured in each sample, divided by the number of effort units. Four systematic aquatic monitoring sessions with a duration of 10 continuous days during the year (every three months) were defined, at different sites selected the night before the monitoring, where the community had often sighted sea turtles in recent times, employing four to six effort units (2-3 h) during the day, at 41 sites of the Mosaic.

The sites for the deployment of the net were almost always associated with rocky promontories, many of them submerged, which, with the reduced visibility in the water and the sudden changes in the tide of this area of the Colombian Pacific, constituted a risk for corals, sponges, algae, and the net itself. Therefore, in our effort unit, the deployment of the net was established at only 30 minutes, unlike the methods used in the Eastern Pacific, which employ continuous capture efforts of 24 hours (Seminoff *et al.*, 2003), 4-8 hours (Carrión-Cortez *et al.*, 2013), and 7 hours (Chacón-Chaverri *et al.*, 2015).

#### **Bycatch and surrender by the fishermen**

In addition to the systematic and standardized aquatic monitoring, on the basis of the community strengthening carried out by the researchers in 2016, which was oriented towards the territory and its communities, and later under La Minga project starting in 2019, the Málaga Bay community



## Pesca incidental y entrega por pescadores

Además del monitoreo acuático sistemático y estandarizado, desde el fortalecimiento comunitario llevado a cabo por los investigadores en 2016 al territorio, sus comunidades y posteriormente bajo el proyecto La Minga desde 2019, el consejo comunitario de bahía Málaga y la Asopes–Los Esteros han liderado el proceso de entrega voluntaria por parte de los pescadores en la pesca incidental de las tortugas marinas en sus faenas y en articulación con los investigadores hemos logrado acuerdos de conservación del territorio, incluidas las tortugas marinas como un objeto valor de conservación y sus ecosistemas asociados.

La Asopes–Los Esteros está ubicada en bahía Málaga y la conforman 56 pescadores activos organizados bajo la asociación. Las artes de pesca usadas y permitidas en el territorio son de malla, dentro de la que se encuentra redes de multifilamento (de trapo) y de monofilamento (de plástico); de anzuelo, como el espinel, la línea de mano, el volantín y el calabrote; y la red de atajo.

En articulación con el Consejo Comunitario y Asopes–Los Esteros, las tortugas que quedaron capturadas (vivas o muertas) durante sus faenas de pesca, fueron entregadas para este estudio de manera voluntaria entre el 2016 al 2020. En la entrega de las tortugas, se registró la fecha, especie, nombre del pescador, arte de pesca y el sitio de captura.

### Registro de tortugas

Luego de la captura desde el monitoreo acuático y/o entrega voluntaria por pesca incidental, las tortugas fueron llevadas de acuerdo a su cercanía a las comunidades de La Plata o de Miramar para seguir el protocolo de registro de información. Éste incluye la identificación de la especie, la toma de datos biométricos, el proceso de marcación del individuo, registro fotográfico cuando sea posible y la liberación.

Los datos biométricos registrados fueron la medición del largo curvo mínimo del caparazón (LCCmín), largo curvo del caparazón nuchal-supracaudal (LCCn-s), ancho curvo del caparazón (ACC), con una cinta métrica de  $\pm 0,1$  cm y peso de cada individuo con una pesa mecánica o digital (precisión: 0,01 kg). En cuanto al proceso de marcación, se aplicaron un par de marcas metálicas tipo Inconel 681C (National Band & Tag, Newport, KY, EE.UU.) con codificación única en la segunda escama proximal de cada aleta delantera y para algunos individuos, un PIT tag pasivo integrado tipo DNACHIP ISO (AVID Identification Systems, Inc, Norco,

council and ASOPES (Los Esteros) have led the process of voluntary surrender of the bycatch in their gears involving sea turtles. Moreover, in articulation with the researchers, we have reached agreements for the conservation of the territory, including sea turtles as objects of conservation value, as well as their associated ecosystems. ASOPES (Los Esteros) is located in Málaga Bay and comprises 56 organized active fishermen. The fishing gear is used and allowed in the territory are nets, namely multifilament (cloth) and monofilament (plastic) nets; fishhooks, such as *espineles* [fish trolling devices], hand lines, kites, and hawsers; and *atajo* nets [a kind of fishing net that uses tidal flow in narrow spaces to capture fish].

In articulation with the community council and ASOPES (Los Esteros), the turtles that were captured (alive or dead) during fishing were voluntarily surrendered for this study between 2016 and 2020. As the turtles were surrendered, the date, the species, the names of the fishermen, the fishing gear, and the capture site were recorded.

### Turtle records

After being captured during aquatic monitoring and/or voluntarily surrendered as bycatch, the turtles were taken (according to their proximity) to the communities of La Plata or Miramar in order to continue with the protocol for recording information. This includes identifying the species, gathering biometric data, marking the individuals, making photographic records if possible, and releasing the individuals.

The recorded biometric data were the measurement of the minimum curved carapace length (LCCmín), the curved length of the nuchal-supracaudal carapace (LCCn-s), the curved width of the carapace (ACC) –all taken with a  $\pm 0.1$  cm metric tape– and the weight of each individual, which was taken by using a mechanical or digital balance with a precision of 0.01 kg. As for the marking process, a pair of Inconel 681C metallic tags (National Band & Tag, Newport, USA) with unique coding were applied in the second proximal scale of each front flipper, and, for some individuals, a DNACHIP ISO-type integrated passive PIT tag (AVID Identification Systems, Inc, Norco, USA) was placed on the right front flipper with unique numbering. Subsequent capture events were registered as recaptures. Photographs of each side of the head were recorded per individual, and external physical conditions were assessed in order to detect injuries, mutilations, malformations, and/or the presence of fibropapilloma, as well as to continue by releasing the



CA, EE.UU.) fue colocado en su aleta delantera derecha con numeración única. Los subsecuentes eventos de captura fueron registrados como recapturas. Fotografías de cada lateral de la cabeza fueron registradas por individuo y se revisó la condición física externa para detectar lesiones, mutilaciones, deformidades y/o la presencia de fibropapilomas y continuar con su liberación en el mismo sitio o cerca del lugar inicial de captura dentro de las siguientes 4 horas. Este ejercicio fue realizado con la capacitación y acompañamiento de los investigadores, entidades públicas y continuada por los expertos locales capacitados en los protocolos estandarizados (Diez y Ottenwalder, 1999; Eckert *et al.*, 1999; Ehrhart y Ogren, 1999).

### Análisis de datos

En ocasiones en que una de las dos medidas para el LCC no fueron tomadas en el campo, se reemplazaron los datos faltantes agregando (para obtener el LCCn-s) o eliminando (para obtener el LCCmin) el promedio de la diferencia entre LCCmin y LCCn-s, respectivamente para cada especie. Para *E. imbricata* se convirtió LCCn-s en el largo recto de caparazón nuchal-supracaudal (LRCn-s) utilizando la fórmula  $SCL = 0,9355 * LCCn-s + 0,4486$  (Limpus, 1992). Para *C. mydas* se convirtió LCCmin primero al largo recto de caparazón mínimo (LRCmin) y de allí a LRCn-s utilizando la fórmula  $LRCmin = 0,9240 * LCCmin + 1,0205$  y  $LRCn-s = (SCLmin + 0,0460)/0,9883$  según Meylan *et al.* (2011). Los LRCn-s convertidos fueron utilizados para calcular el índice de condición corporal (ICC) utilizando la fórmula:  $ICC = (Peso / LRC3) * 10\ 000$  (Bjorndal *et al.*, 2000). Para todo análisis de datos se utilizó el programa R v.v.3.4 (R Core Team, 2020).

Con el fin de detectar las áreas con la mayor cantidad de capturas de tortugas marinas, se construyeron mapas calientes (“heatmaps”) basados en el estimado de densidad de Kernel (KDE) implementado en el programa QGIS (QGIS Development Team, 2020). Las densidades son calculadas a partir de la cantidad de puntos GPS de cada captura y el radio de acción. El radio de acción fue calculado basado en los promedios en el tamaño del área de 95 % de uso de 67,16 ha para juveniles de *E. imbricata* (Carrión Cortez *et al.*, 2013) y de 1537 ha para *C. mydas* (Seminoff *et al.*, 2002), resultando en un radio de 462,4 m y 2211,9 m, respectivamente.

individuals at the same site or near the initial capture location within the next four hours. This exercise was carried out with the training and accompaniment of the researchers and public entities, and it was continued by the local experts trained in standardized protocols (Diez and Ottenwalder, 1999; Eckert *et al.*, 1999; Ehrhart and Ogren, 1999).

### Data analysis

In cases where one of the two LLC measurements was not taken in the field, the missing data were replaced by adding (to obtain the LCCn-s) or removing (to obtain the LCCmin) the average of the difference between the LCCmin and the LCCn-s for each species. For *E. imbricata*, the LCCn-s was converted into the straight length of the nuchal-supracaudal carapace (LRCn-s) by using the following formula:  $SCL = 0.9355 * LCCn-s + 0.4486$  (Limpus, 1992). For *C. mydas*, the LCCmin was first converted into the minimum straight length of the carapace (LRCmin), and then into the LRCn-s by using the following formulas:  $LRCmin = 0.9240 * LCCmin + 1.0205$  and  $LRCn-s = (SCLmin + 0.0460)/0.9883$ , according to Meylan *et al.* (2011). The converted LRCn-s were used to calculate the body condition index (ICC) through the following formula:  $ICC = (Weight / LRC3) * 10\ 000$  (Bjorndal *et al.*, 2000). For all data analyses, the R v.v.3.4 software was used (R Core Team, 2020).

With the purpose of detecting the areas with the largest amount of marine turtle captures, heatmaps were elaborated which were based on the Kernel density estimation (KDE), implemented in the QGIS software (QGIS Development Team, 2020). The densities were calculated from the amount of GPS points for each capture and the action radius. The action radius was calculated based on the averages in the size of the area for 95 % of the use: 67.16 ha for *E. imbricata* juveniles (Carrión-Cortéz *et al.*, 2013) and 1537 ha for *C. mydas* (Seminoff *et al.*, 2002). This resulted in radii of 462.4 and 2211.9 m, respectively.

## RESULTADOS

### Monitoreo acuático

Durante los cinco años de monitoreo acuático se llevaron a cabo tres fases en la captura de las tortugas marinas, para un total de 126 horas de esfuerzo en 41 sitios y 10 tortugas capturadas. En el monitoreo exploratorio con redes de trasmallo se emplearon 22 horas de esfuerzo de monitoreo acuático (2016/primer semestre) y se capturó un juvenil de tortuga negra. En el monitoreo continuado/adaptado con red de enmalle entre el segundo semestre de 2016 a 2018, se invirtieron 40 horas de esfuerzo de monitoreo y se capturaron tres juveniles de tortugas carey. Finalmente, un juvenil de tortuga negra y cuatro juveniles de tortuga carey con una recaptura adicional de uno de estos individuos, fueron capturados bajo el monitoreo estandarizado, en el cual se invirtieron 128 unidades de esfuerzo para un total de 64 horas de esfuerzo neto de tendido de la malla (octubre de 2019 a octubre de 2020). La mayor abundancia de tortugas capturadas con la malla fue de la tortuga carey 80,0 % (n = 8), seguido de la tortuga negra 20,0 % (n = 2).

### Pesca incidental y entrega por pescadores

Desde mayo de 2016 a octubre de 2020, sin una tendencia temporal definida y a lo largo del mosaico de conservación un total de 43 tortugas marinas, entre carey (*E. imbricata*) y negra (*C. mydas*) fueron capturadas incidentalmente y entregadas por los pescadores de Asopes – Los Esteros a los investigadores y expertos locales. El 86 % conformado por 25 tortugas carey y 12 tortugas negras, fueron capturadas con malla de monofilamento. El 11,6 % conformado por cinco tortugas carey, fueron capturadas con red de atajo, mientras que 2,3 % conformado por una tortuga negra, fue capturada con línea de mano con anzuelo tipo J (Tabla 1). Adicionalmente, un juvenil de tortuga carey fue capturado en la playa del islote “El Cementerio”, cuando un pescador acercaba su embarcación a la orilla, el individuo estaba cerca, se asustó y emergió del mar, arrastrándose hacia la playa en donde fue capturada a mano.

**Tabla 1.** Tortugas marinas capturadas incidentalmente y entregadas de manera voluntaria por los pescadores de ASOPES – Los Esteros

Pesca incidental / Bycatch	Especies / Species		Total
	<i>Eretmochelys imbricata</i>	<i>Chelonia mydas</i>	
Malla de monofilamento / Monofilament net	25	12	37
Red de atajo / Atajo net	5	0	5
Línea de mano / Hand line	0	1	1
<b>Total</b>	<b>30</b>	<b>13</b>	<b>43</b>

## RESULTS

### Aquatic monitoring

During the five years of aquatic monitoring, three phases were executed in the capture of sea turtles, for a total of 126 hours of effort that 41 sites and 10 captured turtles. During the exploratory monitoring with trammel nets, 22 hours of aquatic monitoring effort were employed (2016/1<sup>st</sup> semester) and a black turtle juvenile was captured. During the continued/adapted monitoring with gillnets between the second semester of 2016 and 2018, 40 hours of monitoring effort were spent, and three hawksbill sea turtle juveniles were captured. Finally, a black turtle juvenile and four hawksbill sea turtle juveniles (with an additional recapture) were caught during the standardized monitoring, where 128 effort units were spent, for a total of 64 hours of net effort regarding net extension (from October 2019 to October 2020). The greatest abundance of turtles captured with nets corresponded to hawksbill sea turtles (80 %, n = 8), followed by black turtles (20 %, n = 2).

### Bycatch and surrender by the fishermen

From May 2016 to October 2020, without a defined temporal tendency and along the Conservation Mosaic, a total of 43 sea turtles, comprising hawksbill sea (*E. imbricata*) and black turtles (*C. mydas*), were captured as bycatch and surrendered by the Asopes (Los Esteros) fishermen to the researchers and local experts. 86 % of these, namely 25 hawksbill sea turtles and 12 black turtles, were captured with monofilament nets. 11.6 %, which amounted to five hawksbill sea turtles, were captured with *atajo* nets, whereas 2.3 %, one black turtle, was captured using a hand line with a J-type fishhook (Table 1). Additionally, a hawksbill sea turtle juvenile was captured on the beach of El Cementerio Islet while a fisherman brought his boat ashore. The individual was close, got scared, and emerged from the sea, crawling towards the beach, where it was captured by hand.

**Table 1.** Sea turtles captured as by catch and voluntarily surrendered by ASOPES (Los Esteros) fishermen

## Registro de tortugas

En los cinco años del estudio, un total de 54 tortugas han sido registradas e identificadas como tortugas carey y negra. Entre estas, 72,2 % (n = 39) fueron tortugas carey y 27,8 % (n = 15) tortugas negras registradas en el mosaico de conservación de bahía Málaga.

La tortuga carey fue la especie con mayor tasa de captura durante el estudio. Un total de 36 individuos fueron registrados y marcados dentro de la bahía. Ocho capturas de carey fueron bajo el monitoreo acuático, 30 por los pescadores con malla de monofilamento y red de atajo y una capturada adicional con la mano por un pescador. Fue la única especie con registro de recaptura (n = 3), un individuo fue marcado el 3 de julio de 2017 y recapturado el 1 de marzo de 2020, otro individuo fue marcado el 1 de marzo de 2020 y recapturado el 22 de octubre de 2020 y un individuo fue reportado muerto por los pescadores como pesca incidental meses después de su liberación. Basado en el tamaño mínimo de las hembras anidadoras reportadas en la colonia geográficamente más cercana de Machalilla en Ecuador (LCC = 73,0 cm; Gaos *et al.*, 2017), la mayoría 97,2 %, (n = 35) fueron tortugas juveniles presentando un promedio en el LCC<sub>min</sub> de 45,3 ± 11,6 cm con una hembra adulta (3 %) y un LCC<sub>min</sub> de 90 cm, siendo la primera tortuga carey adulta reportada para el Pacífico colombiano (Barrientos-Muñoz *et al.*, 2020) (Figura 2). Con la recaptura de dos juveniles de carey, el promedio individual de crecimiento (n = 2) osciló de -0,29 a -0,76 cm mes<sup>-1</sup>. La tasa de crecimiento más lenta la tuvo la tortuga que midió 52,1 y que pasó a 61,1 cm de LCC en 31 meses, mientras que la tortuga de crecimiento más rápido midió 40,2 y que pasó a 45,5 cm de LCC en 7 meses. El índice de condición corporal (ICC) varió de 0,8–2,2, con un promedio de 1,1 ± 0,2 (Tabla 2).

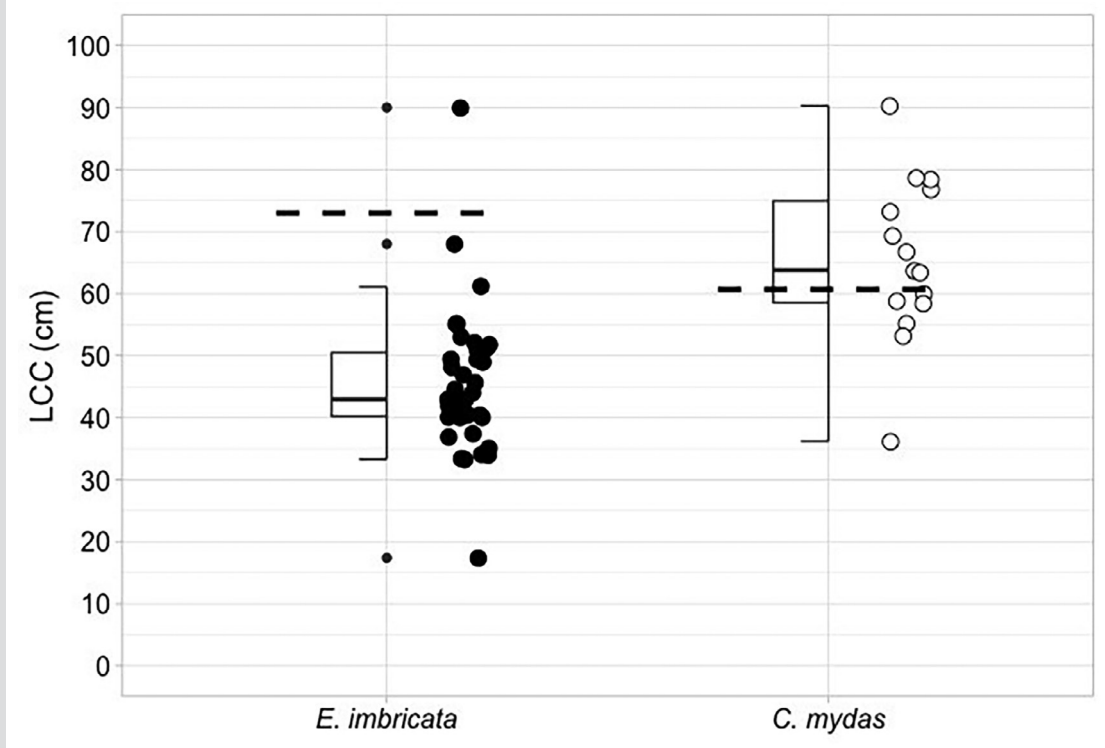
Por su lado, las 15 tortugas negras también fueron capturadas en el archipiélago de La Plata. Dos de éstas bajo el monitoreo acuático, 12 capturadas con malla de monofilamento y una con línea de mano con anzuelo por los pescadores. Basado en el tamaño mínimo de anidamiento de 66,7 cm LCC reportado en la colonia geográficamente más cercana en las Islas Galápagos (Zárate *et al.*, 2003), la mayoría de los individuos de *C. mydas* son potencialmente adultos con un promedio de 65,6 ± 13,1 cm (Tabla 2). El ICC varió de 1,1–2,3, con un promedio de 1,4 ± 0,4 (Tabla 2).

## Turtle records

During the five years of study, a total of 54 turtles have been recorded and identified as hawksbill sea and black turtles. Among these, 72 % (n = 39) were hawksbill sea turtles, and 28 % (n = 15) black turtles were recorded in the Málaga Bay Conservation Mosaic.

Hawksbill sea turtles were the species with the highest capture rate during the study. A total of 36 individuals were recorded and labeled within the bay. Eight hawksbill sea turtle captures occurred during aquatic monitoring, 30 were carried out by fishermen with monofilament and *atajo* nets, and one additional turtle was captured by hand by a fisherman. This was the only species with recapture records (n = 3): an individual was marked on July 3, 2017, and recaptured on March 1, 2020; another individual was marked on March 1, 2020, and recaptured on October 22, 2020; and one dead individual was recorded as bycatch by the fishermen months after its release. Based on the minimum size of the nesting females recorded in the geographically closest colony of Machalilla in Ecuador (LCC = 73.0 cm; Gaos *et al.*, 2017), most individuals, namely 97 % (n = 35), were juvenile turtles, with an LCC<sub>min</sub> average of 45.3 ± 11.6 and one adult female (3 %) with an LCC<sub>min</sub> of 90 cm. The latter was the first adult hawksbill sea turtle recorded for the Colombian Pacific (Barrientos-Muñoz *et al.*, 2020) (Figure 2). With the recapture of two hawksbill sea turtle juveniles, the individual growth average (n = 2) oscillated between -0.29 and -0.76 cm month<sup>-1</sup>. The slowest growth rate was shown by a turtle whose LCC went from 52.1 to 61.1 cm in 31 months, whereas the fastest growing turtle's LCC went from 40.2 to 45.5 cm in 7 months. The body condition index (ICC) varied from 0.8 to 2.2, with an average of 1.1 ± 0.2 (Table 2).

On the other hand, the 15 black turtles were also captured in La Plata Archipelago. Two of these were caught during the aquatic monitoring, 12 with monofilament nets, and one with a hooked hand line by fishermen. Based on the minimum nesting LCC size of 66.7 cm recorded in the geographically closest colony in the Galapagos Islands (Zárate *et al.*, 2003), most of the *C. mydas* individuals were potential adults, with an average of 65.6 ± 13.1 cm (Table 2). The ICC varied from 1.1 to 2.3, with an average of 1.4 ± 0.4 (Table 2).



**Figura 2.** Mediana, cuartiles, rango y valores extremos del LCC (Largo Curvo Caparazón) en cm de individuos de tortuga Carey (*E. imbricata*) y negra (*C. mydas*) capturadas en bahía Málaga. Se indican tallas mínimas de anidamiento para cada especie (*E. imbricata* = 73,0 cm LCC, Gaos *et al.*, 2017; *C. mydas* = 60,7 cm LCC, Zárata *et al.*, 2003).

**Figure 2.** Median, quartiles, range, and extreme LCC (curved carapace length) values in cm for hawksbill sea turtle (*E. imbricata*) and black turtle (*C. mydas*) individuals captured in Málaga Bay. The minimum nesting sizes of each species are indicated (*E. imbricata* = 73.0 cm LCC, Gaos *et al.*, 2017; *C. mydas* = 60.7 cm LCC, Zárata *et al.*, 2003).

**Tabla 2.** Promedios ± DE (rango) de las mediciones biométricas de la tortuga Carey (*Eretmochelys imbricata*) y negra (*Chelonia mydas*) registradas en bahía Málaga, Valle del Cauca. Dónde: LCCmin = largo curvo mínimo del caparazón (cm), LCCn-s = largo curvo del caparazón nuchal-supra-caudal (cm), LRC = largo recto del caparazón (cm) convertido según Limpus (2002) para *E. imbricata* y según Meylan *et al.*, 2011 para *C. mydas*, P = peso (kg) y el Índice de Condición Corporal (ICC).

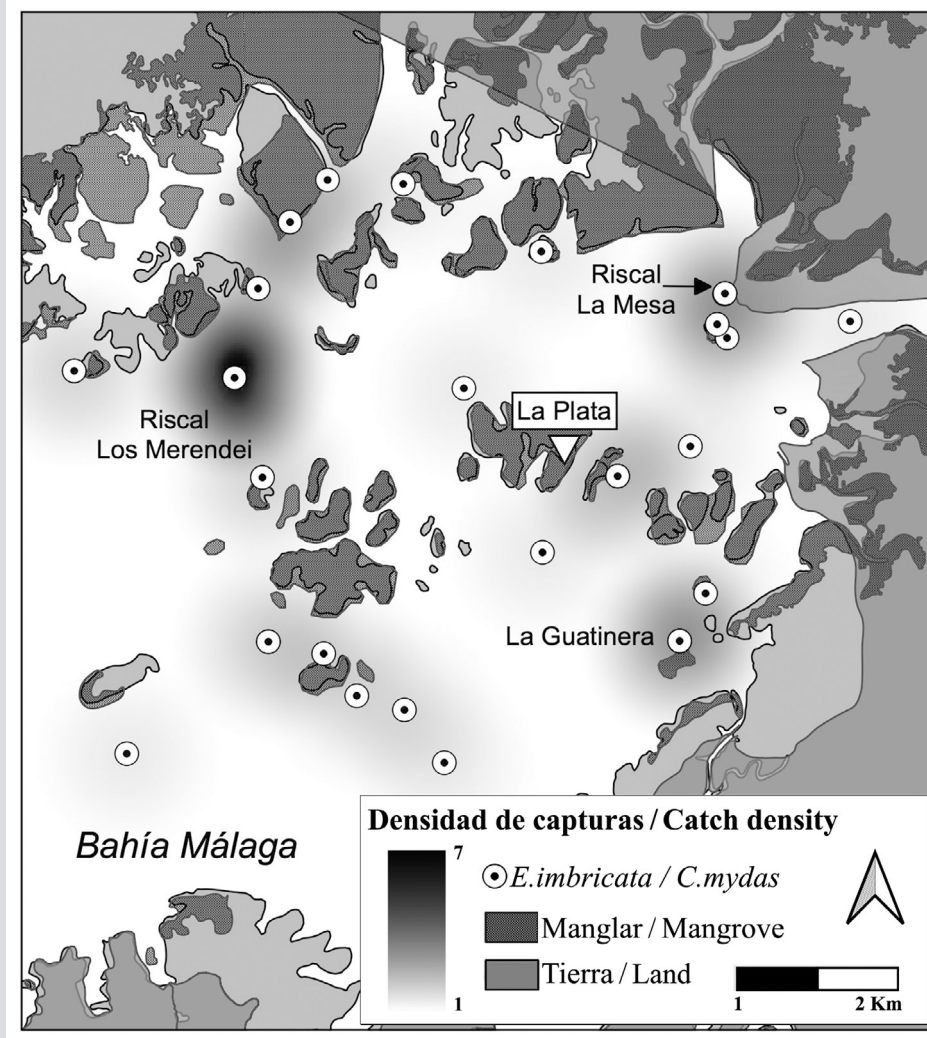
**Table 2.** Averages ± SD (range) of biometric measurements of hawksbill sea turtles (*Eretmochelys imbricata*) and black turtles (*Chelonia mydas*) recorded in Málaga Bay, Valle del Cauca, where LCCmin = minimum curved carapace length (cm); LCCn-s = curved length of the nuchal-supra-caudal carapace (cm); LRC = straight carapace length (cm) converted according to Limpus (2002) for *E. imbricata* and according to Meylan *et al.* (2011) for *C. mydas*; P = weight (kg); and ICC = body condition index.

Especie / Species	N	LCCmin (cm)	LCCn-s (cm)	LRC (cm)*	P (g)	ICC
<i>Eretmochelys imbricata</i>	38	45.3 ± 11.6 (17.4–90.0)	46.4 ± 11.6 (18.5–90.5)	22.1 ± 5.2 (15–73.6)	11.3 ± 10.9 (3.0–6.9)	1.1 ± 0.2 (0.8–2.2)
<i>Chelonia mydas</i>	15	65.5 ± 13.1 (36.2–90.3)	65.8 ± 13.1 (36.6–90.7)	62.3 ± 12.3 (34.9–85.8)	35.4 ± 19.8 (10.0–85.0)	1.4 ± 0.4 (1.1–2.3)

De los 41 sitios donde se capturaron tortugas por medio de la red de enmalle para tortugas o por pesca incidental, la mayor densidad fue en el riscal Los Merendei (n = 6; 5 de *E. imbricata*, 1 de *C. mydas*); Cementerio (n = 4; 3 de *E. imbricata*, 1 de *C. mydas*); La Guatineria (n = 3; 2 de *E. imbricata*, 1 de *C. mydas*); riscal La Mesa (n = 2; 1 de *E. imbricata*, 1 de *C. mydas*); y Parguera (n = 3 de *E. imbricata*). Mientras que la Jejenera, el riscal de Pital, Chontaduro y La Aguada con dos capturas de *E. imbricata* por sitio (Figura 3).

Among the 41 sites where individuals were captured using grillnets for turtles or as bycatch, the greatest density corresponded to Los Merendei riscal (n = 6; 5 *E. imbricata*, 1 *C. mydas*); Cementerio (n = 4; 3 *E. imbricata*, 1 *C. mydas*); La Guatineria (n = 3; 2 *E. imbricata*, 1 *C. mydas*); La Mesa riscal (n = 2; 1 *E. imbricata*, 1 *C. mydas*); and Parguera (n = 3 *E. imbricata*). On the other hand, La Jejenera, the riscal of Pital, Chontaduro, La Aguada recorded two *E. imbricata* captures per site (Figure 3).





**Figura 3.** Capturas por sitio (densidad) de *Eretmochelys imbricata* y *Chelonia mydas* en el mosaico de conservación de bahía Málaga.

**Figure 3.** Captures per site (density) of *Eretmochelys imbricata* and *Chelonia mydas* in the Málaga Bay Conservation Mosaic.

## DISCUSIÓN

Este estudio indica que el Mosaico de Conservación de Bahía Málaga alberga sitios importantes para el desarrollo y la alimentación en diferentes estadios en individuos de *E. imbricata* y *C. mydas*. Ambas especies están representadas principalmente por juveniles, subadultos y en menor medida por individuos potencialmente adultos (Zárate *et al.*, 2003; Chacón *et al.*, 2015; Gaos *et al.*, 2017; Barrientos-Muñoz *et al.*, 2020). El conocimiento de estos estadios y de zonas de alimentación son esenciales para generar estrategias efectivas para la conservación de ambas especies, categorizadas bajo algún riesgo de extinción (Seminoff, 2004; Mortimer y Donnelly, 2008; Hamann *et al.*, 2010; Bjorndal *et al.*, 2011; Rees *et al.*, 2016; Llamas *et al.*, 2017; Wildermann *et al.*, 2018).

## DISCUSSION

Our study indicates that the Málaga Bay Conservation Mosaic harbors important sites for the development and feeding of different stages of *E. imbricata* and *C. mydas* individuals. Both species are mainly represented by juveniles, sub-adults, and potential adults to a lesser extent (Zárate *et al.*, 2003; Chacón *et al.*, 2015; Gaos *et al.*, 2017; Barrientos-Muñoz *et al.*, 2020). The knowledge of these stages and feeding areas is essential to generate effective strategies for the conservation of both species, which have been classified as being at some risk of extinction (Seminoff, 2004; Mortimer and Donnelly, 2008; Hamann *et al.*, 2010; Bjorndal *et al.*, 2011; Rees *et al.*, 2016; Llamas *et al.*, 2017; Wildermann *et al.*, 2018).

Las tortugas careyes que se encuentran en bahía Málaga exhiben un amplio rango de tamaño, que varía entre 17,4 – 90,0 cm con un promedio de 45,3 cm ( $n = 38$ ) de LCC<sub>min</sub>, mientras que en el PNN Gorgona, el rango varía de 32,0 – 58,0 cm con un promedio de 41,6 cm ( $n = 49$ ) (Cañas-Uribe *et al.*, 2020). Sin embargo, el promedio del tamaño de las tortugas carey, sugiere que la gran mayoría de los individuos que habitan bahía Málaga no han alcanzado la edad de madurez (Liles *et al.*, 2011; Heidemeyer *et al.*, 2014; Tobón-López y Amorocho, 2014; Chacón-Chaverri *et al.*, 2015; Liles *et al.*, 2015; Gaos *et al.*, 2017; Llamas *et al.*, 2017). El tamaño de hembras anidantes en la única colonia conocida para el Pacífico Sur Oriental está ubicada en Machalilla, Ecuador a unos 700 km de distancia, es en promedio de 91,1 cm LCC con un tamaño mínimo de 73,0 cm y la hembra encontrada en nuestro estudio se encuentra por encima del éste valor mínimo, confirmando que además de juveniles hay presencia de adultos (Barrientos-Muñoz *et al.*, 2020; Gaos *et al.*, 2017). En zonas de reclutamiento, la tortuga carey está dominada por individuos de entre 30 y 60 cm LCC<sub>min</sub>, que han sido descritos a lo largo de la costa pacífica de América Latina, como en Isla Gorgona (Tobón-López y Amorocho, 2014), Isla Coiba en Panamá (Llamas *et al.*, 2017) y Costa Rica (Carrión, 2010; Carrión-Cortez *et al.*, 2013; Heidemeyer *et al.*, 2014; Chacón-Chaverri *et al.*, 2015). No obstante, la mayoría de estos sitios representan arrecifes coralinos y puntas rocosas, mientras que bahía Málaga, posee hábitats únicos como son los fondos de octocorales, manglares sobre sustrato rocoso, manglar enano y acantilados de rocas blandas (Invemar *et al.*, 2006), siendo dominado por una gran franja de manglar y aguas turbias durante prácticamente todo el año, lo que se asemeja más a los hábitats descritos para las careys adultas en Centroamérica (Gaos *et al.*, 2012).

En los muestreos se capturó una hembra de 90 cm de LCC<sub>min</sub>, lo cual reitera la versatilidad de la tortuga carey en su uso de hábitats a lo largo de su desarrollo en el Pacífico Oriental (Gaos *et al.*, 2012; Barrientos-Muñoz *et al.*, 2020), pero también sugiere la posible existencia de sitios de anidación aún no descritos para esta especie en el Pacífico colombiano. Estudios genéticos y de telemetría para la carey del Pacífico Oriental (PO) evidencian que no tiene amplios desplazamientos entre sus sitios de anidación y forrajeo, por lo cual es necesario continuar esfuerzos para identificar y monitorear potenciales sitios de anidación en el área (Meylan *et al.*, 2011; Gaos *et al.*, 2012a, 2018; Barrientos-Muñoz *et al.*, 2015, 2020). Si bien, los registros de tortugas carey provienen de muestreos en su mayoría exploratorios, esporádicos y hasta recientemente

The hawksbill sea turtles found in Málaga Bay exhibit a wide range of sizes, which varies between 17.4 and 90.0 cm, with an LCC<sub>min</sub> average of 45.3 cm ( $n = 38$ ), whereas, in the Gorgona PNN, the range varies from 32.0 to 58.0 cm, with an average of 41.6 cm ( $n = 49$ ) (Cañas-Uribe *et al.*, 2020). However, the average size of hawksbill sea turtles suggests that most individuals inhabiting Málaga Bay have not reached the maturity age (Liles *et al.*, 2011, 2015; Heidemeyer *et al.*, 2014; Tobón-López and Amorocho, 2014; Chacón-Chaverri *et al.*, 2015; Gaos *et al.*, 2017; Llamas *et al.*, 2017). The LCC size of the nesting females in the only known colony of the Southeastern Pacific, located in Machalilla, Ecuador, about 700 km away, is 91.1 cm, with a minimum size of 73.0 cm; the female found during our study is above this minimum value, thus confirming that there are adults in addition to juveniles (Gaos *et al.*, 2017; Barrientos-Muñoz *et al.*, 2020). In recruitment areas, hawksbill sea turtles are dominated by individuals with an LCC<sub>min</sub> between 30 and 60 cm, which have been described along the Pacific coast of Latin America, as is the case of Gorgona Island (Tobón-López and Amorocho, 2014), Coiba Island in Panamá (Llamas *et al.*, 2017), and Costa Rica (Carrión, 2010; Carrión-Cortez *et al.*, 2013; Heidemeyer *et al.*, 2014; Chacón-Chaverri *et al.*, 2015). Nevertheless, most of these sites represent coral reefs and rocky points, whereas Málaga Bay has unique habitats such as octocoral bottoms, mangroves on rocky substrate, dwarf mangroves, and soft rock cliffs (Invemar *et al.*, 2006). This area is dominated by a great mangrove strip and turbid waters almost all year long, which is similar to the habitats described for adult hawksbill sea turtles in Central America (Gaos *et al.*, 2012).

During sampling, a female with an LCC<sub>min</sub> of 90 cm was captured, which validates the versatility of hawksbill sea turtles regarding their use of habitats throughout their development in the Eastern Pacific (Gaos *et al.*, 2012; Barrientos-Muñoz *et al.*, 2020), but this also suggests the possible of still undescribed nesting sites for this species in the Colombian Pacific. Genetic and telemetry studies on the hawksbill sea turtle of the Eastern Pacific evidence that it does not move much between nesting and foraging sites, which is why it is necessary to keep making efforts to identify and monitor potential nesting sites in the area (Meylan *et al.*, 2011; Gaos *et al.*, 2012a, 2018; Barrientos-Muñoz *et al.*, 2015, 2020). Even though the records for hawksbill sea turtles stem from mostly exploratory sampling that is sporadic and just recently standardized with respect to their methodology, the recapture of an individual after 2.5 years suggests that

estandarizados en su metodología, la recaptura de un individuo después de 2,5 años sugiere que la residencia también ocurre en bahía Málaga (Tobón-López y Amorocho 2014; Llamas *et al.*, 2017; Cañas-Uribe *et al.*, 2020).

Por su lado, la tortuga negra muestra un patrón similar a la tortuga Carey: las hembras reproductoras en las tres principales colonias de anidación del Pacífico Oriental (Colola en México, las islas Galápagos de Ecuador y la costa norte de Costa Rica) (Cornelius, 1986; Márquez, 1990; Alvarado y Figueroa, 1991; Alvarado-Díaz *et al.*, 1991, 2001; Zárate *et al.*, 2003; Chaloupka *et al.*, 2004; Delgado Trejo y Alvarado Díaz, 2012) registran promedios de 85 cm LCCmin, por lo que la gran mayoría de los individuos capturados en bahía Málaga representan juveniles grandes o sub-adultos. Tamaños similares han sido encontrados en otros sitios de alimentación para la tortuga negra (López-Castro *et al.*, 2010; Senko *et al.*, 2010; Sampson *et al.*, 2014), la variación del tamaño LCCmin estuvo más ajustada 36,2 – 90,3 con un promedio de 65,5 ± 13,1 cm (n = 15), sin embargo, estos valores son más amplios que los que ocurren en el PNN Gorgona con la tortuga negra, donde el promedio de LCCmin es de 64,0 cm con un rango de 37,9 – 82,7 cm (n = 276) (Sampson *et al.*, 2014).

Los datos del marcaje-recaptura de marcas metálicas aplicadas a las aletas de las tortugas (Green, 1979; Figueroa *et al.*, 1993; Heidemeyer *et al.*, 2018), así como el rastreo satelital de *C. mydas* en el PO (Blanco *et al.*, 2012; Hart *et al.*, 2015) han demostrado, que las tortugas negras muchas veces emplean migraciones de largas distancias para reclutar diversos sitios de alimentación después de su fase reproductiva en sus playas natales. Aparte de algunos registros que evidencian la existencia de sitios de anidación en la costa Pacífico de Colombia (Barrientos-Muñoz *et al.*, 2013), la presencia de individuos cercanos a la edad reproductiva en bahía Málaga, sugiere que este podría ser su sitio de desarrollo final para iniciar la migración reproductiva hacia sus playas de anidación en Colombia y/o países cercanos como Panamá, Costa Rica y/o Ecuador. Meylan *et al.* (2011) sugieren que en el PO, los hábitats primordialmente ocupados por juveniles y adultos, respectivamente, son más mezclados que segregados, comparando con otras regiones del mundo, y comparando nuestros registros -aún limitados- con los datos obtenidos de otros sitios de alimentación en la región, (isla Gorgona, Sampson *et al.*, 2014), parece cumplirse en Colombia.

Es necesario seguir adelantando acciones de investigación y monitoreo continuos y estandarizados de las tortugas marinas presentes en el mosaico de conservación. Se plantea poder extender el trabajo en las otras comunidades

residence also takes place in Málaga Bay (Tobón-López and Amorocho 2014; Llamas *et al.*, 2017; Cañas-Uribe *et al.*, 2020).

On the other hand, black turtles show a similar pattern to that of hawksbill sea turtles: breeding females in the three main nesting colonies in the Eastern Pacific (Colola in Mexico, Galápagos Islands in Ecuador, and the northern coast of Costa Rica) (Cornelius, 1986; Márquez, 1990; Alvarado and Figueroa, 1991; Alvarado-Díaz *et al.*, 2001; Zárate *et al.*, 2003; Chaloupka *et al.*, 2004; Delgado Trejo and Alvarado Díaz, 2012) recorded LCCmin averages of 85 cm, which is why most of the individuals captured in Málaga Bay correspond to large juveniles or sub-adults. Similar sizes have been found in other feeding areas for black turtles (López-Castro *et al.*, 2010; Senko *et al.*, 2010; Sampson *et al.*, 2014). Variations in the LCCmin size were more consistent: 36.2-90.3, with an average of 65.5 ± 13.1 cm (n = 15). However, these values are higher than those occurring in the Gorgona PNN with black turtles, where the average LCCmin was 64.0 cm, with a range of 37.9-82.7 cm (n = 276) (Sampson *et al.*, 2014).

The data from the marking-recapture of metallic tags applied to the turtles' flippers (Green, 1979; Figueroa *et al.*, 1993; Heidemeyer *et al.*, 2018), as well as the satellite tracking of *C. mydas* in the Eastern Pacific (Blanco *et al.*, 2012; Hart *et al.*, 2015), have shown black turtles to have long migrations in order to recruit diverse feeding sites after the reproductive phase in their natal beaches. Apart from some reports evidencing the existence of nesting sites in the Pacific coast of Colombia (Barrientos-Muñoz *et al.*, 2013), the presence of individuals close to the reproductive age in Málaga Bay suggests that this may be their final development site before they start their reproductive migration towards nesting beaches in Colombia and/or nearby countries such as Panama, Costa Rica, and/or Ecuador. Meylan *et al.* (2011) suggest that, in the Eastern Pacific, habitats primordially occupied by juveniles and adults are more mixed than segregated in comparison with other regions of the world. By comparing our still limited records with the data obtained from other feeding sites in the region (Isla Gorgona, Sampson *et al.*, 2014), this seems to be true for Colombia.

It is necessary to keep conducting research and active and standardized monitoring of the sea turtles present in the Conservation Mosaic. An extension of this work to other communities is being considered, replicating the exercise with fishermen and evaluating the capture percentage of the fishing gears. This would even be a monitoring indicator for

replicando el ejercicio con pescadores y evaluando el porcentaje de captura de las artes de pesca. Incluso este sería un indicador de seguimiento para el ordenamiento pesquero y la reglamentación en el uso de artes y métodos de menor impacto para los recursos hidrobiológicos el cual han venido trabajando las comunidades locales y el PNN Uramba Bahía Málaga. En el cual, las áreas de pesca usadas por las tortugas en la bahía de Málaga deben contar con un manejo pesquero especial, para garantizar la permanencia de estas en los riscales en acuerdos de conservación en articulación con las comunidades. Con el continuo monitoreo y técnicas de muestreo adicionales, como el uso de transmisión satelital y genética se espera poder obtener mayor información sobre el uso temporal y espacial de las tortugas marinas, su origen, tamaños, densidades, abundancia, tasa de crecimiento, tiempo de residencia, conectividad, amenazas, que aporten al conocimiento y conservación de ambas especies a nivel local y regional.

## CONCLUSIONES

Nuestro estudio destaca la importancia de bahía Málaga como el sitio en el Pacífico de Colombia, que exhibe la mayor amplitud de tamaños para las tortugas marinas, *E. imbricata* y *C. mydas*, siendo esto clave para la supervivencia de estas especies en el PO. A pesar del corto tiempo del presente estudio (2016–2020), se evidencia que bahía Málaga es un sitio crítico como zona de alimentación y residencia para la tortuga carey del PO. La combinación de hábitats únicos de manglar, riscales y fondos con octocorales y esponjas de bahía Málaga evidencian que son de gran importancia para el forrajeo de ambas especies, ya que de acuerdo al índice de condición corporal, están permitiendo agregaciones productivas y saludables. La evidencia de un solo individuo de carey encontrado muerto y una tortuga negra (posteriormente comercializada) en las redes de los pescadores, no refleja que la pesca incidental de tortugas marinas sea tan baja en el área, es posible que en los primeros años del estudio los pescadores locales al encontrar individuos muertos en sus redes tuvieran miedo o vergüenza de registrarlo, por lo tanto esto debe interpretarse con cautela. En subsiguientes años de estudio con tortugas marinas en bahía Málaga, es importante mantener un diálogo constante para afianzar la confianza local y que más pescadores reporten la pesca incidental de tortugas marinas. A partir del esfuerzo interinstitucional, intersectorial y comunitario, este estudio contribuye como línea base para el conocimiento y generación de estrategias efectivas para la investigación y conservación de estas especies y sus ecosistemas en el mosaico de conservación de bahía Málaga.

fishing organization and regulation regarding the use of gears and methods with less impact on hydro-biological resources. This work has been conducted by local communities and the Uramba-Málaga Bay PNN. The fishing areas used by the turtles in Málaga Bay must have a special fishery management in order to ensure their permanence in the *riscales* within the framework of conservation agreements articulated with the communities. With continuous monitoring and additional sampling techniques such as the use of satellite transmission and genetics, we expect to be able to obtain more information on the temporal and spatial use of marine turtles, as well as their origin, sizes, densities, abundance, growth rate, residence time, connectivity, and threats, which contributes to the knowledge and conservation of both species at local and regional levels.

## CONCLUSIONS

This study highlights the importance of Málaga Bay as the site in the Colombian Pacific that exhibits the greatest diversity of sizes for the sea turtles *E. imbricata* and *C. mydas*. This is essential for the survival of the species in the Eastern Pacific. Despite the short time of this study (2016-2020), it is evidenced that Málaga Bay is a critical site as a feeding and residence area for the hawksbill sea turtle of the PO. The combination of unique habitats including mangroves, *riscales*, and bottoms with octocorals and sponges in Málaga Bay shows their great importance for the foraging of both species, given that, according to the body condition index, they allow for productive and healthy aggregations. The evidence of only one dead hawksbill sea turtle individual, as well as that of a black turtle (later commercialized) in the fishermen's nets, does not reflect that the bycatch of turtles is low in the area. It is possible that, in the first years of this study, when they found dead individuals in their nets, the local fishermen were too scared or ashamed to report it, which is why this must be cautiously interpreted. In the next years of study with sea turtles in Málaga Bay, it is important to maintain a constant dialogue to strengthen local trust and to get more fishermen to record the bycatch of sea turtles. On the basis of interinstitutional, intersectoral, and community efforts, this study contributes with a baseline for knowledge and the generation of effective strategies for research and the conservation of these species and their ecosystems in the Málaga Bay Conservation Mosaic.





## AGRADECIMIENTOS

El proyecto es posible gracias a las comunidades de La Plata, Miramar, Mangaña, La Sierpe y Puerto España. Un especial agradecimiento a la Asociación de Pescadores Tradicionales de Bahía Málaga Los Esteros y a los investigadores locales Edgar López, Vanessa Moreno, Otoniel Angulo, Vicente González, Yoselín Sinisterra, Maicol Valencia, Isabelino Valencia, Eddie Rebolledo, Jeiler Caicedo y Rubén Canga. A Parques Nacionales Naturales de Colombia y la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca–CVC, en la Dirección Ambiental Regional Pacífico Oeste en Buenaventura, por su apoyo logístico y acompañamiento en algunos censos. A Jeffrey Seminoff de NOAA–National Marine Fisheries Service bajo el Marine Turtle Research Program quienes proveen las marcas metálicas en el marco del Pacific Sea Turtle Flipper Tagging Program. El proyecto fue financiado por el Oleoducto del Pacífico y recientemente en el marco de La Minga, el esquema de sostenibilidad financiera de las áreas protegidas regionales del Pacífico Colombiano, liderado por Fondo Acción y Conservación Internacional Colombia, la Corporación del Valle del Cauca – CVC – Los consejos comunitarios de La Plata Bahía Málaga y de Chucheros, y con fondos de la Fundación Tortugas del Mar y la Asociación Comunitaria de Bahía Málaga Ecomanglar, Consejo Comunitario de las Comunidades Negras de la Plata Bahía Málaga.

## ACKNOWLEDGEMENTS

This project was made possible by the communities of La Plata, Miramar, Mangaña, La Sierpe, and Puerto España. Special thanks to Asociación de Pescadores Tradicionales de Bahía Málaga Los Esteros (Los Esteros Traditional Fishermen Association of Málaga Bay) and to local researchers Edgar López, Vanessa Moreno, Otoniel Angulo, Vicente González, Yoselín Sinisterra, Maicol Valencia, Isabelino Valencia, Eddie Rebolledo, Jeiler Caicedo, and Rubén Canga. We would like to thank Parques Nacionales Naturales de Colombia (National Natural Parks of Colombia) and the Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca (Regional Autonomous Corporation of Valle del Cauca, CVC) in the Western Pacific Environmental Directorate in Buenaventura for their logistic support and accompaniment in some censuses. Thanks to Jeffrey Seminoff, NOAA - National Marine Fisheries Service, Marine Turtle Research Program, who provided us with the metallic tag within the framework of the Pacific Sea Turtle Flipper Tagging Program. This project was funded by Oleoducto del Pacífico (The Pacific Pipeline) and recently within the framework of La Minga, the scheme, led by Fondo Acción y Conservación Internacional Colombia and the CVC, the community councils of La Plata, Málaga Bay, and Chucheros, and with funds from the Tortugas del Mar Foundation and the Ecomanglar Community Association of Málaga Bay, Community Council of the Black Communities of La Plata, Málaga Bay.

## BIBLIOGRAFÍA / LITERATURE CITED

- Abreu-Grobois, A. and P. Plotkin. 2008. *Lepidochelys olivacea*. The IUCN Red List of Threatened Species 2008. Version 3.1 <https://www.iucnredlist.org/02/10/2020>.
- Alvarado, J. y A. Figueroa. 1991. Comportamiento reproductivo de la tortuga negra *Chelonia agassizii*. Cienc. Desarr., 17: 43-49.
- Alvarado-Díaz, J., C. Delgado-Trejo and I. Suazo-Ortuño. 2001. Evaluation of black turtle project in Michoacán, México. Mar. Turtle Newslet., 92:4-7.
- Amorocho, D. 1993. Reporte temporadas de anidación 1991-1992. Inf. Fundación Natura. 74 p.
- Amorocho, D.F., T.H. Rubio y R.W. Diaz. 1992. Observaciones sobre el estado actual de las tortugas marinas en el Pacífico colombiano: 155-179. En: Rodríguez-M., J.V. y H. Sánchez-P. (Eds). Contribución al conocimiento de las tortugas marinas de Colombia. Inderena, Bogotá.
- Amorocho, D.F., F.A. Sánchez y D.D. Quiroga. 2001. El encanto de las tortugas marinas en el Parque Nacional Natural Gorgona: 141-147. En: Barrios, L.M. y M. López-Victoria (Eds.). Gorgona marina: Contribución al conocimiento de una isla única. Ser. Publ. Esp. Invenmar, 7, 160 p.
- Barreto Sánchez, L.J. 2011. Diagnóstico del estado actual de las tortugas marinas en el Pacífico Colombiano. Informe de País, Bogotá. 71 p.
- Barrientos-Muñoz, K. G., C. Ramírez-Gallego and L. Rivas. 2013. First report on the nesting of black sea turtle (*Chelonia mydas*) on the north Pacific of Colombia. MTN, 138: 19-21. <http://www.seaturtle.org/mtn/archives/mtn138/mtn138-7.shtml>
- Barrientos-Muñoz, K. G., C. Ramírez-Gallego and V. P. Páez. 2014. Nesting ecology of the olive Ridley sea turtle (*Lepidochelys olivacea*) (Cheloniidae) at Valle beach, northern Pacific, Colombia. Acta Biol. Col., 19: 437-445. <https://dx.doi.org/10.15446/abc.v19n3.42457>
- Barrientos-Muñoz, K., C. Ramírez-Gallego y V.P. Páez. 2015a. *Eretmochelys imbricata* (Linnaeus, 1766): 127-131. En: Morales-Betancourt, M.A., C.A. Lasso, V.P. Páez y B.C. Bock. (Eds). Libro rojo de reptiles de Colombia. Inst. Invest. Rec. Biol. Alexander von Humboldt (IAvH), Univ. Antioquia, Bogotá. 258 p.
- Barrientos-Muñoz K.G., C. Ramírez-Gallego y V. Páez. 2015b. *Lepidochelys olivacea* (Eschscholtz, 1829): 161-165. En: Morales Betancourt, M.A., C.A. Lasso, V.P. Páez y B. Bock (Eds). Libro rojo de reptiles de Colombia. Inst. Invest. Rec. Biol. Alexander von Humboldt (IAvH), Bogotá. 258 p.

- Barrientos-Muñoz, K. G., M. Valencia-Díaz, C. A. Hinojosa-Romero, S. Valencia-González, M.C. Diazgranados, E.L. Sevilla-Dueñas y C. Ramírez-Gallego. 2020. Primer registro de una hembra de tortuga carey, *Eretmochelys imbricata* en el Mosaico de Conservación Bahía Málaga, Pacífico colombiano. Bol. Invest. Mar. Cost., 49 (Supl. Esp.): 289-294 <http://boletin.invenmar.org.co:8085/ojs/index.php/boletin/article/view/1073>
- Bjorndal, K.A. 1999a. Conservation of hawksbill sea turtles: perception and realities. Chel. Cons. Biol. IUCN/SSC, 3 (2): 174-176.
- Bjorndal, K.A. 1999b. Prioridades para la investigación en hábitats de alimentación: 13-15. En: Eckert, K., A. Bjorndal, A. Abreu, M. Donnelly (Eds). Técnicas de investigación y manejo para la conservación de las tortugas marinas. UICN/CSE Grupo Especialista Tortugas Marinas Publ., 4.
- Bjorndal K.A., A.B. Bolten and M.Y. Chaloupka. 2000. Green turtle somatic growth model: evidence for density dependence. Ecol Appl., 10(1): 269-282.
- Bjorndal K.A., B.W. Bowen, M. Chaloupka, L.B. Crowder and others. 2011. Better science needed for restoration in the Gulf of Mexico. Science, 331: 537-538.
- Blanco, G. S., S.J. Morreale, H. Bailey, J.A. Seminoff, F.V. Paladino and J.R. Spotila. 2012. Post-nesting movements and feeding grounds of a resident East Pacific green turtle *Chelonia mydas* population from Costa Rica. Endang. Spec. Res., 18(3): 233-245. doi: <https://doi.org/10.3354/esr00451>
- Broderick, A.C., M.S. Coyne, W.J. Fuller, F. Glen and B.J. Godley. 2007. Fidelity and over-wintering of sea turtles. Proc. Roy. Soc. B Biol. Sci., 274: 1533-1539.
- Caicedo, J., L. Jiménez. L. Zapata y X. Zorrilla. 2009. Resultados y proyecciones de la conservación de Tortugas marinas en el Parque Nacional Natural Sanquianga, Pacífico colombiano. Cali, 21 p.
- Cantera, J. 1991. Etude structurale des mangroves et des peuplements macrobenthiques littoraux de deux bailes du pacifique colombien (Malaga et Buenaventura) rapport avec les conditions du milieu et les perturbations anthropiques. Tesis Doctorado. A l' Université d' Aix-Marseille II Faculte Sciences de Luminy. 371 p.
- Cantera J., B. Thomassin and P. Arnaud. 1999. Faunal zonation and assemblages in the Pacific Colombian mangroves. Hydrobiology, 413: 17-33.
- Cañas-Urbe, M., L.F. Payán, D.F. Amorocho y V.P. Páez. 2020. Tasas de crecimiento somático de tortuga carey, *Eretmochelys imbricata*, en el Parque Nacional Natural Gorgona, Colombia, entre 2004 y 2018. Bol. Invest. Mar. Cost., 49 (Supl. Esp.): 13-30. <https://doi.org/10.25268/bimc.invenmar.2020.49.SuplEsp.1061>
- Carrion-Cortez, J., P. Zárate and J. Seminoff. 2010. Feeding ecology of the green sea turtle (*Chelonia mydas*) in the Galapagos Islands. J. Mar. Biol. Assoc. UK, 90. 1005 - 1013. 10.1017/S0025315410000226.
- Carrión-Cortez, J., C. Canales-Cerro, R. Arauz and R. Riosmena-Rodríguez. 2013. Habitat use and diet of juvenile Eastern Pacific hawksbill turtles (*Eretmochelys imbricata*) in the north Pacific coast of Costa Rica. Chel. Conserv. Biol., 12(2): 235-245.
- Castellanos-Galindo, G.A., J.A. Caicedo-Pantoja, L.M. Mejía-Ladino y E. Rubio. 2006. Peces marinos y estuarios de bahía Málaga, Valle del Cauca, Pacífico colombiano. Biota Col., 7(2): 262-282.
- Ceballos-Fonseca, C., L. Martínez y D. Quiroga. 2003. Distribución, amenazas y esfuerzos de conservación de las tortugas marinas en el Pacífico colombiano: 13-17. En: Informe final, Invenmar, Santa Marta.
- Chacón-Chaverri, D., D.A. Martínez-Cascante, D. Rojas y L.G. Fonseca. 2015. Golfo Dulce, Costa Rica, un área importante de alimentación para la tortuga carey del Pacífico oriental (*Eretmochelys imbricata*). Rev. Biol. Trop., 63 (Suppl.1): 351-362.
- Chaloupka, M., P. Dutton and H. Nakano. 2004. Status of sea turtle stocks in the Pacific. Papers presented at the Expert Consultation on Interactions between Sea Turtles and Fisheries within an Ecosystem Context. <https://www.fao.org/3/y5750e/y5750e00.pdf>
- Cornelius, S. 1986. The sea turtles of Santa Rosa National Park. Fund. Parques Nales. Costa Rica. Programa Educación Ambiental UNED. 64 p.
- Cubillos Pérez, D.L. 2016. Características geomorfológicas de una playa potencial de anidación e identificación de las posibles amenazas para tortugas marinas en Puerto España, Departamento del Valle del Cauca. Tesis Biología, Pont. Univ. Javeriana, Cali. 44 p.
- Delgado Trejo, C. and J. Alvarado Díaz, 2012. Current conservation status of the black sea turtle in Michoacán, México: 263-278. In: Seminoff, J.A. and B.P. Wallace (Eds). Sea turtles of the Eastern Pacific: advances research and conservation. Univ. Arizona Press, Tucson, USA.
- Díez, C. and J. Ottenwalder. 2000. Habitat surveys: 41. In: Eckert, K., K. Bjorndal, F. Abreu-Grobois and M. Donnelly (Eds). Research and management techniques for the conservation of sea turtles. IUCN/SSC Mar. Turtle Spec. Group Publ., 4. 278 p.
- Eckert, K., K. Bjorndal, F. Abreu-Grobois and M. Donnelly (Eds). Research and management techniques for the conservation of sea turtles. IUCN/SSC Mar. Turtle Specialist Group Publ., 4: 232.
- Ehrhart and Ogren. 1999. Studies in foraging habitats: capturing and handling turtles: 61-64. In: K. Eckert, K. Bjorndal, F. Abreu-Grobois y M. Donnelly (Eds). Research and management techniques for the conservation of sea turtles. IUCN/SSC Mar. Turtle Spec. Group Publ., 4, 278 p.
- Figueroa, A., J. Alvarado, F. Hernández, G. Rodríguez and J. Robles. 1993. The ecological recovery of sea turtles of Michoacán, Mexico. Special attention to the black turtles (*Chelonia agassizii*). Final Report to WWF-USFWS. Albuquerque, USA. 96 p.
- Gaos, A.R., F.A. Abreu-Grobois, J. Alfaro-Shigueto, D. Amorocho, R. Arauz, A. Baquero, R. Briseno, D. Chacón, C. Dueñas, C. Hasbun, M. Liles, G. Mariona, C. Muccio, J.P. Muñoz, W.J. Nichols, M. Peña, J.A. Seminoff, M. Vásquez, J. Urteaga, B. Wallace, I.L. Yáñez and P. Zárate. 2010. Signs of hope in the eastern Pacific: international collaboration reveals encouraging status for a severely depleted population of hawksbill turtles *Eretmochelys imbricata*. Oryx, 44(4): 595-601.
- Gaos, A.R., R.L. Lewison, B.P. Wallace, I.L. Yáñez, M.J. Liles, W.J. Nichols, A. Baquero, C.R. Hasbun, M. Vasquez, J. Urteaga and J.A. Seminoff. 2012a. Spatial ecology of critically endangered hawksbill turtles *Eretmochelys imbricata*: implications for management and conservation. Mar. Ecol. Prog. Ser., 450: 181-198.



- Gaos, A. R., R.L. Lewison, I.L. Yáñez, B.P. Wallace, M.J. Liles, W.J. Nichols, Baquero, A., Hasbún, C. R., Vásquez, M., J. Urteaga and J.A. Seminoff. 2012b. Shifting the life-history paradigm: discovery of novel habitat use by hawksbill turtles. *Biol. Lett.*, 8 (1): 54–56. <https://doi.org/10.1098/rsbl.2011.0603>
- Gaos, A., M. Liles, V. Gadea, A. Peña de Niz, F. Vallejo, M. Cristina, J. Darquea, A. Henríquez, A. Rivera, S. Chavarría, D. Melero, J. Urteaga, C. Pacheco, D. Chacón, C. LeMarie, J. Alfaro-Sigueto, J. Mangle, I. Yáñez and J. Seminoff. 2017. Living on the edge; hawksbill turtle nesting and conservation along the Eastern Pacific Rim. *Lat. Am. J. Aquat. Res.*, 45(3): 572-584.
- Gaos, A.R., R.L. Lewison, M.P. Jensen, M.J. Liles, A. Henríquez, S. Chavarría, C.M. Pacheco, P. Torres, F. Vallejo, C. Miranda, C. LeMaire, J. Lucero, K. Ocegüera, D. Chacón, L. Fonseca M. Abrego, J.A. Seminoff, E.E. Flores, I. Llamas, R. Donadi, B. Peña, J.P. Muñoz, D.A. Ruales, J.A. Chaves, S. Otterstrom, A. Zavala, C.E. Hart, R. Brittain, J. Alfaro-Shigueto, J. Mangel, I.L. Yáñez and P.H. Dutton. 2018. Rookery contributions, movements and conservation needs of hawksbill turtles at foraging grounds in the eastern Pacific Ocean. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 586: 203-216. <https://doi.org/10.3354/meps12391>
- Green, D. 1979. Double tagging of green turtles in the Galapagos Islands. *Mar. Turtle Newslet.*, 13:4–9.
- Groombridge, B. and R. Luxmoore. 1989. The green turtle and hawksbill (Reptilia: Cheloniidae): world status, exploitation and trade. Switzerland: CITES Secretariat. 601 p.
- Hamann, M, M.H. Godfrey, J.A. Seminoff, K. Arthur and others. 2010. Global research priorities for sea turtles: informing management and conservation in the 21st century. *Endang. Spec. Res.*, 11: 245–269.
- Hart, C.E., G.S. Blanco, M.S. Coyne, C. Delgado-Trejo, B.J. Godley, T.T. Jones, A. Resendiz, J.A. Seminoff, M.J. Witt and W. Nichols. 2015. Multinational tagging efforts illustrate regional scale of distribution and threats for East Pacific green turtles (*Chelonia mydas agassizii*). *PLoS One*, 10(2), e0116225. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0116225>
- Heidemeyer, M., R. Arauz-Vargas and E. López-Agüero. 2014. New foraging grounds for hawksbill (*Eretmochelys imbricata*) and green turtles (*Chelonia mydas*) along the northern Pacific coast of Costa Rica, Central America. *Rev. Biol. Trop.*, 62: 109-118.
- Heidemeyer, M., C. Delgado-Trejo, C.E. Har, C. Clyde-Brockway, L.G. Fonseca, R. Mora, A. Lara and R. Obando. 2018. Long-term in-water recaptures of adult black turtles (*Chelonia mydas*) provide implications for flipper tagging methods in the Eastern Pacific. *Herpetol. Rev.*, 49(4): 653–657.
- Hinestroza, L. M. y V. P. Páez. 2001. Anidación y manejo de la tortuga golfina (*Lepidochelys olivacea*) en la playa la Cuevita, Bahía Solano, Chocó, Colombia. *Cuad. Herpetol.*, 14: 131 – 144.
- Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras “José Benito Vives de Andrés” [Invemar], Universidad del Valle e Instituto para la Investigación y la Preservación del Patrimonio Cultural y Natural del Valle del Cauca [Inciva]. 2006. Biomálaga: Valoración de la biodiversidad marina y costera de Bahía Málaga (Valle del Cauca), como uno de los instrumentos necesarios para que sea considerada un área protegida. Cali: Invemar, Univalle e Inciva.
- Jensen, M.P., N.N. FitzSimmons and P.H. Dutton. 2013. Molecular genetics of sea turtles: 135-161. In: Wyneken, J., K.J. Lohmann and J.A. Musick (Eds). *The biology of sea turtles*. Vol 3. CRC, Boca Raton, EE. UU.
- Liles, M. J., M.V. Jandres, W. A. López, G. I. Marion, C. R. Hasbún and J. A. Seminoff. 2011. Hawksbill turtles *Eretmochelys imbricata* in El Salvador: nesting distribution and mortality at the largest remaining nesting aggregation in the Eastern Pacific Ocean. *Endang. Spec. Res.*, 14, 23-30.
- Liles, M.J., M.J. Peterson, J.A. Seminoff, E. Altamirano, A.V. Henríquez, A.R. Gaos, V. Gadea, J. Urteaga, P. Torres, B.P. Wallace and T.R. Peterson. 2015. One size does not fit all: importance of adjusting conservation practices for endangered hawksbill turtles to address local nesting habitat needs in the EP Ocean. *Biol. Conserv.*, 184: 405-413.
- Limpus, C. J. 1992. Estimation of tag loss in marine turtle research. *Wildl. Res.*, 19: 457– 469.
- Llamas, I., E. Flores, M. Abrego, J. Seminoff, C. Hart, B. Pena, G. Álvarez, W. Poveda, A. Amorocho and A. Gaos. 2017. Distribution, size range and growth rates of hawksbill turtles at a major foraging ground in the eastern Pacific Ocean. *Lat. Am. J. Aquat. Res.*, 45(3): 597–605. <http://dx.doi.org/10.3856/vol45-issue3-fulltext-9>
- López-Castro, M., K. Volker, A. Mariscal-Loza and W.J. Nichols. 2010. Long term monitoring of black turtles (*Chelonia mydas*) at coastal foraging areas of the Baja California Peninsula, México. *Endang. Spec. Res.*, 11: 35.
- Márquez, M. 1990. Sea turtles of the world. An annotated and illustrated catalogue of sea turtle species known to date. *FAO Spec. Cat. FAO Fish. Synop.*, 11(125), 81 p.
- Martínez, L. M. 1999. Ecología de anidación de la tortuga golfina (*Lepidochelys olivacea*) en la playa de La Cuevita, costa Pacífica chocoana, Colombia, en 1998. Tesis Univ. Antioquia, Medellín. 24 p.
- Martínez, L. M. y V. P. Páez. 2000. Ecología de anidación de la tortuga golfina (*Lepidochelys olivacea*) en la playa La Cuevita, costa pacífica chocoana, Colombia, en 1998. *Actual. Biol.*, 22: 131-143.
- McCormick, C. 1996. Contribución al conocimiento de la ecología y biología reproductiva de las tortugas marinas en la Isla Gorgona. Tesis Univ. Valle, Cali.
- Merizalde, L., D. Amorocho, J. Loaiza, D. Gómez, V. Pérez y C. Ortiz. 2005. Reconocimiento de áreas potenciales para la reproducción de las tortugas marinas en el Valle del Cauca. *Inf. Técn. CIMAD – CVC*. Cali.
- Meylan P.A., A.B. Meylan and J.A. Gray. 2011. The ecology and migrations of sea turtles 8. Tests of the developmental habitat hypothesis. *Bull. Am. Mus. Nat. Hist.*, 357: 1–70.
- Molina, M. F., S. Espinosa y G. Parra. 2006. Fortalecimiento de los criterios de conservación de la diversidad marina y costera de bahía Málaga, costa pacífica del Valle del Cauca, Colombia. Tesis Fund. Univ. Popayán, Popayán.

- Morales-Betancourt, M. A., C. A. Lasso, V. P. Páez y B. C. Bock. 2015. Libro rojo de reptiles de Colombia. Inst. Invest. Rec. Biol. Alexander von Humboldt, Univ. Antioquia. Bogotá. 258 p.
- Mortimer, J. A. and M. Donnelly. 2008. *Eretmochelys imbricata*. The IUCN Red List of Threatened Species 2008. Version 3.1 <https://www.iucnredlist.org> 02/11/2020.
- Muñoz, O., X. Moreno y G. Mayor. 2010. Aspectos sobre la actividad reproductiva de la tortuga caguama del Pacífico *Lepidochelys olivacea* (Testudines: Cheloniidae) en la Playa Mulatos del PNN Sanquianga, Colombia: 103. III Congr. Col. Zool., Asoc. Col. Zool. 327 p.
- Núñez, L. E. 2007. Plan de manejo integral de la Reserva Natural Especial de Puerto España – Miramar.
- Páez, V., C. Ramírez-Gallego y K.G. Barrientos-Muñoz. 2015. *Chelonia mydas* (Linnaeus, 1758): 153-156. En: Morales Betancourt, M. A., C. A. Lasso, V. P. Páez y B. Bock (Eds.). Libro rojo de reptiles de Colombia. Inst. Invest. Rec. Biol. Alexander von Humboldt (IAvH), Univ. Antioquia. Bogotá. 258 p.
- Pavía, A., D. Amorocho and J. Rodríguez. 2007. Nesting ecology and public participation for conservation management of olive ridley sea turtle (*Lepidochelys olivacea*) at Gorgona National Park - Colombia. Final report presented to Rufford Small Grants for Nature Conservation. CIMAD. Cali. 38 p.
- Payan, L., D. Amorocho, E. Sandoval y L. Jiménez. 2010. Biología reproductiva de tortugas marinas en el PNN Gorgona - Colombia durante la temporada julio 2009 - febrero 2010: 104. III Congr. Col. Zool. 327 p.
- QGIS Development Team. 2020. QGIS Geographic Information System. Open Source Geospatial Foundation Project. <http://qgis.osgeo.org>
- R Core Team, 2020. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.
- Ramírez-Gallego C., V. Páez y K.G. Barrientos-Muñoz. 2015. *Dermochelys coriacea* (Vandelli, 1761): 122-126. En: Morales Betancourt, M. A., C. A. Lasso, V. P. Páez y B. Bock (Eds.). Libro rojo de reptiles de Colombia. Inst. Invest. Rec. Biol. Alexander von Humboldt (IAvH), Univ. Antioquia. Bogotá. 258 p.
- Rees, A.F, J. Alfaro-Shigueto, P.C.R. Barata, K.A. Bjorndal and others. 2016. Are we working towards global research priorities for management and conservation of sea turtles? *Endang. Spec. Res.*, 31: 337–382.
- Rincón-Díaz, M. P. y C. J. Rodríguez-Zárate. 2004. Caracterización de playas de anidación y zonas de alimentación de tortugas marinas en el archipiélago de San Bernardo, Caribe colombiano. *Bol. Invest. Mar. Cost.*, 33: 137-158.
- Rivera-Gómez, M., I.C. Calle-Bonilla, A. Cuéllar-Chacón, F. Paredes-Mina y A. Giraldo-López. 2016. Registro de la tortuga caná (*Dermochelys coriacea*) en el Parque Nacional Natural Gorgona, Pacífico colombiano. *Biota Col.*, 17(2): 163–166. <https://doi.org/10.21068/c001>
- Sampson, L., L.F. Payán, D.F. Amorocho, J.A. Seminoff and A. Giraldo. 2014. Intraspecific variation of the green turtle, *Chelonia mydas* (Cheloniidae), in the foraging area of Gorgona National National Park (Colombian Pacific). *Acta Biol. Col.*, 19: 461–470.
- Sánchez, F. A. y D. D. Quiroga. 2002. Determinación de hábitos y comportamiento alimenticio de la tortuga marina negra del Pacífico (*Chelonia mydas agassizii*) en el Parque Nacional Natural Gorgona, Pacífico Colombiano. Tesis Ecólogo, Fund. Univ. Popayán, Popayán.
- Seminoff, J.A. 2004. *Chelonia mydas*. The IUCN Red List of Threatened Species 2004. Version 3.1. <https://www.iucnredlist.org> 02/11/2020.
- Seminoff, J.A., A. Resendiz and J.N Wallace. 2002. Home range of green turtles *Chelonia mydas* at a coastal foraging area in the Gulf of California, Mexico. *Mar. Ecol. Progr. Ser.*, 242: 253 - 265.
- Seminoff, J.A., T.T. Jones, A. Resendiz, J.N Wallace and M.Y. Chaloupka. 2003. Monitoring green turtles (*Chelonia mydas*) at a coastal foraging area in Baja California, Mexico: multiple indices describe population status. *J. Mar. Biol. Assoc. UK*, 83: 1355 - 1362.
- Seminoff, J.A., J. Alfaro-Shigueto, D. Amorocho, R. Arauz, A. Baquero, D. Chacón, A. Gaos, S. Kelez, J. Mangel, J. Urteaga and B.P. Wallace. 2012. Biology and conservation of sea turtles in the eastern Pacific Ocean: A general overview: 11-38. In: Seminoff, J.A. and W.P Wallace (Eds). *Sea Turtles of the Eastern Pacific Ocean: research advances, conservation challenges and signs of success*. Univ. Arizona, Tucson, EE. UU.
- Senko, J., M. López-Castro, K. Volker and W.J. Nichols. 2010. Immature East Pacific green turtles (*Chelonia mydas*) use multiple foraging areas off the Pacific coast of Baja California Sur, Mexico: first evidence from mark-recapture data. *Pac. Sci.*, 64 (1):125–130 <https://doi.org/10.2984/64.1.125>
- Tobón-López, A. and D.F. Amorocho. 2014. Population study of the hawksbill turtle *Eretmochelys imbricata* (Cheloniidae) in the southern Pacific region of Colombia. *Acta Biol. Col.*, 19(3): 447-457.
- Wallace, B.P., M. Tiwari and M. Girondot. 2013. *Dermochelys coriacea*. The IUCN Red List of Threatened Species 2013. Version 3.1. <https://www.iucnredlist.org> 02/11/2020.
- Wildermann, N., C. Gredzens, H. Barrios-Garrido, I. Bell, J. Blumenthal, A. Bolten and others. 2018. Informing research priorities for immature sea turtles through expert elicitation. *Endang. Spec. Res.*, 37: 55–76. <https://doi.org/10.3354/esr00916>
- Zárate P., A. Fernie and P. Dutton. 2003. First results of the East Pacific green turtle, *Chelonia mydas*, nesting population assessment in the Galapagos Islands: 70-73. In Seminoff, J. A. (ed.) *Proceedings of the 22nd symposium on sea turtle biology and conservation*. NOAA Techn. Mem. NMFS – SEFSC.
- Zorrilla, X. 2011. Monitoreo de tortugas marinas en el Parque Nacional Natural Gorgona Acciones, avances y proyecciones. Mem. Taller de diagnóstico del estado de las tortugas marinas en el Pacífico colombiano. *Fund. Conserv. Amb. Col.*. Cali. 40 p.