

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICA,
ESCUELA DE BIOLOGÍA**



“CARACTERIZACIÓN DE SITIOS CON USO POTENCIAL PARA LA ALIMENTACIÓN DE LA TORTUGA CAREY (*Eretmochelys imbricata*) Y PRIETA (*Chelonia mydas*) EN EL ÁREA NATURAL PROTEGIDA BARRA DE SANTIAGO”

TRABAJO DE GRADUACION

PRESENTADO POR:

JENNY MARIBEL AMAYA DÍAZ
NELSON ANTONIO ALEMÁN CASTILLO

**PARA OPTAR AL GRADO DE:
LICENCIADOS EN BIOLOGÍA**

Ciudad Universitaria, San Salvador, septiembre de 2023

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICA,
ESCUELA DE BIOLOGÍA**



“CARACTERIZACIÓN DE SITIOS CON USO POTENCIAL PARA LA ALIMENTACIÓN DE LA TORTUGA CAREY (*Eretmochelys imbricata*) Y PRIETA (*Chelonia mydas*) EN EL ÁREA NATURAL PROTEGIDA BARRA DE SANTIAGO”

TRABAJO DE GRADUACION

PRESENTADO POR:

JENNY MARIBEL AMAYA DÍAZ
NELSON ANTONIO ALEMÁN CASTILLO

**PARA OPTAR AL GRADO DE:
LICENCIADOS EN BIOLOGÍA**

DOCENTE ASESOR:

Lic. Dora Alicia Armero Durán

ASESOR EXTERNO:

Ph.D. Michael Liles

Ciudad Universitaria, San Salvador, septiembre de 2023.

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICA
ESCUELA DE BIOLOGÍA**



“CARACTERIZACIÓN DE SITIOS CON USO POTENCIAL PARA LA ALIMENTACIÓN DE LAS TORTUGAS CAREY (*Eretmochelys imbricata*) Y PRIETA (*Chelonia mydas*) EN EL ÁREA NATURAL PROTEGIDA BARRA DE SANTIAGO”

TRABAJO DE GRADUACION

PRESENTADO POR:

**JENNY MARIBEL AMAYA DÍAZ
NELSON ANTONIO ALEMÁN CASTILLO**

**PARA OPTAR AL GRADO DE:
LICENCIADOS EN BIOLOGÍA**

TRIBUNAL CALIFICADOR:

Lic. Milagro Elizabeth Salinas

Lic. José Napoleón Canjura

Lic. Dora Alicia Armero Durán

Ciudad Universitaria, San Salvador, septiembre de 2023.

AUTORIDADES UNIVERSITARIAS

RECTOR:

Maestro Roger Armando Arias

VICERECTOR ACADEMICO:

PhD Raúl Ernesto Azcúnaga López

VICERECTOR ADMINISTRATIVO:

Ing. Juan Rosa Quintanilla

SECRETARIO GENERAL:

Ing. Francisco Alarcón

FISCAL:

Lic. Rafael Humberto Peña

FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMATICAS

DECANO:

Lic. Ernesto Américo Hidalgo Castellanos

DIRECTORA DE LA ESCUELA DE BIOLOGIA:

Lic. Milagro Elizabeth Salinas Delgado

Ciudad Universitaria, San Salvador, septiembre 2023

DEDICATORIA

A nuestras familias y amigos.

A la memoria de los graduados de la vida, increíbles seres humanos que han marcado nuestro camino.

Jenny y Nelson.

AGRADECIMIENTOS

- A nuestras familias, por apoyarnos incondicionalmente en este largo trayecto.
- A Juan Alberto Henríquez y Juan Alberto Pérez guarda recursos de Barra de Santiago, por su dedicación y compromiso, su apoyo fue esencial para el desarrollo de esta investigación.
- A la familia Samayoa Martínez por la generosa colaboración de prestarnos su red de pesca que contribuyo a la recolecta de datos.
- A Ruth Arévalo, Laura Perdomo, Andrea Fortis, Gabriela Cornejo y Francisco Iraheta, por ayudarnos en nuestros muestreos.
- A nuestros amigos, que siempre nos motivaron a seguir adelante.
- A nuestros asesores y jurado evaluador por sus importantes aportes, observaciones y recomendaciones para este trabajo.
- A PROCOSTA por capacitarnos y brindarnos las herramientas necesarias para la manipulación de las tortugas.
- Al MARN y CENDEPESCA por brindarnos los permisos pertinentes para desarrollar este trabajo de investigación.
- A nuestro compañerismo, dedicación y motivación mutua, que fue fundamental para alcanzar nuestro objetivo.
- A todas aquellas personas que colaboraron y desempeñaron un papel fundamental para el desarrollo de este proyecto.

INDICE

1. Introducción.....	1
2. Objetivos.....	4
2.1. Objetivo General:	4
2.2. Objetivos Específicos:.....	4
3. Marco teórico.....	5
3.1. Generalidades de las tortugas marinas.....	5
3.2. Biología de la tortuga carey.....	6
3.3. Biología de la tortuga prieta	10
3.4. Importancia en los ecosistemas.....	13
3.5. Conservación.....	15
3.6. Tortugas marinas y su relación con los manglares.....	19
3.7. Factores que influyen en la selección de sitios con uso potencial para la alimentación de las tortugas marinas.....	21
4. Marco metodológico.....	24
4.1. Establecimiento de sitios de muestreo con mayor avistamiento de tortugas.....	24
4.2. Caracterización del sustrato.....	26
4.3. Identificación de fuentes alimenticias potenciales y registro de las variables ambientales.....	28
4.4. Efectividad de captura de tortugas.....	30
5. Resultados.....	32
5.1 Establecimiento de sitios de muestreo con mayor avistamiento de tortugas.....	32
5.2. Caracterización del sustrato.....	33
5.3. Fuentes alimenticias potenciales y registro de las variables ambientales.....	36
5.4. Efectividad de captura de tortugas.....	41
6. Discusión.....	44
7. Conclusiones.....	51
8. Recomendaciones.....	53
9. Referencias bibliográficas.....	55

Resumen

La información disponible sobre zonas de alimentación y el aprovechamiento de hábitats estuarinos por parte de las tortugas carey y prieta para nuestro país, es escasa, nuestro objetivo es generar información sobre sitios con uso potencial para la alimentación de las tortugas carey y prieta en el Área Natural Protegida de Barra de Santiago. Los muestreos fueron realizados durante los meses de febrero a junio del 2019, caracterizando los sitios mediante la clasificación del sustrato, la descripción de fuentes alimenticias potenciales y las variables ambientales del sitio que posiblemente influyen en su distribución, también se tomaron datos biométricos de las tortugas capturadas y se georreferencio lugares con efectividad de captura. Los resultados mostraron la distribución potencial de las tortugas y a partir de esto se establecieron los tres sitios (canal El Zapatero, canal El Cajete y Coco Pando) con mayor frecuencia de avistamientos de las tortugas carey y prieta, dentro del estero. El canal el Zapatero, presenta características óptimas para el forrajeo de las tortugas carey y prieta, se reportó el mayor porcentaje de fuentes alimenticias potenciales para ambas especies de tortugas. En el canal el Cajete, se observó una abundante presencia de algas rojas y tortugas prietas alimentándose de estas, lo que confirma el uso del sitio como zona de forrajeo para estas tortugas. El Coco Pando presenta características importantes, para la alimentación principalmente de la tortuga carey, sin embargo, no se observó tortugas alimentándose y solo fue posible una recaptura, esto probablemente se debe a que es una zona abierta sujeta a la influencia antropogénica, el oleaje y la marea.

1. Introducción.

El Océano Pacífico Oriental provee áreas de forrajeo y anidación para cinco especies de tortugas marinas: la tortuga cabezona (*Caretta caretta*), la tortuga baule (*Dermochelys coriácea*), la tortuga prieta (*Chelonia mydas*), la tortuga carey (*Eretmochelys imbricata*) y la tortuga golfinia (*Lepidochelys olivacea*), de las cuales, las últimas cuatro se encuentran en El Salvador (Wallace et al. 2011). Lo que conlleva a un campo amplio para estudios sobre la biología y el comportamiento de estas especies. La tortuga carey y la tortuga prieta son especies en peligro crítico de extinción según la UICN (Mortimer y Donnelly 2008; Seminoff et al. 2015) y actualmente se encuentran en la Lista Oficial de Especies Amenazadas o En Peligro de Extinción para El Salvador, en la categoría de En Peligro de extinción (MARN 2019).

La tortuga carey del Pacífico Oriental es considerada entre las poblaciones de tortugas marinas más amenazadas en el mundo (Wallace et al. 2011). Es una región donde, es limitado el conocimiento sobre las características ecológicas de estas tortugas, existen menos de 700 hembras anidantes de tortuga carey en todo el Pacífico Oriental (Gaos et al. 2017), con un 50% que anidan en El Salvador (Liles et al. 2011). A pesar de que se estima que existen 20,000 hembras anidantes de tortuga prieta en el Pacífico Oriental, anualmente se reportan pocas anidaciones de tortuga prieta en El Salvador (Rguez-Baron et al. 2019).

La tortuga carey es descrita generalmente como una especie espongiívora, asociada a los arrecifes de coral (Meylan 1988). Sin embargo, en el Pacífico Oriental (PO) se ha registrado utilizando ecosistemas estuarinos en las fases de anidación, de forrajeo y descanso (Gaos et al. 2012, Liles et al. 2011). En cuanto a la tortuga prieta, es una especie con una dieta habitualmente herbívora con preferencias por las algas y pastos marinos (Hatase et al. 2006), lo que se ha reportado en la Bahía de Jiquilisco en El Salvador (Meza et al. 2015). Al igual que la tortuga carey en el PO,

se ha reportado haciendo uso de los esteros en la etapa de post-anidación (Paniagua 2013).

Una estrategia clave para la conservación de las tortugas es la protección y conservación del hábitat, tanto de anidación como de desarrollo. Se ha demostrado la importancia de los ecosistemas de manglar, para el caso del PO, como sitios de alimentación para ambas especies (Rivas 2017; Meza et al. 2015). Para esto es necesario la comprensión del funcionamiento del ecosistema y sus componentes, principalmente los elementos claves para su alimentación y desarrollo.

En estudios previos se ha reportado la presencia de la tortuga carey y la tortuga prieta en el ecosistema de manglar de la Barra de Santiago (Hasbún y Vásquez 1999; Liles y Thomas 2010), una compilación de datos realizada por Liles et al. 2019, demuestra que ambas especies están utilizando esta zona como sitio de anidación, sin embargo, no hay mucha información sobre el uso que le dan durante otras fases de su ciclo biológico (como el forrajeo, crecimiento, etc).

Estudios realizados por Rivas (2017) y Meza et al. (2015), dieron a conocer los componentes dietarios de la tortuga carey y prieta, respectivamente, en la Reserva de Biosfera Bahía de Jiquilisco, demostrando que ambas especies están utilizando este ecosistema para forrajeo y crecimiento, y no únicamente para la anidación, proporcionando nueva información sobre otros aspectos de su ciclo biológico, poco conocidos en El Salvador. Estos aportes generan un mayor interés en conocer si estas especies de tortugas marinas, podrían estar utilizando otros ecosistemas de manglar, dentro del país, con la misma finalidad y de ser así, cuáles son sus posibles fuentes de alimento.

El objetivo de este estudio es generar nueva información sobre sitios con uso potencial para la alimentación de las tortugas carey y prieta en el Área Natural Protegida de Barra de Santiago, ya que es un lugar que tiene mucha riqueza natural y que representa una de las zonas con mayor presencia de estas especies,

mediante una caracterización del sustrato, la diversidad de especies y las variables fisicoquímicas del agua que posiblemente influyen en su distribución, para generar nuevo conocimiento y herramientas para la conservación de estas especies y de los manglares como ecosistemas claves para su desarrollo permanente. Los muestreos fueron realizados durante los meses de febrero a junio del 2019, caracterizando los sitios de uso potencial para la alimentación, identificando las especies que pueden formar parte de la dieta de las tortugas. Aunado, se tomaron datos morfométricos de los individuos capturados, así como su sexo y lugares con mayor frecuencia de avistamiento.

Es necesario comprender las preferencias de hábitat de las tortugas carey y prieta en las diferentes etapas de su vida para crear estrategias de conservación locales y regionales efectivas.

2. Objetivos.

2.1. Objetivo General:

Caracterizar los sitios con uso potencial para el forrajeo de la tortuga carey (*Eretmochelys imbricata*) y prieta (*Chelonia mydas*) en el manglar de Barra de Santiago.

2.2. Objetivos Específicos:

- Establecer los sitios con mayor avistamiento de tortugas carey y prieta a partir de encuestas realizadas a pescadores, tortugeros y guarda recursos en el manglar de Barra de Santiago.
- Determinar el tipo de sustrato de los sitios con uso potencial para alimentación de las tortugas carey y prieta en función a su textura y granulometría, utilizando la textura de Bouyoucos y el análisis granulométrico respectivamente.
- Identificar las fuentes alimenticias potenciales para las tortugas carey y prieta y la influencia de las variables ambientales (temperatura, salinidad, turbidez y profundidad) en su distribución, a través de la descripción de los taxones presentes en los sitios de uso potencial.
- Estipular los lugares con mayor efectividad para captura de la tortuga carey y prieta, mediante el arte de pesca de tapada y registro de captura y recaptura de las tortugas en el manglar de Barra de Santiago.

3. Marco teórico.

3.1. Generalidades de las tortugas marinas.

Las tortugas marinas tienen un crecimiento indeterminado, es decir, continúan creciendo durante toda su vida, que se estima en 40-70 años. Las tasas de crecimiento son a menudo rápidas en las primeras etapas de la vida, dependiendo de la cantidad de alimento disponible y las condiciones ambientales, pero disminuyen considerablemente después de la madurez sexual. A medida que las tortugas se vuelven muy viejas, el crecimiento es menos notorio. Las tortugas marinas pueden llegar a ser bastante grandes; y la tortuga baula es la más grande, con la mayoría de los adultos oscila entre 300 y 500 kg con longitudes de más de 2 m (Paladino y Morreale 2011).

Las tortugas marinas presentan dimorfismo sexual por ejemplo los machos, suelen desarrollar colas largas que sobrepasan las escamas posteriores del caparazón y garras más grandes, en comparación con las hembras. Las diferencias entre una tortuga juvenil y una tortuga adulta son similares en todas las especies de tortugas marinas. Las características que varían generalmente son el tamaño; las tortugas juveniles tienden a ser más pequeñas, el caparazón; en las tortugas juveniles suele ser más plano y flexible en comparación con las adultas que son más grandes y con un caparazón duro y curvo. En cuanto a la coloración; las tortugas carey juveniles pueden tener una coloración más opaca y oscura contrario a las adultas que poseen colores vistosos, las tortugas prietas juveniles pueden ser claras y brillantes en comparación con las adultas que tienden a un coloración opaca y oscura (USAID 2014).

Las poblaciones de tortugas marinas se han disminuido por una combinación de factores dentro de los cuales se incluyen la pesca comercial y artesanal, la captura incidental y la degradación y pérdida de los hábitats de alimentación y anidación (Muñoz-Pérez et al. 2017), todos estos factores sumados al cambio climático, están repercutiendo en la correcta protección de las especies.

Reproducción: La fertilización de las tortugas marinas es interna, es decir que el macho deposita el esperma directamente dentro de la hembra. Ubican playas arenosas en los trópicos y subtrópicos para colocar sus huevos. Los adultos migran de las áreas de alimentación a las playas de anidación a distancias que van de cientos a miles de kilómetros náuticos, para depositar sus huevos. Este comportamiento puede ser solitario o agregado en un fenómeno llamado 'arribada', en el que emergerá hasta 75 mil tortugas hembras para anidar en una playa durante un período de tres a cinco noches consecutivas (Paladino y Morreale 2011). Los adultos prefieren zonas de pastos marinos y en época reproductora, migran a los esteros y bosques de manglar (Revuelta y Tomas 2010). Al eclosionar, los neonatos se establecen en áreas de alimentación bentónico-neríticas, que generalmente son arrecifes de coral, zonas de *Sargasum*, hasta alcanzar la madurez donde realizan migraciones como lo hicieron sus padres.

3.2. Biología de la tortuga carey.

Son residentes comunes de los arrecifes de coral en todo el mundo y aparecen como juveniles con un caparazón de entre 20 a 25 centímetros de longitud. Lo impresionante de los adultos es que su dieta se compone aproximadamente de un 90% de esponjas marinas. Este es uno de los pocos animales espongiívoros y las micrografías electrónicas de su tracto gastrointestinal han demostrado las microvellosidades con millones de espículas de sílice incrustadas en el tejido. Los tunicados, anémonas de mar, briozoos, celentéreos, moluscos y plantas marinas también se han encontrado como componentes importantes de la dieta de carey. Los hábitats incluyen aguas costeras poco profundas y se encuentran fácilmente en fondos fangosos o en arrecifes de coral (Paladino y Morreale 2011). Se distribuyen a lo largo de los océanos de las zonas tropicales, Índico, Atlántico y Pacífico, donde encuentran una diversidad de hábitats para su desarrollo (Lutz y Musik 1997; Paladino y Morreale 2011). En el Pacífico Oriental se asocian más con los ecosistemas de manglar (Gaos et al. 2012), ya que presentan los lugares idóneos

para la puesta de huevos (Rguez-Baron et al. 2020) y encuentran fuentes potenciales para su alimentación (Carrion-Cortez et al. 2013).

Morfología: Posee un caparazón con forma ovalada, con margen posterior notoriamente aserrado, y con escudos gruesos traslapados o imbricados. Presenta cuatro pares de escudos laterales (figura 1c). Cabeza angosta, dos pares de escamas prefrontales y tres escamas postorbitales, boca y mandíbula estrecha y alargada pico recto parecido al de un ave rapaz (figura 1), el cual es su mayor característica. Presenta aletas con un par de uñas. Coloración variable con pigmentos café. Los machos adultos se pueden identificar porque la cola es más larga y sobrepasa las últimas escamas posteriores, las hembras tienen una cola más pequeña y no sobrepasan las escamas posteriores (USAID 2014).

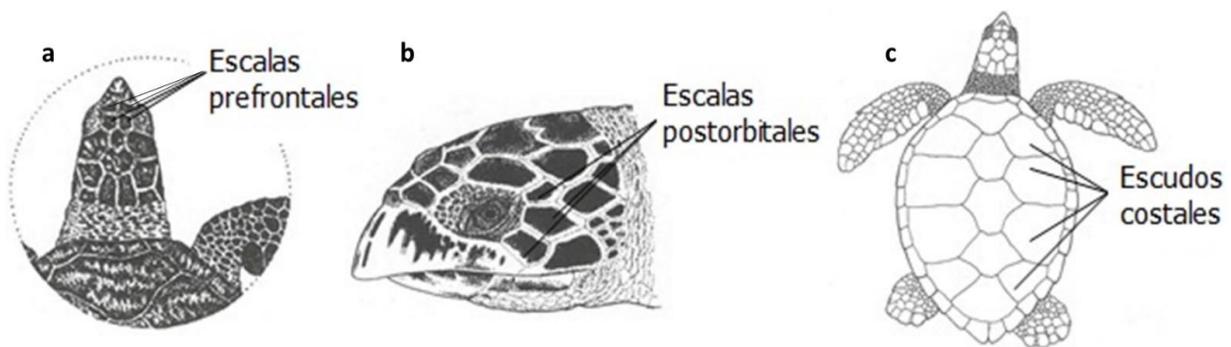


Figura 1: Características de *Eretmochelys imbricata*

Alimentación: es probablemente la única tortuga marina asociada a arrecifes de coral debido a que su necesidad alimentaria es suministrada por este ecosistema (Meylan 1988, Meylan y Whiting 2008). Es uno de los pocos vertebrados especializados en alimentarse de esponjas. Su dieta sugiere que ingiere grandes cantidades de material tóxico proveniente de las espículas, de sílice, de las esponjas. La acción por la competencia de espacio, ha llevado a la tortuga carey a ser un controlador de las especies de esponja que afectan los arrecifes de coral, permitiendo así la diversificación y crecimiento de estos (Meylan 2016).

En estómagos de tortuga de carey adultos se han encontrado restos de alimentos compuestos por esponjas, principalmente de los géneros *Eicionemia sp.* y *Geodia sp.*, seguidas por *Melophus sp.* y *Agelas dispar*. Se han encontrado en menor proporción restos de cnidarios, bivalvos, decápodos, pasto *T. testudinum*, restos vegetales y algas Rhodophytas (*Lobophora variegata*, *Dictyota menstrualis*) y una Phaeophyta (*ropuntia sp*) demostrando que la dieta de esta tortuga mayormente se compone de esponjas (Rincón-Díaz y Rodríguez-Zárate 2004). En contraste con estos resultados Bell (2013) realizó un estudio donde se hicieron lavados esofágicos de 120 tortugas carey pertenecientes a la Gran Barrera de Coral, arrojando que el 72.7% de las muestras pertenecían a algas (53.7 para la división Rhodophyta; 11% para Chlorophyta y 8% para las Pheophytas). El resto de muestras contenía esponjas (10.4%); corales blandos e invertebrados (12.6%) y el resto para material inorgánico.

La tortuga carey también puede modificar sus sitios de alimentación para satisfacer sus necesidades dietéticas, y aunque poco se sabe sobre la ecología de alimentación de las tortugas maduras, las descripciones de su dieta en el Caribe informaron que las esponjas fueron el alimento predominante para las tortugas, y que la espongivoría es probablemente un hábito de alimentación en todo el mundo, no obstante, la carey en el Norte de Australia consumen cantidades significativas de algas marinas, pastos marinos y frutos del manglar (Meylan y Whiting 2008), en la parte norte de la Gran Barrera de Coral se evidencio que las algas marinas fueron el principal elemento dietético consumido (Bell 2013). Otro estudio sobre el uso del hábitat y la dieta de las tortugas carey juveniles en un arrecife rocoso de Costa Rica informó que los artículos de la dieta durante la época de lluviosa fueron *Geodia sp* (esponja), *Rhopalaea birkeland* (tunicado) y *Codium isabelae* (macroalga), mientras que, durante la estación seca, fueron *R. birkelandi.*, *Geodia sp.* y *Scyphozoa* (cnidario), en orden descendente a la frecuencia de aparición, (Carrion-Cortez et al. 2013). Es decir, independientemente de la época del año las principales fuentes

alimenticias de la carey en este arrecife fueron 2 invertebrados *Geodia sp* (esponja) y *Rhopalaea birkeland* (tunicado).

Se han descubierto dos importantes sucesos sobre las tortugas carey en la región del Pacífico Oriental. En primer lugar, se sabe que las tortugas carey siguen rutas muy cercanas a la costa durante sus migraciones de post-anidación en camino hacia los sitios de alimentación (Gaos et al. 2012) También se ha confirmado que las tortugas carey adultas y juveniles utilizan los esteros de manglar como su hábitat de forrajeo principal (Gaos et al. 2012; Rivas 2017). Estos datos se mantienen homogéneos para los países de El Salvador, Nicaragua y Ecuador.

En El Salvador, Rivas 2017, realizó un estudio en el manglar de la Bahía de Jiquilisco, utilizando la técnica del lavado esofágico para conocer los componentes dietarios de 81 tortugas carey (tanto juveniles como adultos), mostrando que el 67% de su dieta se basa en componentes vegetales (siendo *Rhizophora mangle* el componente con mayor frecuencia de aparición y mayor componente de su dieta en general, además del género de algo roja *Gracilaria* con bastante presencia), el 6% corresponde al género de bivalvo *Anadara sp*, 17% a esponjas marinas, 3% a obsidiana (roca volcánica) y el 7% restante corresponde a material sin identificar.

Anidación: La hembra adulta se arrastra por tierra, excava una cámara que puede ser de hasta 1 metro debajo de la superficie de la arena en la que deposita un promedio de 130 huevos (Liles et al. 2019) y regresa al agua después de cubrir el nuevo nido. Los huevos generalmente tardan de 50 a 70 días en desarrollarse completamente y producen crías que trepan a la superficie de la playa por la noche. La duración de la incubación se ve influida principalmente por la temperatura predominante del nido durante el desarrollo; las temperaturas más cálidas aceleran las tasas de desarrollo de las crías (Paladino y Morreale 2011). Las temperaturas más altas generan hembras y las más bajas generan machos, sin sobrepasar el umbral de los 30°C.

En el Pacífico Oriental, los ecosistemas de manglar tienen las playas de anidación más importante de la tortuga carey en la región (Gaos et al. 2017), siendo México, Nicaragua, Costa Rica, Ecuador y El Salvador los países con mayor número de nidos monitoreados, distribuidos en ecosistemas de manglar y mar abierto; siendo para nuestro país, Los Cobanos y Punta Amapala los mayores sitios de anidación de mar abierto y La Bahía de Jiquilisco como mayor sitio de anidación dentro de un ecosistema estuarino.

3.3. Biología de la tortuga prieta

La tortuga prieta lleva el nombre “Chelonia” que los griegos usaban para abarcar la creación completa de tortugas marinas, tortugas de agua dulce y tortugas terrestres. La “tortuga verde” es el nombre más común en español para la especie, aunque las crías son negras arriba y blancas por debajo, y los adultos varían en gamas de color desde un marrón amarillento, hasta el negro, con frecuentes manchas y rayas decorativas. Su nombre se refiere al color de su grasa o “calípee” (Pritchard 2011). Es la más grande de las tortugas marinas de caparazón duro. Es tan pesada que no puede, o simplemente no se mueve en tierra alternando su lado derecho e izquierdo, sino que en cambio avanza a empujones hacia adelante con una serie de empujones utilizando sus cuatro extremidades al mismo tiempo. Es la única especie de tortuga marina herbívora y, de manera apropiada, posee la compleja superficie mandibular para morder y masticar el follaje marino, y el hocico corto y redondeado típico de los reptiles vegetarianos (Pritchard 2011).

Distribución: La tortuga prieta tiene una distribución global encontrándose en mayor medida, en aguas tropicales y subtropicales, y en menor medida, en aguas templadas. Los patrones de movimiento dentro los ecosistemas marinos no están del todo claros, pero se cree que la tortuga prieta habita las aguas costeras de más de 140 países, pudiendo ser observadas en Australia, Arabia Saudita, Islas Comoros, Costa Rica, Indonesia, las islas Galápagos, Brasil, etc. en diversos

ecosistemas como manglares, mar abierto y arrecifes de coral (Seminoff et al 2015). Dentro del Pacífico Oriental viven en bancos poco profundos y se encuentra solo a lo largo de la costa del Pacífico desde San Diego, California y se extiende en poblaciones más pequeñas a lo largo de la costa centroamericana del Pacífico hasta Chile. Las principales colonias de cría incluyen las costas de América Central, Florida y Veracruz en México (Paladino y Morreale 2011).

Morfología: Posee un caparazón oval, con un margen ocasionalmente ondeado pero no aserrado, sin escotadura a la altura de aletas traseras; cuatro pares de escudos costales; longitud recta del caparazón (LRC) hasta 120 cm y tienen un peso promedio de 150-300 kg. Cabeza anteriormente redondeada; ancho hasta 15 cm; un par de escamas prefrontales; cuatro pares de escamas postorbitales (figura 2). En las extremidades posee una uña en cada aleta (raras veces dos en algunas crías). En cuanto a la coloración negra en el dorso de las crías, transformándose en café con vetas radiales en inmaduros, muy variable en adultos (generalmente café, amarillo crema y otros colores tierra; liso, vetado o moteado); ventralmente blanca en crías, amarillenta en adultos (Pritchard y Mortimer 2000).

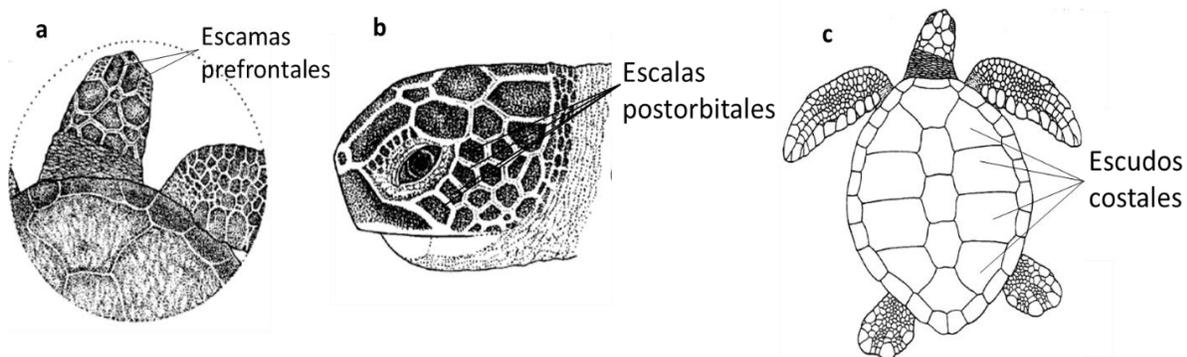


Figura 2: Características de *Chelonia mydas*.

Alimentación: En las primeras etapas del desarrollo de la tortuga prieta, los invertebrados constituyen su principal alimento (mientras están en mar abierto), pero cuando se vuelven juveniles y comienzan a vivir en áreas costeras, se sabe que se alimentan principalmente de pastos marinos y / o algas marinas pero también ocasionalmente consumen material animal y frutos de manglar (Bjorndal 1997;

Limpus y Limpus 2002; Seminoff et al. 2002; López-Mendilaharsu et al. 2008; López-Mendilaharsu et al. 2005).

En un estudio sobre la caracterización de sitios de alimentación para las tortugas marinas en el Caribe colombiano Rincón-Díaz y Rodríguez-Zárate (2004) encontraron para la tortuga prieta; un total de 17 artículos alimentarios, predominando el pasto *T. testudinum* y seguido por *S. filiforme*. Por otra parte, fueron identificadas cuatro especies de algas chlorophytas: *Udotea sp.*, *U. luna*, *Penicillus capitatus* y *Caulerpa mexicana* y tres rhodophytas: *Galaxaura sp.*, *Laurencia sp.* y *Gracilaria sp.*, además de invertebrados como esponjas, briozoarios y moluscos. Pendoley y Fitzpatrick (1999) informan; observaciones en Australia Occidental de *Chelonia mydas* alimentándose de las hojas del manglar, *Avicennia marina*. Pritchard (1971) informó que "las raíces y brotes de algas de *Caulerpa* aparentemente forman una parte sustancial de la dieta" para la tortuga prieta en las Islas Galápagos. En Queensland, Australia, se ha observado tan comúnmente alimentándose de manglares que ahora se identifican tres grupos principales de vegetación cuando se describe su dieta herbívora: pastos marinos, algas y manglares (Limpus 1998).

Meza et al. 2015, realizaron un estudio de los componentes dietarios de 92 tortugas prietas en la Bahía de Jiquilisco (87 adultos y 5 sub adultos), usando la técnica del lavado esofágico, arrojando los siguientes componentes principales: componentes vegetales (pasto marino, algas y mangle), bivalvos (almejas y conchas), gasterópodos (caracoles) y otros componentes (piedra pómez y sustrato calcáreo.

Entre los principales componentes vegetales, se encontró a *Hypnea wrighti*, *Hypnea. sp*, *Bostrichya sp* y *Rizophora mangle*; los principales bivalvos: *Dosinia dunkeri*, *Anadara grandis* y otras conchas no identificadas; mientras que los principales gasterópodos fueron: *Anachis decimdentata* y *Rhinocoryne humboldti*.

Anidación: La hembra anidante se arrastra por tierra hasta llegar a un lugar cubierto por la vegetación, excava una fosa de hasta 2 metros de diámetro en donde deposita de 75 a 200 huevos y regresa al agua después de cubrir el nuevo nido. Los huevos se desarrollan desatendidos y las crías emergen 45-60 días más tarde (Paladino y Morreale 2011). El sexo de las crías está determinado por la temperatura a la que se incuban los huevos durante el tercer trimestre de desarrollo llamado TSD. Las temperaturas superiores a 29°C tienden a producir todas las crías hembras, mientras que las inferiores a 29°C producen machos (Paladino y Morreale 2011). Liles et al. 2019, recopilaron datos de las principales zonas con mayor número de anidaciones en el Pacífico Oriental, siendo El Salvador uno de los países con mayor número de nidos reportados, destacando Punta Amapala, Los Cobanos y Bahía de Jiquilisco, siendo este último, un ecosistema estuarino.

3.4. Importancia en los ecosistemas.

La importancia de las diferentes especies de tortugas marinas en los ecosistemas radica en la conservación del equilibrio de los mismos. Su sistema de alimentación permite trasladar grandes cantidades de carbono a zonas abisales, mediante el consumo de organismos abundantes en aguas pelágicas superficiales, contribuyendo al suministro en los océanos de Carbono. La modificación del hábitat se produce de muchas formas, las tortugas prietas forman claros en la vegetación básicos para la dinámica de las sucesiones. En zonas de arrecifes de coral, depredan ciertos invertebrados que son tóxicos para el medio ambiente y sus componentes (Amorocho y Reina 2007). De igual manera la depredación sobre esponjas por la tortuga carey disminuye el epizoismo, permitiendo un mejor desarrollo de los corales (Meylan 2016).

Algunas especies de tortugas marinas, especialmente la carey, juega un rol importante en la protección de los arrecifes coralinos y manglares (Rivas 2017), ya que se alimenta en gran parte de esponjas marinas asociadas a estas comunidades, que al fijarse a los corales, los perforan y causan un daño progresivo, debilitándolo y muchas veces matándolo, entonces, el papel clave de la carey es mantener

estables las comunidades de esponjas y protegiendo de esta manera a estos ecosistemas frágiles (Jackson 1997). En Colombia se ha descubierto que existen asociaciones entre poblaciones de la tortuga carey y prieta, las cuales aprovechan la modificación de hábitats en los corales (Amorocho y Reina 2007), donde el pico de la primera se abre paso por los arrecifes, exponiendo a otros invertebrados para que la prieta los consuma.

Si bien ocupan una variedad de hábitats, las tortugas carey están más cercanamente asociadas con los arrecifes coralinos, donde juegan un papel clave en la salud del ecosistema. Cuando utilizan sus picos parecidos a los picos de los halcones, para penetrar la armadura exterior de las esponjas, ellas exponen las suaves partes internas a otros animales consumidores de esponjas, como la tortuga prieta. El hábito nutricional tan peculiar de la tortuga también ayuda a mantener las poblaciones de esponjas bajo control, creando espacio en los arrecifes para que otros organismos se establezcan y crezcan (Ballesta 2015). Sin embargo, Rivas 2017, realizó un estudio en la Bahía de Jiquilisco, sobre los componentes dietarios de la tortuga carey, demostrando que tanto los ejemplares adultos, como juveniles, se encuentran alimentándose en esta zona de manglar, esto sumado a que muchas de sus zonas de anidación (Liles et al. 2019), se encuentran en estos mismos ecosistemas, demuestra que esta especie, puede realizar todo su ciclo biológico dentro de ellos.

Para la tortuga prieta según (Amorocho y Reina 2007), presenta dos comportamientos a lo largo de su ciclo de vida, el primero es que, en el estado juvenil, esta especie se encuentran en la zona oceánica (mar abierto con una profundidad del agua mayor a 200 m) por el tipo de alimento requerido. Al alcanzar tamaños cercanos a los 20-25 cm LRC, donde se desplazan a hábitats neríticos (ambiente marino costero, con profundidades menores a los 200 m); Y el segundo se da cuando los adultos se dispersan de las zonas de forrajeo neríticas hacia corredores oceánicos para el apareamiento. Hay un cambio ontogénico marcado en la dieta, en donde los recién nacidos hasta tallas juveniles son carnívoros y los

adultos son principalmente herbívoros, alimentándose de pastos marinos (*Thalassia testudinum*, *Halodule sp.*, *Syringodium sp.*), algas bentónicas, fanerógamas y esponjas, aunque también consumen, en menor proporción, briozoos, crustáceos, moluscos y erizos de mar. En El Salvador, Meza et al 2015, demostraron que esta especie utiliza el ecosistema de manglar de la Bahía de Jiquilisco como sitio para alimentarse, siendo su mayor componente dietario de origen vegetal (como *Rhizophora mangle* y *Gracilaria sp*), aunque también se comprobó que se alimentan de moluscos, esponjas y componentes inorgánicos como la obsidiana.

Los últimos avances en la identificación de áreas de mayor uso potencial de las tortugas marinas mediante el uso de telemetría satelital ofrecen grandes oportunidades para desarrollar los esfuerzos de conservación a fin de hacer frente a las amenazas específicas en estas áreas, como sistemas estuarinos, y rutas pelágicas de estas especies (Godley et al. 2007; Gaos et al. 2012).

Las tortugas carey y prieta en el Pacífico Oriental se asocian más a ecosistemas estuarinos, ya que encuentran zonas con mejores condiciones para anidar (Liles et al 2015), posibles rutas migratorias y de crecimiento tanto en estados juveniles como adultos (Gaos et al 2012) y zonas que les proveen diversas fuentes alimenticias, de diversos grupos como lo son los vegetales, moluscos, esponjas, etc. (Rivas 2017; Meza et al. 2015), resaltando el gran valor que poseen estos ecosistemas para el desarrollo de estos organismos.

3.5. Conservación.

a. Tortugas marinas como objeto de conservación.

Las tortugas marinas son un ejemplo de lo amenazada que se encuentra la biodiversidad, en los últimos 50 años han sido objeto de una gran presión por la sobreexplotación de millones de ejemplares capturados alrededor del mundo, motivo por el cual se encuentran en un alto grado de vulnerabilidad (SEMARNAT 2011)

Las aguas del Pacífico Oriental tienen áreas importantes de forrajeo y anidación para cinco especies de tortugas marinas: la tortuga prieta, la carey, la golfinia, la baule y la cabezona, que se alimentan en los límites norte y sur del Pacífico Oriental tropical, pero la misma anida en playas lejanas en el Pacífico Occidental (Godley et al. 2007). En El Salvador, desde 2009, todas las especies de tortuga marinas se encuentran legalmente protegidas y su extracción vedada durante todo el año. Se han protegido cada año, Durante este mismo periodo se han protegido más de 11 millones de huevos y generado más de 9 millones de tortugas neonatos (Liles et al. 2019).

De las especies antes mencionadas, el carey es la que presenta una menor densidad poblacional. Sin embargo, investigaciones han identificado sitios importantes de anidación en El Salvador, Nicaragua, y Ecuador, dentro de los cuales destacan los manglares (Vásquez y Liles 2008; Gaos et al 2010). A nivel regional, se documentan un promedio de 600 nidos de tortuga carey depositados por año (Gaos et al. 2017). Aunque la población está altamente en peligro de extinción, no es claro si y en qué medida esta población puede haber disminuido en comparación con los niveles anteriores.

La tortuga prieta es la especie más estudiada (Paladino y Morreale 2011), a pesar de estar en peligro, es la que presenta mayor número de poblaciones a lo largo del mundo, sin embargo, las medidas para su conservación siguen siendo muy limitadas.

Para proteger a las tortugas marinas a nivel mundial se ha establecido un marco legal a través de la firma y ratificación de convenios internacionales, como la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Flora y Fauna Silvestre (CITES) en 1986, el Convenio sobre la Diversidad Biológica en 1994 y en El Salvador, las leyes nacionales que reconocen y extienden la protección a la tortuga carey como una especie en peligro, Ley de medio ambiente en su artículo 73, Ley de vida silvestre artículos 2 y 9, y Ley de pesca artículo 48 (MARN 1994; 1998; 2001; 2015; Liles et al. 2015).

Además del marco legal, el MARN ha elaborado una serie de propuestas para mejorar las poblaciones de las diversas especies de tortugas marinas existentes en El Salvador, como la veda permanente de extracción y consumo de huevos y ejemplares que no sean con fines de conservación o investigación aprobada por el Ministerio, la implementación de corrales exsitu e insitu para mayor éxito de eclosión de los huevos, capacitaciones y alternativas para los pobladores de las zonas costeras a medida de que formen parte de la solución y no del problema, entre otras actividades.

b. Manglares como objeto de conservación.

El ecosistema de manglar constituye uno de los ambientes más productivos y prominentes de las costas tropicales alrededor del mundo. Pese a su aparente sencillez, este ecosistema ostenta un considerable valor ambiental y económico ya que sirven como barreras protectoras contra tsunamis e inundaciones costeras, evitan la erosión costera, son refugio de reproducción y lugar de alimentación de especies de gran valor comercial como camarones, peces y crustáceos, entre otros (MARN 2004). A pesar de la importancia ecológica y económica de los manglares, su destrucción se presenta conforme avanza el desarrollo de comunidades humanas asentadas en las costas y se va incrementando la densidad de pobladores. Esta destrucción se debe principalmente al desarrollo urbano, la tala para construcciones y leña, la acuicultura y la sobreexplotación para consumo humano de las especies encontradas en este ecosistema (Alongi 2009; Álvarez-León 2016). Son ecosistemas estratégicos y vitales para las comunidades adyacentes porque a través de las corrientes de agua exportan gran cantidad de material orgánico. La calidad y la cantidad de los sedimentos y la materia orgánica exportada dependen del tipo de bosque de manglar, de su productividad y de factores limitantes físicos y biológicos y de esta manera condiciona que grupo de organismos pueden desarrollarse en él (Vélez y Polanía 2005).

Alongi (1989), menciona que algunos phylum pertenecientes a la meiofauna son poco representativos en el ecosistema de manglar, sin embargo y gracias a la evidencia reciente sugiere que existe una mayor diversidad de hongos, bacterias,

protistas y grupos taxonómicos superiores. Se forma una red trófica compleja, donde una gran parte de la energía transferida proviene del detrito que está en las raíces de los mangles, alimentando a invertebrados como cangrejos y moluscos, los cuales a su vez también se alimentan de algas verdes y pastos marinos que crecen en la zona, sirviendo de alimento para taxones superiores como peces, tortugas marinas, aves y algunos pequeños mamíferos, evidenciando la gran importancia ecológica que estos ecosistemas presentan (Demopoulos et al. 2006).

En El Salvador, el bosque de manglar más representativo es el de la Bahía de Jiquilisco con aproximadamente un 50% de extensión de dicho ecosistema. Otros manglares importantes en el territorio salvadoreño son: Barra de Santiago, Barra Salada, Estero de Jaltepeque y Bahía la Unión, Bola de Monte y Garita Palmera (MARN 2013). El Gobierno de El Salvador ha declarado que los manglares son propiedad estatal y que deben ser protegidos, aunque en muchos lugares no se respeta la ley. De acuerdo con el MARN (2011), El Salvador ha perdido el 60% del bosque de mangle, en comparación con lo que se tenía en 1950, pasando de 100 mil a 40 mil hectáreas en la actualidad. Algunas de las causas de esta pérdida, que se ha dado típicamente en todo el mundo, son la extensión de la frontera agrícola, el cambio del uso de la tierra, la deforestación y causas naturales como los cambios hídricos.

Otras leyes que mencionan a los manglares como zonas protegidas son: Ley de Medio Ambiente vigente desde el año 1998, donde denomina en el artículo 74, a los manglares como reservas ecológicas, impidiendo en ellos, cualquier tipo de alteración; Ley de Áreas Naturales Protegidas, en el artículo 9, expresa que los bosques salados son bienes nacionales y forman parte del patrimonio natural del Estado; En Código Penal, detalla ciertos delitos relativos a la naturaleza y el medio ambiente, donde queda prohibido extraer, manipular, modificar o invadir cualquier área protegida, incluyendo a los bosques salados.

FIAES es una de las principales organizaciones que trabajan para la restauración de los bosques de manglar en El Salvador, ya que representan el 1.9% de la

cobertura vegetal total. Se encarga de financiar proyectos afines al mejoramiento de dichos ecosistemas, capacitaciones a las poblaciones costeras, campañas de reforestación y una vigilancia permanente junto al Ministerio de Medio Ambiente, maximizando la ayuda y resguardar estos sitios que son claves para la conservación de muchas especies de micro y macrofauna.

El pasado foro de manglares del 2017 permitió visualizar acciones de conservación del ecosistema y las posibilidades de aplicar técnicas ecológicamente viables de restauración y, por otro lado, se tuvieron experiencias sobresalientes de ambos temas, en diversos territorios del país, donde se propone la organización de un nuevo Foro, a efecto de propiciar un espacio de intercambio de experiencias y reflexión sobre los avances en restauración y conservación inclusiva de manglares en El Salvador, con enfoque de adaptación al cambio climático.

Las amenazas a las tortugas marinas varían de una región a otra, pero las categorías generales incluyen captura incidental (por operaciones de pesca dirigidas a otras especies; anclaje en las embarcaciones y técnicas dañinas de pesca), captura dirigida de tortugas (por utilización de huevos, carne u otros productos de tortuga), desarrollo costero (modificación y/o perturbación del hábitat), contaminación y patógenos, cambio climático, etc (Rincón-Díaz y Rodríguez-Zárate 2004; Dueñas y Valiente 2010; Wallace et.al. 2011).

3.6. Tortugas marinas y su relación con los manglares.

La Bahía de Jiquilisco es por mucho la mayor extensión de agua salobre y bosque salado de El Salvador (MARN 2013). Formada por numerosos esteros, canales, barras de arena, manglares y playas, además, un numeroso conjunto de islas de diversos tamaños (Díaz 2003), constituyéndose así el hábitat ideal para muchas especies importantes de fauna en peligro de extinción como las tortugas marinas. En esta área se pueden encontrar buscando zonas de anidación o de alimentación a cuatro especies de tortugas marinas: tortuga golfina, la tortuga carey y la tortuga baule y la tortuga prieta (Vásquez et al. 2008). Sin embargo, el manglar de Barra de

Santiago es otro ecosistema importante para las tortugas, ya que se tienen registros de que las especies llegan a buscar sitios de anidación y alimentación (Dueñas y Valiente 2010; Liles y Thomas 2010).

Un estudio realizado por Liles et al. (2015) demostró que las poblaciones de carey del Pacífico Oriental, seleccionan sus sitios de anidación por la vegetación que crece en estuarios y manglares, contrastando este comportamiento con otras poblaciones como por ejemplo las del Caribe. Las hembras de esta especie poseen adaptaciones locales para seleccionar diferentes playas para anidar. De igual forma Gaos et al. (2012), mencionan que en contraste con los patrones de selección de hábitat de las poblaciones del Caribe e indo-pacífico, quienes se ubican en arrecifes de coral (Meylan 2016), las carey del Pacífico Oriental generalmente ocupan estuarios, que tienen fuerte relación con asociaciones de bosques de manglar, presentando un gran paradigma del comportamiento de esta especie en esta región, sugiriendo una trayectoria evolutiva diferente.

Se han obtenido resultados de los patrones de movimiento de la carey en el Pacífico Oriental, usando telemetría satelital y asocian a esta especie a los bosques de manglar, quienes realizan movimientos pre y post reproducción, migraciones y forrajeo dentro de dichos ecosistemas, generando herramientas para la conservación de ambos recursos (Gaos et al. 2012).

Estudios realizados en la tortuga prieta en El Salvador, demuestran que esta especie está utilizando los manglares del territorio. Dueñas-Melara y Valiente-Romero (2010), estudiaron la calidad de playa y los factores que intervienen en la anidación de las diferentes especies de tortuga, donde la prieta fue reportada, incluyendo en el manglar de Barra de Santiago. También Dueñas-Melara y Valiente-Romero (2010), estudió la abundancia y selección de hábitat de esta especie en el manglar de Bahía de Jiquilisco, donde prefieren sitios con abundante vegetación (por su dieta principalmente herbívora) a profundidades mayores a los 2 m y temperaturas cálidas. Además, Meza et al (2015), encontraron restos de bivalvos y caracoles en

los esófagos de 91 tortugas prietas, debido a que estos organismos están asociados a los pastos marinos, el cual es el alimento preferido de esta tortuga.

3.7. Factores que influyen en la selección de sitios con uso potencial para la alimentación de las tortugas marinas.

La disponibilidad relativa de hábitats está definida por la presencia y abundancia de los recursos asociados a los lugares preferidos y a la proporción de cada uno de estos (Guseman y Ehrhart 1990). Para el caso de las tortugas marinas, los arrecifes coralinos, pastos marinos, playas arenosas y bosques de manglar existentes en el Pacífico Oriental (Rincón-Díaz y Rodríguez-Zárate 2004) son los idóneos para la búsqueda de hábitats, sitios de anidación y alimentación. Algunos de los factores que influyen en la selección de estos sitios son:

Profundidad del cuerpo de agua: La profundidad es un factor importante a la hora de la selección de hábitats porque limita la distribución de los taxones en un perfil vertical por la penetración de la luz solar. Diferentes especies que sirven de alimento a la tortuga carey y prieta crecen a diferentes profundidades de un cuerpo de agua. Un estudio realizado por Carrion-Cortez et al. (2013) donde se realizaron 10 transectos de 10 metros de longitud a profundidades entre los rangos 0-4, 4-8 y 8-10 m, encontraron una diversidad de organismos a diferente profundidad.

Rincón-Díaz y Rodríguez-Zárate (2004), realizaron una caracterización de los sitios de alimentación de la tortuga prieta y carey, tomando en cuenta la profundidad de la columna de agua que fue medida por medio de un cabo metreado con lastre en el punto inicial y final de los transectos, categorizando las profundidades en bajas (0-9 m), medias (10-20 m) y altas (>21 m), obteniendo como resultados una distribución espacial de los fuentes de alimento en un perfil vertical, mayormente predominadas por algas y esponjas.

Tipo de alimento: Los componentes dietéticos de la tortuga de carey difieren según las disposiciones geográficas de cada población. Por ejemplo, Bell (2013), en Australia, encontró que los componentes de la dieta con mayor frecuencia analizados fueron las algas de las tres divisiones (Chlorophyta, Rhodophyta y Phaeophyta). Sin embargo, Rincón-Díaz y Rodríguez-Zárate (2004) en el Caribe colombiano determinan que el componente más frecuente en los estómagos estudiados fueron las esponjas con altos índices de sílice. Otros autores como Carrion-Cortez et al. (2013) en un arrecife coralino del Pacífico de Costa Rica, mencionan que los componentes dietéticos, además de variar con la región geográfica, también dependen de la etapa de la tortuga, donde los individuos jóvenes se alimentan, de esponjas del género *Geodia* (67%) y un tunicado *Rhopalaea birkelandi* (51%) mientras que los adultos prefieren zonas con abundante pastoreo. En la Bahía de Jiquilisco en El Salvador, Rivas (2017) determinó que los componentes principales de la dieta de la tortuga carey dentro de los ecosistemas de manglar son derivados de *Rhizophora mangle*, como partes de la semilla y la raíz.

La tortuga prieta se considera una especie generalista facultativa, es decir que aprovecha los recursos disponibles en el ambiente. Prefiere alimentarse de algas y pastos marinos en su etapa adulta (Hatase et al. 2006), sin embargo, Meza et al (2015), realizaron lavado esofágico de 92 individuos, demostrando que esta especie puede alimentarse de moluscos como bivalvos, el gasterópodo *Anachis decimdentata* (el cual se encuentra fuertemente asociado a los manglares), el género de macroalga *Hypnea sp* y en mayor frecuencia, el pasto marino *Halodule wrightii*. Dependiendo como se presente la distribución de los taxones, así será la dieta preferente de esta especie de tortuga y la afinidad hacia los ecosistemas estuarinos.

Tipo de sustrato: Las tortugas carey en el ambiente marino; para descanso o forrajeo, prefieren fondos lodosos y/o rocosos; además algunas formaciones rocosas son esenciales para formaciones coralinas y, por ende, esponjas y algas asociadas que proveen alimento a las tortugas (Rincón-Díaz y Rodríguez-Zárate 2004). Para el caso puntual de las tortugas prietas un estudio realizado por Seminoff et al. (2015) demuestra la afinidad por un sitio altamente urbanizado pero con los recursos alimentarios necesarios para su supervivencia.

La granulometría del sustrato juega un papel esencial en la selección de sitios de anidación prefiriendo un sustrato arenoso (blando) y para la alimentación prefieren fondos lodosos, rocosos y/o coralinos (Rivas, 2017; Carrion-Cortez et al. 2013; Liles et al. 2017) o un sustrato con abundante vegetación (algas o pastos marinos) para la tortuga prieta (Paniagua 2013). La granulometría se refiere al tamaño y diámetro de las partículas del sedimento de un determinado sustrato y es un factor muy estudiado para evaluar la selección de playas de anidación de tortugas marinas (Mortimer 1982; Parkinson y Brantly 2000).

Los sedimentos terrestres de grano grueso, pueden tener un significado completamente distinto a los sedimentos constituidos por partículas finas. Por ejemplo, un sedimento arenoso, puede en un momento dado reflejar la influencia del oleaje, en tanto que un sedimento lodoso, puede caracterizar un ambiente de aguas tranquilas (Dueñas y Valiente 2010).

4. Marco metodológico.

4.1. Establecimiento de sitios de muestreo con mayor avistamiento de tortugas.

Área de estudio.

El estero de Barra de Santiago se ubica en el municipio de Jujutla, departamento de Ahuachapán a 19 km del centro de la ciudad. Presenta una extensión de alrededor de 2000 hectáreas (figura 3). El clima se caracteriza por ser cálido tropical, con temperaturas que oscilan entre los 22° y 27°C. La zona es afectada por un patrón de mareas semidiurnas con inundaciones máximas de 2.14 msnm, que promueve un patrón bidireccional de corrientes dentro del estero. Durante la época seca, las mareas se convierten en el único suministro de agua para el sistema, elevando gradualmente la salinidad. La vegetación dominante son especies de manglar como *Rhizophora mangle*, *Rhizophora racemosa*, *Laguncularia racemosa* y *Avicennia germinans*, pero también incluye un bosque de transición salado-dulce, bosque subperennifolio, bosque de galería y palmar (MARN 2014).

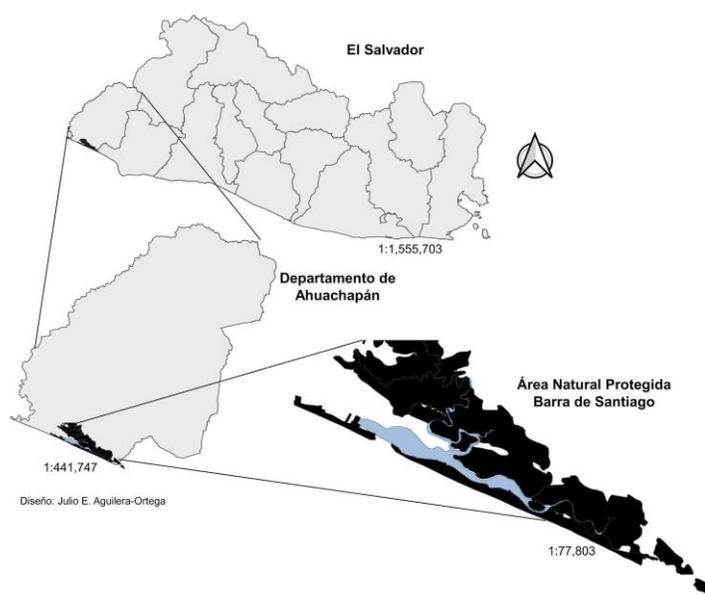


Figura 3. Ubicación del sitio Ramsar Barra de Santiago.

Descripción del sitio.

Se visitó Barra de Santiago durante el mes de junio de 2018, con el objetivo de identificar los sitios con avistamiento de tortugas carey y prieta, para seleccionar los puntos de muestreo y delimitar el área de estudio. Partiendo de la escasa información formal sobre el estudio de las tortugas marinas y el uso del estero de manglar en la zona; se optó por obtener información básica (como sitios de avistamiento, temporada del año y tipo de marea en el que han sido observadas mayormente) a través de entrevistas con lugareños, guardarecursos, pescadores y tortugeros del sitio. Fueron reunidos en tríos y se les hizo algunas preguntas (anexo 1) luego se les mostró un mapa de la zona para que indicaran los lugares donde se observan con mayor frecuencia estas dos especies de tortugas marinas (anexo 1.1).

Con base a la información obtenida de las entrevistas, se realizó un análisis de datos, mediante el programa de código abierto Quantum Gis, para la elaboración de mapas topográficos de la distribución potencial de las tortugas y la vegetación circundante en los sitios de muestreo (figura 9 y anexo 3), también se establecieron los tres sitios con mayor avistamiento de tortugas (figura 4), estos se geoposicionaron con la ayuda de los programas GPS Status y Quantum Gis. Se identificó la vegetación predominante, así como también las profundidades máximas y mínimas de cada sitio.

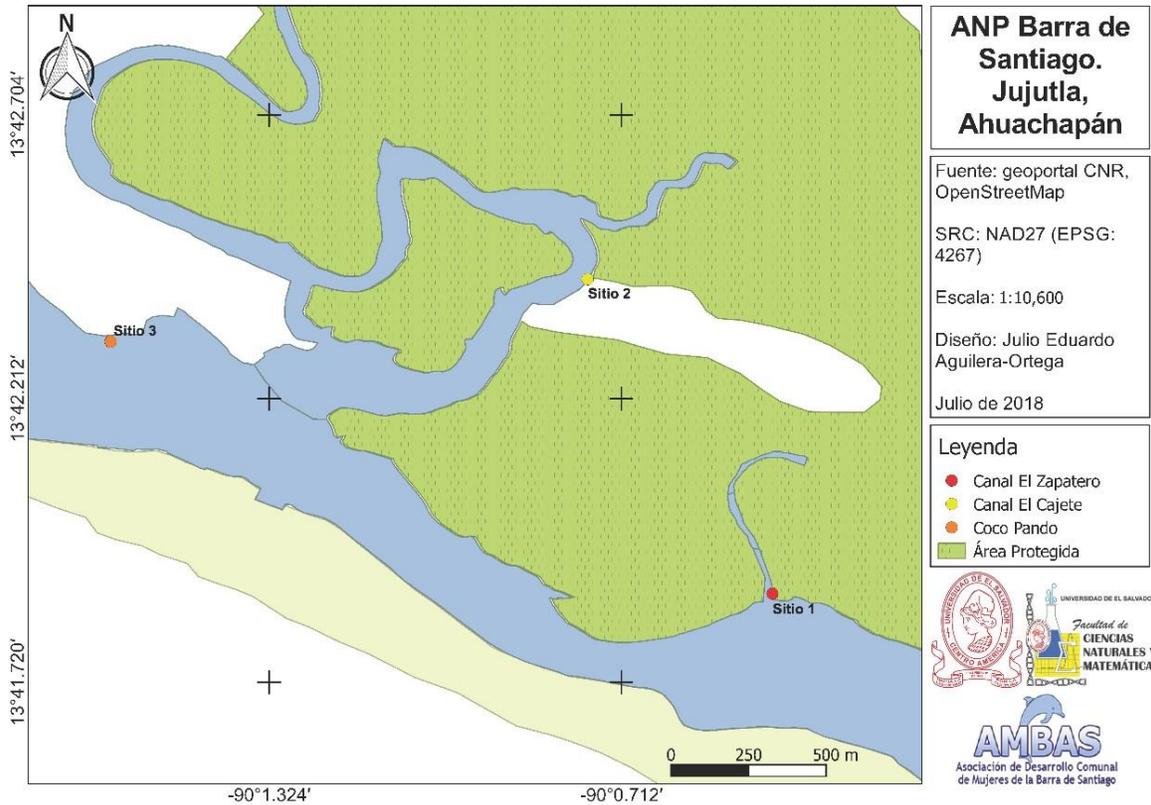


Figura 4. Ubicación de los sitios de muestreo.

4.2. Caracterización del sustrato.

Para la caracterización del sustrato según textura y granulometría, se utilizaron dos técnicas:

- A) Texturas de Bouyoucos, realizado en CENTA (Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal) se basa en la relación que existe entre la velocidad de deposición y el diámetro de la partícula de sedimento (ley de Stokes). Consiste en la dispersión de las partículas minerales del suelo en una solución comercial. Mide el porcentaje de cada fracción de partículas mediante el densímetro de Bouyoucos (Zobeck 2004, Molera y Llitjos 1995).
- B) Tamizado del sustrato que se llevó a cabo en ICMARES (Instituto de Ciencias del Mar y Limnología); es un método que consiste en clasificar el sedimento según el tamaño del grano, que permite establecer una expresión cuantitativa y cualitativa de acuerdo a la distribución de su tamaño. Se mide el porcentaje

de partículas que pasa a través de un tamiz con una malla de luz decreciente, los resultados de este ensayo se llevan a un gráfico denominado curva granulométrica (Toldo 1994; Molera y Llitjos 1995). La curva granulométrica, es una gráfica de acumulación que está conformada por el porcentaje de partículas que atraviesan la malla, en el eje de las ordenadas y por el tamaño de la partícula, en el eje de las abscisas (Duque y Escobar 2016).

Los sistemas de clasificación internacional establecen que los suelos pueden clasificarse, según el tamaño del grano y el porcentaje retenido en los diferentes tamices en: grava (G), arena (S), limo (M) y arcilla (C) (Duque y Escobar 2016) (anexo 3).

Por sitio, se recolectaron dos muestras de sustrato de la superficie de 50 gramos cada una. Se colocaron en frascos transparentes, previamente rotulados con el número de muestra y el sitio de recolección. Luego una muestra fue enviada a CENTA para su posterior análisis y la otra muestra se analizó por tamizaje, para lo cual la muestra fue previamente secada en una mufla (horno) por 24 horas a una temperatura de 105°C. Posteriormente las muestras se fraccionaron utilizando una columna de tamices con luz de malla de 1 mm, 500 µm, 250 µm, 150 µm, 106 µm, 63 µm y 45 µm. Después de 5 minutos de tamizado (figura 5) se pesó la arena de cada malla para clasificar el porcentaje de cada muestra por los niveles de tamaño de grano y se realizaron curvas granulométricas por cada sitio.



Figura 5. Proceso del tamizado: A. Identificación de la muestra y el sitio de colecta, B. Secado de muestras en horno (mufla), C. Pesado seco de las muestras, D. Colocación de muestras en tamiz para separar el tamaño de los granos.

4.3. Identificación de fuentes alimenticias potenciales y registro de las variables ambientales.

Se eligieron 3 puntos de muestreo por cada uno de los sitios establecidos, tomando en cuenta la geografía, el ancho del canal y la profundidad: 1 punto en cada orilla y 1 punto en el centro del canal. Los muestreos se realizaron en marea baja, debido a la poca visibilidad de los sitios (aproximadamente 50 cm), en el mes de febrero y junio 2019; las orillas se trabajaron con un equipo de snorkel de 0 a 1.5 metros de profundidad y la zona más profunda (centro del canal) que variaba entre los tres sitios de muestreo, se trabajó en marea alta con un equipo de buzo, ya que la visibilidad era muy poca por la actividad de las lluvias (de 50 cm).

Para la caracterización de las especies se tomó como base la metodología utilizada por Carrión-Cortez et al. (2013). Se colectaron los taxones presentes en cada uno de los puntos seleccionados. Las especies fueron identificadas en laboratorio con apoyo de docentes y especialistas del área, las muestras colectadas forman parte de la colección del museo de la Escuela de Biología y el Museo de Historia Natural de El Salvador (MUNHES) (figura 6). La identificación de los especímenes se llevó hasta género cuando fue posible, pero en general se logró ubicar en filum (e.g. algas, esponjas, etc.).



Figura 6. A. Identificación de especímenes por colaboradores y B. Identificación de especímenes en Escuela de Biología.

Las variables ambientales registradas fueron: la temperatura utilizando un termómetro ambiental, a una profundidad de 1 m; la salinidad con un refractómetro donde se colocó una gota de agua del estero para determinar la ppm de sales. La turbidez se obtuvo con el disco sechhi y por último la profundidad se registró con una cinta métrica. Toda esta información fue recolectada en una ficha técnica (anexo 4).

4.4. Efectividad de captura de tortugas.

Por cada uno de los sitios de estudio, se colocó una red de enmalle (de 50 m de largo, 4 m de alto y luz de 3 pulgadas) usando la técnica de tapada; que consiste en colocar la red en un lugar específico para restringir el paso de las tortugas y/o atraparlas. Se realizó dos veces en marea alta y una en marea baja (figura 7). La red se colocó durante cuatro horas, las tortugas atrapadas en la red, fueron subidas a la lancha para la toma de medidas, como el largo y ancho del caparazón, peso y sexo (si fuera posible).



Figura 7. Colocación y monitoreo de la red.

La red fue monitoreada permanentemente durante cuatro horas. A cada tortuga atrapada, se le colocó una placa metálica externa con un código (figura 8), en la segunda escama de la aleta derecha, con el fin de facilitar su registro y si se trata de una captura o recaptura e inmediatamente fueron liberadas. Durante los 9 muestreos, se contó con el apoyo de un guardarecurso del MARN, un pescador de la zona y un agente de la PNC. Se tomaron las medidas de largo, ancho del caparazón, para determinar si eran adultos o juveniles y el largo de la cola para determinar si eran machos o hembras. Se consideró a las tortugas prietas adultas, si presentaban un LCC (Largo curvo del caparazón) ≥ 70 cm (Meza et al. 2015) y para las tortugas carey se consideró un LCC ≥ 60 cm, menores a esto se consideran juveniles (Rivas 2017). Los datos se registraron en fichas técnicas (anexo 5). Mediante los datos geográficos obtenidos al momento de la captura se elaboró un mapa, señalando los sitios de captura efectiva (figura 9).



Figura 8. Toma de datos biométricos y marcaje de las tortugas.

5. Resultados.

5.1 Establecimiento de sitios de muestreo con mayor avistamiento de tortugas.

Los resultados de las encuestas realizadas a tortugueros, pescadores y guardarecursos de la zona mostraron la distribución potencial de las tortugas Carey y prieta en el estero (figura 9) y se establecieron los tres sitios con mayor frecuencia de avistamientos de las tortugas Carey y prieta dentro del estero (figura 4); los cuales son: Canal El Zapatero (sitio 1) con coordenadas: 13°41.874'N y 90°0.449'O; Canal El Cajete (sitio 2) con coordenadas: 13°42.419'N y 90°0.770'O; y Coco Pando (sitio 3) con coordenadas: 13°42.311'N y 90°1.599'O.

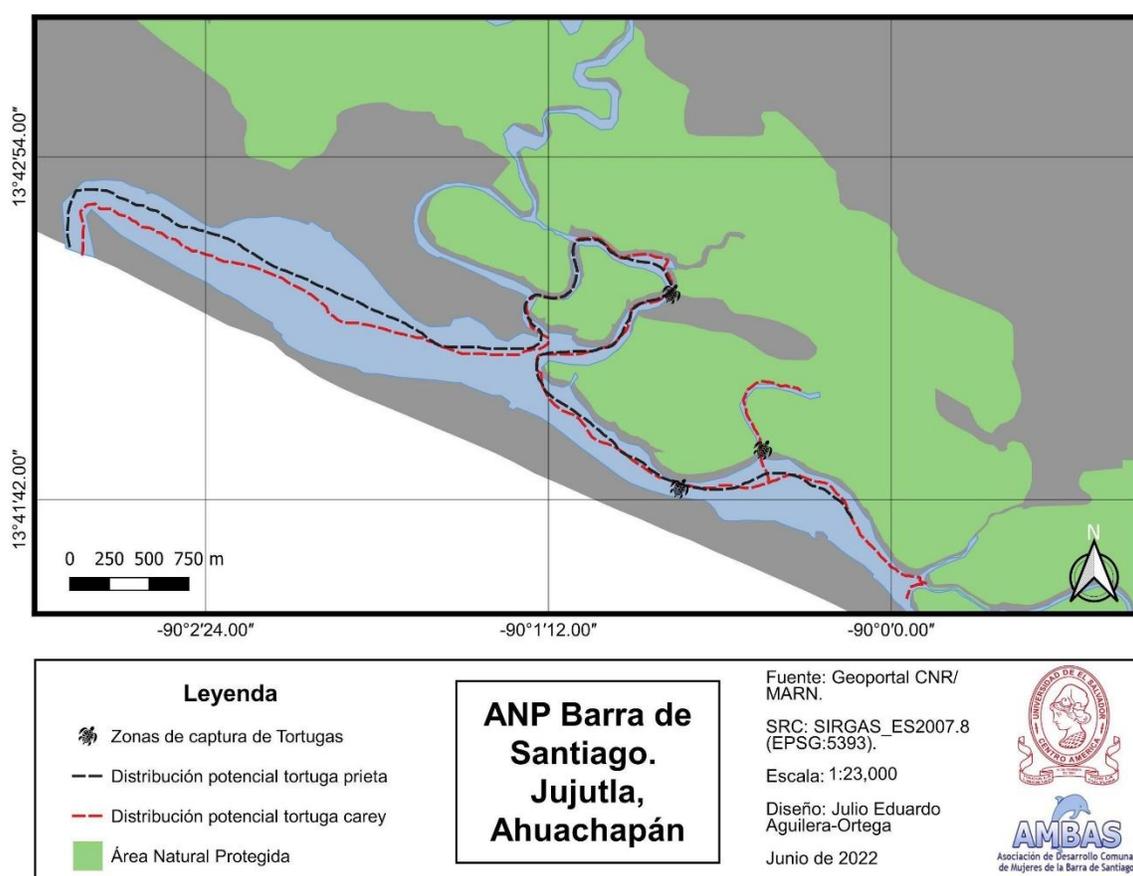


Figura 9. Distribución potencial de las tortugas Carey y prieta (línea punteada) y los sitios de captura efectiva dentro del estero (tortugas).

5.2. Caracterización del sustrato.

En la caracterización del sustrato según la textura y granulometría, se obtuvieron los siguientes resultados:

Técnica de Bouyoucos.

El análisis granulométrico por la técnica de Bouyoucos muestra para los tres sitios en estudio, una textura arena franca, como se describe en el siguiente cuadro (cuadro 1).

Cuadro 1. Porcentaje de arcilla (%A), arena (%C), limo (%L) y tipo de textura por sitio de muestreo.

Sitio	Técnica Bouyoucos			
	%A	%C	%L	Textura
El Zapatero	89.52	7.76	2.72	Arena Franca
El Cajete	83.52	11.76	4.72	Arena Franca
Coco Pando	87.88	7.4	4.73	Arena Franca

Técnica de tamices.

El análisis granulométrico por tamizado clasifica el sustrato de los tres sitios como arena fina (S), ya que el mayor peso y porcentaje fue retenido en el tamiz de 0.15 mm para los tres sitios (cuadro 2).

Cuadro 2. Tamaño de partículas y cantidad retenidos en los diferentes tamices de cada sitio.

Sitio	Peso húmedo (g)	Peso seco (g)	1mm (g)	0.5mm (g)	0.25mm (g)	0.15mm (g)	0.10mm (g)	0.06mm (g)	0.04mm (g)
1	50.26	36.49	3.10	0.71	7.32	19.10	4.10	1.34	0.47
2	50.24	37.25	0.93	0.76	11.95	20.63	2.44	0.46	0.14
3	50.24	37.20	0.03	0.53	12.07	21.66	2.46	0.22	0.02

Los resultados obtenidos por cada sitio se describen y muestran a continuación:

Sitio 1 El Zapatero. El porcentaje de partículas de sedimento retenidas en los diferentes tamices fue; para el de 1 mm fue del 8.5% (3.10 g del peso seco total), 0.50 mm fue del 1.95% (0.71 g), 0.25 mm fue del 20.06% (7.32 g), 0.15 mm fue del 52.35% (19.10 g), 0.10 mm fue del 11.24% (4.10 g), 0.063 mm fue del 3.67% (1.34 g) y para 0.045 mm 1.3% (0.47 g) (cuadro 2 y figura 10).

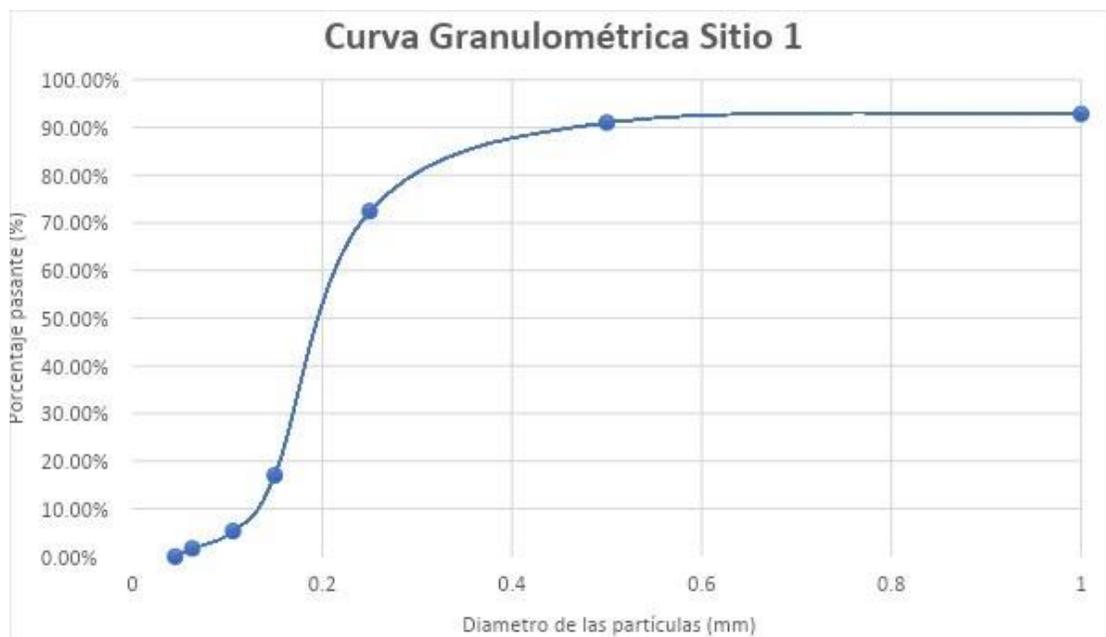


Figura 10. Curva Granulométrica del sitio 1

Sitio 2 El Cajete. El análisis granulométrico por tamizado para el sitio El Cajete mostró el porcentaje de partículas de sedimento retenidas en los diferentes tamices; para el de 1 mm fue del 2.51% (0.93 g del peso seco total), 500 μm fue del 2.05% (0.76 g), 250 μm fue del 32.08% (11.95 g), 150 μm fue del 55.37% (20.63 g), 106 μm fue del 6.54% (2.44 g), 63 μm fue del 1.23% (0.46 g) y para 45 μm 0.38% (0.14 g) (ver cuadro 2 y figura 11).

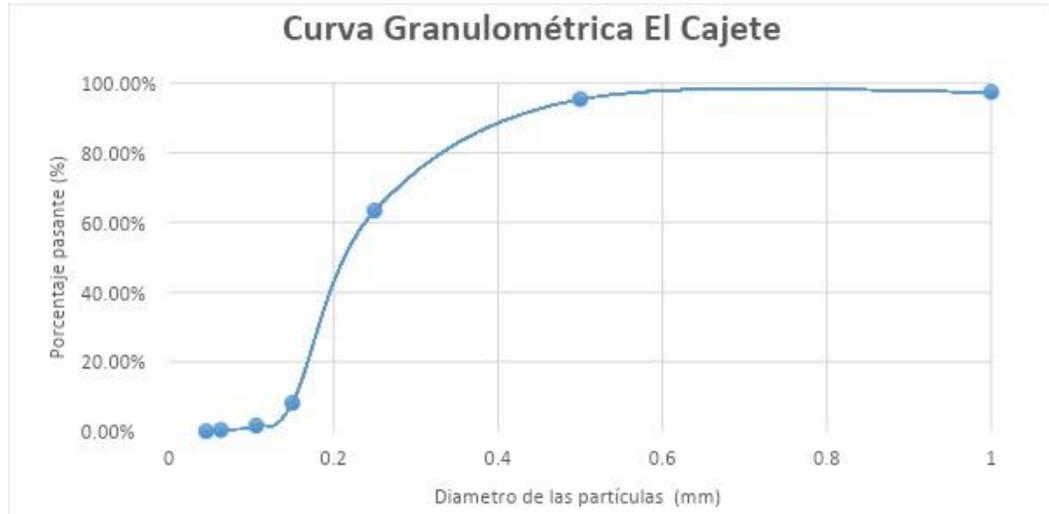


Figura 11. Curva granulométrica del sitio 2.

Sitio 3 Coco Pando. El análisis granulométrico por tamizado para el sitio El Zapatero mostró el porcentaje de partículas de sedimento retenidas en los diferentes tamices; para el de 1 mm fue del 0.09% (0.03 g del peso seco total), 500 μm fue del 1.42% (0.53 g), 250 μm fue del 32.45% (12.07 g), 150 μm fue del 58.22% (21.66 g), 106 μm fue del 6.62% (2.46 g), 63 μm fue del 0.58% (0.22 g) y para 45 μm 0.05% (0.02 g) (ver cuadro 4 y figura 12).

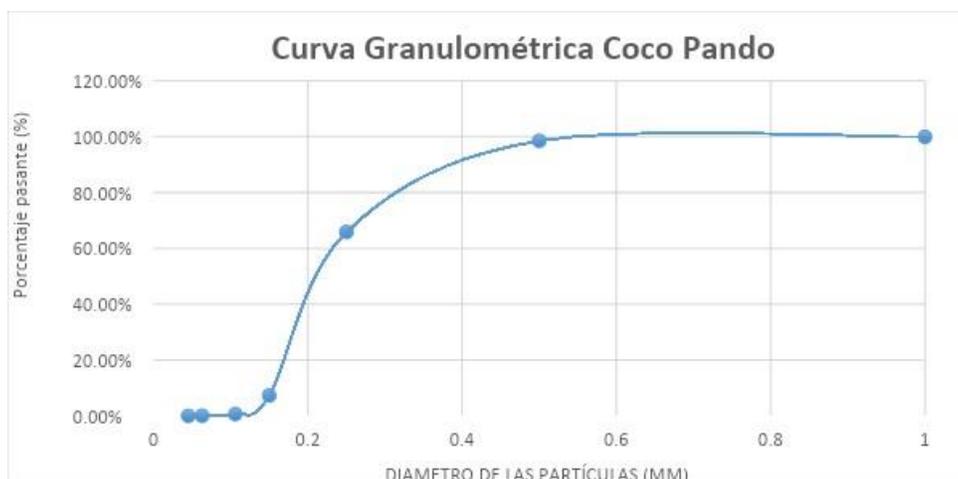


Figura 12. Curva Granulométrica del sitio 3.

5.3. Fuentes alimenticias potenciales y registro de las variables ambientales.

Identificación de las posibles fuentes alimenticias de las tortugas Carey y Prieta:

Las muestras recolectadas fueron encontradas en raíces de manglar, troncos de árboles y estructuras de cemento sumergidas. Se registró la presencia de los phylum Rodophyta, Porifera, Mollusca y Cnidaria. En los cuadros 5, 6 y 7 se muestran a detalle las especies encontradas.

Sitio 1 Canal El Zapatero: ubicado a 3 msnm, con una profundidad máxima de 4 m y una profundidad mínima de 2 m. La vegetación predominante está conformada por *Rhizophora mangle*. Las muestras colectadas se encontraron en raíces de mangle, de las 9 muestras colectadas el 22.2% equivale al phylum Rhodophyta, 22.2% al phylum Mollusca, 33.3% al phylum Porifera y el 11.1% al phylum Cnidaria. (cuadro 3).

Cuadro 3. Fuentes alimenticias encontradas en el sitio 1.

Phyllum	Clase	Orden	Familia	Género	Especie	Prof. (cm)
Rodophyta	Florideophyceae	Ceramiales	Rhodomelaceae	<i>Polisophonia</i>	<i>gorgonia</i>	20
Rodophyta	Florideophyceae	Gracilariales	Gracilariacea			20
Mollusca	Bivalvia	Arcoida	Arcidae	<i>Anadara</i>	<i>tuberculosa</i>	20
Mollusca	Bivalvia	Veneroida	Chamidae	<i>Chama</i>	<i>echinata</i>	20
Porifera	Demospongiae	Suberitida			Muestra** 4	20
Porifera	Demospongiae	Suberitida			Muestra 6	20
Porifera	Demospongiae	Suberitida			Muestra 7	20
Cnidaria	Hydrozoa	Leptothecata	Campanulariidae	<i>Campanularia</i>	Sp* 1	20
Cnidaria	Hydrozoa	Leptothecata	Campanulariidae	<i>Campanularia</i>	sp 2	20

*sp: referente a los individuos que se lograron identificar hasta género. ** muestra: referente a los individuos que se lograron identificar hasta orden.

Sitio 2 Canal el Cajete: Ubicado a 7 msnm, con una profundidad máxima de 5 m y una mínima de 2m. La vegetación predominante está conformada por *Rhizophora mangle*, con algunos árboles característicos de una zona de transición, como ceiba (*Ceiba pentandra*); además presenta una zona de cultivo de maíz. Las muestras colectadas se encontraron en raíces de mangle y troncos de árboles podridos y sumergidos, de las 4 muestras colectadas el 50% equivale al phylum Rodophyta, el 25% al phylum Porifera y el 25% restante al phylum Cnidaria. (ver cuadro 4).

Cuadro 4. Fuentes alimenticias encontradas en el sitio 2.

Phyllum	Clase	Orden	Familia	Género	Especie	Prof.(cm)
Rodophyta	Florideophyceae	Ceramiales	Delesseriaceae	<i>Caloglosa</i>	<i>Iepriurii</i>	40
Rodophyta	Florideophyceae	Gracilariales	Gracilariaceae		sp1	50
Porifera	Demospongiae	Suberitida			Muestra 5	40
Cnidaria	Hydrozoa	Leptothecata	Campanulariidae	<i>Campanularia</i>	sp 1	50

Sitio 3 Coco Pando: Ubicado a 17 msnm, con profundidad máxima de 8 m y una mínima de 5 m. La zona presenta una vegetación conformada por *Rhizophora mangle* y *Laguncularia racemosa*, sin embargo, cierta zona del sitio ha sido urbanizada, disminuyendo parte de la flora. Las muestras colectadas se encontraron en rocas, muros y vestigios de construcciones sumergidas, de las 6 muestras colectadas el 50% equivale al phylum Mollusca, el 33% al phylum Porifera y el 17% al phylum Cnidaria. (ver cuadro 5).

Cuadro 5. Fuentes alimenticias encontradas en el sitio 3.

Phyllum	Clase	Orden	Familia	Género	Especie	Prof. (cm)
Mollusca	Bivalvia	Arcoida	Arcidae	<i>Anadara</i>	<i>tuberculosa</i>	30
Mollusca	Bivalvia	Ostreida	Ostreidae	<i>Ostrea</i>	<i>palmula</i>	30
Mollusca	Bivalvia	Veneroida	Veneridae	<i>Leukoma</i>	<i>metodon</i>	40
Porifera	Demospongiae	Suberitida			Muestra 1	40
Porifera	Demospongiae	Suberitida			Muestra 3	30
Cnidaria	Hydrozoa	Leptothecata	Campanulariidae	<i>Campanularia</i>	sp 1	30

Tomando en cuenta el número total de especies encontradas de cada Phylum por sitio, se puede observar que el phylum Porifera se encontró en los 3 sitios y con un número mayor de individuos (6 individuos), el phylum Cnidaria se encontró en los tres sitios, pero con un número menor de individuos (3 individuos). Para el caso de los phylum Mollusca y Rhodophyta se encontraron en dos sitios con 5 y 4 individuos respectivamente (ver figura 13).

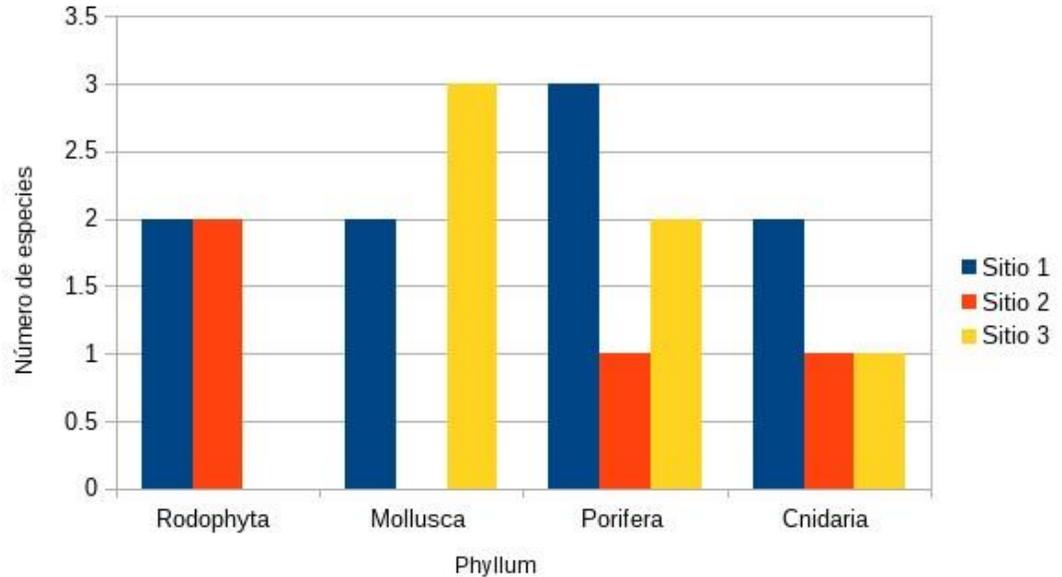


Figura 13. Comparación del porcentaje de especies encontradas por cada Phylum en los tres sitios de estudio.

Registro de las variables ambientales:

Los parámetros ambientales se mantuvieron constantes, a una temperatura promedio de 30°C para los tres sitios, salinidad promedio de 32, 36 y 30 ppm respectivamente y la turbidez promedio de 1.5, 1.25 y 5.9 respectivamente, tanto en marea baja como en marea alta. (ver cuadro 6).

Cuadro 6: Parámetros ambientales por muestreo (profundidad máxima según marea, temperatura, turbidez y salinidad por muestreo).

MUESTREO	PROF MAX. (m)	SITIO	MAREA	TEMP (°C)	TUR (m)	SAL (pp m)	OBSERVACIONES
1	3.7	El Zapatero	Alta	30	1.4	32	
2	2.1	El Zapatero	Baja	30	1.6	32	
3	1.02	El Cajete	Baja	30	1.27	38	
4	2.45	El Cajete	Baja	30.6	1.48	38	
5	5	El Cajete	Alta	30	1	32	agua turbia y con parches de algas
6	1.45	El Zapatero	Baja	30	1.45	32	
7	5.5	Coco Pando	Baja	30	5	30	vientos fuertes, marea grande
8	7.76	Coco Pando	Alta	30	6.7	30	
9	6.93	Coco Pando	Alta	30	6	30	
10	3.78	El Zapatero	Alta	30	1.4	32	

5.4. Efectividad de captura de tortugas.

Al emplear la técnica de captura por tapada, con un esfuerzo de muestreo de 12 horas por cada sitio (4 horas en marea alta y 8 en marea baja), haciendo un total de 36 horas, se capturaron y marcaron 10 tortugas de las cuales un 40% pertenece a la especie carey y un 60% a la prieta. En los cuadros 7,8 y 9 se refleja el número de tortugas y especies capturadas por sitio y sus mediciones. Para el número de placa cuando fueron capturadas ver anexo 6.

Sitio 1 El Zapatero: Se capturaron en total 7 tortugas, 5 en marea baja (2 prieta y 3 carey) y 2 prieta en marea alta. Para el sitio 1 se registraron 4 prietas hembras adultas y 3 carey juveniles, que no se pudo identificar el sexo (cuadro 7).

Cuadro 7. Datos biométricos de las tortugas marinas capturadas en el sitio 1 El Zapatero.

ESPECIE	SEXO	ESTADO DE DESARROLLO		MORFOMETRIA				
		Adulto	Juvenil	Largo (cm)	Ancho (cm)	Circunf. (cm)	Cola (cm)	Peso (lb)
Carey			X	38.23	32.27	63.3	5.5	10.5
Carey			X	51.97	42.43	81	3.8	25
Prieta	H	X		76.30	71.50	135	4	140
Prieta	H	X		72.43	66.77	121	5.1	120
Carey			X	47.70	39.10	75	2.9	17
Prieta	H	X		84.30	82.23	145.8	6	150
Prieta	H	X		82.63	72.47	134.1	5.5	145

Sitio 2 El Cajete: Se capturaron un total de 3 tortugas (2 prietas y 1 carey) todas en marea baja. Para el sitio 2 se registraron dos prietas hembras adultas y una carey juvenil, que no se pudo identificar el sexo (cuadro 8). Una de las tortugas prietas capturadas fue encontrada con restos alimenticios en la boca que posteriormente fue identificada como un alga de la familia Gracilariaceae.

Cuadro 8. Datos biométricos de las tortugas marinas capturadas en el sitio 2 El Cajete.

ESPECIE	SEXO	ESTADO DE DESARROLLO		MORFOMETRIA				
		Adulto	Juvenil	Largo (cm)	Ancho (cm)	Circunf. (cm)	Cola (cm)	Peso (lb)
Carey			X	33.67	30.30	58.5	6.1	10
Prieta	H	X		70.20	63.43	116	4.2	130
Prieta	H	X		78.13	75.80	138.1	4.3	120

Sitio 3 El Coco Pando: Se recapturó una carey que previamente fue capturada en el muestreo 2, en el sitio 1: El Zapatero.

Cuadro 9. Datos biométricos de la tortuga carey recapturada en el sitio 3 El Coco Pando.

ESPECIE	SEXO	ESTADO DE DESARROLLO		MORFOMETRIA				
		Adulto	Juvenil	Largo (cm)	Ancho (cm)	Circunf. (cm)	Cola (cm)	Peso (lb)
Carey			X	38.23	32.27	63.3	5.5	10.5

6. Discusión.

6.1 Establecimiento de sitios de muestreo con mayor avistamiento de tortugas.

De acuerdo al estudio, los sitios que se declaran con mayor avistamiento de tortugas cuentan con características de vegetación dominada por *Rhizophora mangle* y *Laguncularia racemosa*, así como vestigios de infraestructura que permite a especies de bivalvos, esponjas y otras tener un sustrato donde desarrollarse y a su vez, estas se consideran alimento para las tortugas. Las condiciones ambientales en los sitios son similares, con una temperatura promedio de 30 Centígrados, salinidad de 32 ppm y una turbidez moderada de 3 m. Los sitios que se consideran de uso potencial para estos reptiles, deben poseer, ya sea especies claves o indicadoras para la alimentación de las mismas (Witzell 1993, Diez y Ottenwalder 2000). A través de comunicación personal, se pudo conocer de la actividad de forrajeo que desarrollan las tortugas en el estero, para el sitio 1 y 3 predomina el avistamiento de tortugas carey ingiriendo especies adheridas a las estructuras sumergidas (algas, esponjas, cnidarios, moluscos), para los sitios 1 y 2 predomina el avistamiento de tortugas prietas ingiriendo especies del fondo lodoso (algas, restos de mangle).

6.2 Caracterización del sustrato.

Los resultados de la composición granulométrica de los 3 sitios describen un sustrato de arena fina. Barra de Santiago pertenece a un “Estuario con formación de barra de arena”, esta clasificación describe sistemas compuestos por una zona interna, con un drenaje que arrastra materiales limo-arcillosos, mientras que en su parte frontal se desarrolla una barra arenosa, como protección de la parte interna del sistema contra el oleaje y las mareas (Beltran-Mayorga 2017). En Barra de Santiago esto es producto de la sedimentación de los materiales en suspensión transportados por los ríos Guayapa, Cuilapa, Naranjo y otros de menor caudal que desembocan en el estero y de la pendiente de inclinación, que produce una movilidad de los sedimentos muy baja, e indica que el movimiento está regido por

el oleaje principalmente. La granulometría está relacionada directamente con la pendiente de playa, así a mayor pendiente también se tiene mayor tamaño de grano (Beltran-Mayorga 2017).

Dos de los sitios muestreados (El Zapatero y El Cajete), son canales del estero con aguas tranquilas, fondo lodoso y rodeados de vegetación de manglar que son las características primordiales de un hábitat potencial para la alimentación y descanso de las tortugas carey y prieta (Rincón-Díaz y Rodríguez-Zárate 2004, Paniagua 2013, Carrion-Cortez et al. 2013; Liles et al. 2017). El tercer sitio “Coco Pando” es un área abierta, cercana a la Bocana que está influida por la marea y el oleaje, sin embargo, en este sitio se encuentra un pared vertical de ladrillo y cemento (construcción antropogénica) y un fondo rocoso artificial, de ladrillos, restos de cemento y rocas, aunque puede representar un lugar idóneo para la alimentación de las tortugas carey y/o prieta por algunas de sus características, no es más que un sitio de paso o entrada hacia los canales de aguas más tranquilas.

En un estudio realizado, en Bahía de Jiquilisco, los sitios muestreados presentaron una curva granulométrica discontinua, ya que no existen variaciones significativas entre los tamaños de los granos pasantes (Flores 2018). Mortimer (1982) menciona que, el tamaño del grano no es un factor importante para las tortugas, a la hora de elegir sitios de alimentación, aunque es posible que este si influya en el crecimiento de las fuentes potenciales de alimento (Carrion-Cortez et al. 2013).

6.3 Identificación de fuentes alimenticias y registro de variables ambientales.

Fuentes alimenticias potenciales.

La diversidad de fuentes potenciales para la alimentación de las tortugas marinas en Barra de Santiago podría deberse a que el ecosistema presenta características idóneas para el desarrollo de estos taxones, en menor o mayor porcentaje entre sitios, donde, las tortugas con pequeños desplazamientos, podrían encontrar el alimento requerido para su desarrollo. Chacon-Chaverri (2015), determinaron que

el golfo dulce de Costa Rica, es un área de alimentación importante para la tortuga carey en el Pacífico Oriental, debido a que es una zona rodeada de manglares y bosques tropicales, que están interconectados por ríos, con presencia de pastos marinos.

En los tres sitios muestreados en este estudio, se reportaron cuatro phylum como fuentes alimenticias potenciales para la tortuga carey phylum Porifera (33.61%), phylum Rhodophyta (25%), phylum Mollusca (33.66%) y phylum Cnidaria (9.17%), siendo el sitio 1 el que presentó mayor diversidad de fuentes potenciales, y el sitio 2 el que menos, sin embargo, se encontraron abundantes parches de algas marinas pertenecientes a la familia Gracilariaceae (algas rojas). El sitio 3, la presencia de materiales de construcción como ladrillos, favorece el asentamiento y crecimiento de moluscos y esponjas marinas, las cuales son la fuente principal de alimentación de la carey, sin embargo, fue el sitio con menor avistamiento y captura de esta especie de tortuga. De acuerdo con Pelegrin et al. (2003), las tortugas carey son generalmente descritas como esponjivoras, pero se ha observado que los individuos juveniles frecuentemente consumen vegetación (como algas o mangles) y en menor medida, otros invertebrados. Por su parte, Gaos et al. (2012a), establece que existen diversas estrategias en las áreas de alimentación para las carey adultas en el Pacífico Oriental, ya que algunas usan estuarios de manglar costeros, zonas rocosas de costas abiertas y áreas de coral para su forrajeo y descanso post anidación. También se ha descrito la posible existencia de colonias de tortugas que están dejando los hábitos migratorios en su etapa juvenil, permaneciendo en los esteros de manglar, hasta llegar a la adultez, debido a la disponibilidad de fuentes alimenticias que encuentran en este (Gaos et al. 2012b).

Rivas (2017) demostró, por medio de lavado esofágico, que los componentes dietéticos de la tortuga carey en el estero de Bahía de Jiquilisco, coinciden con el género *Anadara* sp, reportado en el sitio 1 y 2, la muestra de alga de la familia Gracilariaceae reportada en los sitios 1 y 2 y también el género *Caloglossa* sp, reportado en el sitio 2, además, encontró restos de espículas de sílice

pertenecientes a esponjas marinas, la cuales estuvieron presentes en los tres sitios y el componente dietético más representativo encontrado fueron los restos de *Rhizophora mangle* (la vegetación predominante tanto en Bahía de Jiquilisco, como en Barra de Santiago) es en estos sitios dónde ciertas poblaciones de carey se vuelven consumidores oportunistas por la disponibilidad de las fuentes alimenticias (Gaos et al. 2012b).

En los canales El Zapatero y El Cajete de Barra de Santiago, se encontró algas, moluscos, hojas y frutos de manglar que representan fuentes potenciales para la alimentación de las tortugas prietas, sumado a la captura de un individuo de tortuga prieta en el sitio El Cajete, con restos de algas en el hocico, confirma el aprovechamiento del sitio en estudio como área de forrajeo y, probablemente, de descanso posterior a la anidación. En un estudio sobre los epibiontes de las raíces de *Rhizophora* sp en Barra de Santiago describe 7 especies de macroalgas (*Caloglossa lepreurii*, *C. rotundata*, *Bostrychia calliptera*, *B. radicans*, *Catanela impudica*, *Rhizoclonium riparium*, *Boodleopsis verticillata*) y 43 especies de macroinvertebrados (Tejada et al. 2010) de los cuales no hay estudios que evidencien que son fuentes alimenticias para las tortugas prietas, pero que podrían representar una fuente de alimentación potencial debido a su comportamiento omnívoro, descrito en otras regiones.

Se considera que la tortuga prieta (*Chelonia mydas*) es principalmente herbívora que se alimenta en la mayor parte de su área de distribución de pastos marinos, y de algas, donde no hay disponibilidad de estos (Bjorndal 1980, 1985, Forbes 1994, Read 1991) o consumir ambos cuando están presentes en la misma área (Brand-Gardner et al. 1999, Ferrerira et al. 2006). Otro material vegetal que ha sido reportado como fuente de alimentación de estas, son las hojas y frutos de manglares en Australia (Limpus y Limpus 2000) y en Bahía Magdalena (López-Mendilaharsu et al. 2005). También se ha reportado el consumo de material animal (porifera, crustaceos, moluscos y tunicados) (Seminoff et al. 2006, Amorocho y Reina 2007). A lo largo de la Costa de Baja California, ocasionalmente consumen cangrejos rojos

(López-Mendilaharsu et al. 2005) y otros cordados (Casas-Andreu y Gómez-Aguirre 1980). En los análisis realizados a tortugas prietas juveniles y adultas capturadas en las aguas costeras del Pacífico de Perú, se encontró una cantidad significativa de materia animal (moluscos, anfípodos, sardinas y anchoas) (Hays y Brown, 1982) y huevos de peces, moluscos, poliquetos y medusas han sido recuperados de estómagos de tortugas capturadas cerca de la costa del Pacífico de Ecuador (Fritts 1981). Según lo descrito anteriormente, en diferentes áreas de distribución, la tortuga prieta tiende a una dieta omnívora y/o a aprovechar los recursos disponibles en su entorno.

Variables ambientales:

Con respecto a los parámetros ambientales en relación a la distribución de fuentes potenciales para la alimentación de las tortugas Carey y Prieta, no hubo variación entre sitios; la temperatura promedio fue de 30 °C, la salinidad en un promedio de 32 ppm para los tres sitios y la turbidez moderada de 4 m; indicando que estas variables ambientales no influyen en el crecimiento y/o desarrollo de las fuentes alimenticias potenciales. A diferencia de Carrion-Cortez et al. (2013) donde describe que la distribución, de estas fuentes alimenticias potenciales está condicionada por ciertas variables ambientales, como la temperatura del agua, la incidencia o penetración de los rayos del sol y el tipo de sustrato del medio, que permiten una distribución específica (algas rojas y verdes en la parte superior; debido a la necesidad de luz solar directa; en la parte del medio se encuentran los Cnidarios, mientras que los moluscos y esponjas se distribuyen en todo el perfil vertical.

En los sitios de estudio la presencia de infraestructura, campos de cultivos, desechos humanos, restos de pesticidas, etc., podrían estar interviniendo en la presencia y cantidad de estas fuentes.

Otro factor a tomar en cuenta es la época del año, según Carrion-Cortez et al. (2013), encontró con mayor facilidad las macroalgas en temporada lluviosa, mientras que moluscos y esponjas se facilitaban en temporada seca. Esto coincide con lo reportado para Barra de Santiago; los muestreos se realizaron en época seca,

donde los porcentajes de macroalgas eran menores (encontrándose más en el sitio 2), mientras que los grupos de esponjas y moluscos fueron más frecuentes en los tres sitios de estudio.

6.4. Efectividad de captura.

Una de las técnicas más utilizadas para la captura de tortugas marinas consiste en una red de enmalle, con una longitud de malla grande, sumergida por un periodo de tiempo, suspendida en la superficie por medio de una serie de flotadores (Ehrhart-Ogren 2000). Sin embargo, para este estudio, en común acuerdo con los pescadores y guarda recursos del sitio, y por el hecho de representar una ventaja estratégica y económica, se optó por usar una red proporcionada por guardarecursos de la zona.

La poca profundidad e influencia del oleaje de los sitios 1 y 2, fue lo que favoreció la captura de las tortugas marinas y determinó el éxito de la técnica de red de enmalle, sin embargo, en el sitio 3 solo se logró la recaptura de una carey previamente reportada en el sitio 2. Al ser el sitio más profundo, la red no logró llegar al fondo, por lo que las tortugas fácilmente la pudieron esquivar. Además, al ser una zona muy extensa, la longitud de la malla no cubrió el canal completamente, aunando a esto, el sitio 3 presentó una influencia mayor del oleaje, no tiene vegetación circundante que represente un refugio o zona de descanso para las tortugas carey y prieta y por ser una zona abierta y cercana a la bocana es muy concurrida por la población. La marea fue un factor determinante a la hora de la captura de las tortugas, ya que un 80% se capturaron en marea baja y el 20% restante en marea alta. Lo anterior concuerda con lo descrito por Ehrhart-Ogren (2000), los sitios adecuados para este tipo de red son lugares protegidos y/o parcialmente abiertos, poco profundos, con poca influencia del oleaje y aguas poco turbias.

Con respecto a la proporción de sexos, las seis tortugas prietas capturadas y medidas, fueron hembras adultas, probablemente anidantes que utilizan el estero

como zona de alimentación y descanso post anidación, con respecto a la tortuga carey, las cuatro capturadas fueron juveniles, lo que podría indicar que están usando el estero de manglar para desarrollarse y llegar a la adultez. Carrion-Cortez et al. (2013), afirma que las tortugas prefieren arrecifes de coral que playas abiertas o arenosas para alimentarse. A lo largo del Pacífico Oriental es posible encontrar ejemplares juveniles alimentándose en los estuarios, migrando después hacia los arrecifes de coral para completar su ciclo biológico.

No podemos asegurar que este patrón se cumpla en Barra de Santiago, aunque todos los ejemplares de tortugas carey capturados fueron tortugas juveniles y de tortuga prieta fueron hembras adultas, esto no es indicador de que la presencia de ejemplares adultos de carey y juveniles de prieta sea inexistente, posiblemente estos se encuentren en otras zonas del estero.

7. Conclusiones

- El estero de Barra de Santiago representa un sitio con potencial para la alimentación y descanso de las tortugas carey y prieta, con este estudio se evidencio la presencia de fuentes alimenticias potenciales para ambas especies de tortugas.
- En cuanto a la textura del sustrato, para las técnicas de Bouyoucos y tamizaje, se observaron características similares, lo que significa que el estero de Barra de Santiago presenta un sustrato homogéneo y esta característica no influye en la presencia o ausencia de fuentes potenciales en los sitios estudiados.
- Como fuentes alimenticias potenciales para la tortuga carey, se encontró en los sitios El Zapatero y Coco Pando representantes de los phylum Porifera, Mollusca, Cnidaria y Rhodophyta, mientras que, para la tortuga prieta, en los sitios El Zapatero y El Cajete se encontraron individuos de los phylum Rhodophyta.
- El canal el Zapatero, presenta características óptimas para el forrajeo de las tortugas carey y prieta, ya que en este sitio se reportó el mayor porcentaje de fuentes alimenticias potenciales para ambas especies de tortugas. En el canal el Cajete, se observó una abundante presencia de algas rojas y tortugas prietas alimentándose de estas, lo que confirma el uso del sitio como zona de forrajeo para estas tortugas. El sitio Coco Pando presenta características importantes, para la alimentación principalmente de la tortuga carey, sin embargo, no se observó tortugas alimentándose y solo fue posible una recaptura, esto probablemente se debe a que es una zona abierta sujeta a la influencia antropogénica, el oleaje y la marea o a las dimensiones de la red que se utilizó para las capturas.

- Las variables ambientales entre los sitios de estudio presentaron características similares lo cual podría explicar la presencia de una fuente alimenticia potencial en el sitio, sin embargo, es necesario evaluar otros factores no ambientales que podrían estar influyendo en la presencia o ausencia de fuentes alimenticias potenciales para las tortugas, como por ejemplo la presencia de infraestructura humana, el uso de fertilizantes en campos de siembra cercanos a los sitios de avistamiento de tortuga, la presencia de turistas o pescadores, etc.
- Con respecto a la captura de las tortugas, la luz de malla de la red utilizada no cumple con las características idóneas para dicho fin, lo que evitó que las tortugas quedaran atrapadas en la red y esto a su vez influyó en la efectividad de captura.
- De los tres sitios muestreados el sitio 1 presentó la mayor efectividad de captura, debido a que es el canal principal del estero, por donde entran y salen las tortugas. El tipo y ancho del canal, la profundidad, la poca influencia del oleaje y la marea baja fueron las principales características que contribuyeron al éxito de captura en el sitio, caso contrario con el sitio 3, el cual presenta una profundidad mayor, una influencia mayor del oleaje y la marea, dificultando la técnica de tapada y que las tortugas queden atrapadas en la red.

8. Recomendaciones

- La participación de los diversos sectores de la comunidad (pescadores, comanejadores, guarda recursos, ADESCOS, MARN, CENDEPESCA y otras organizaciones) en la investigación debe ser unificada y con un mismo objetivo. Informar el tipo y la importancia del estudio es primordial para evitar disparidades entre los investigadores y la comunidad; la suma del conocimiento local con el científico, determinan un éxito satisfactorio en investigaciones de campo y facilitan el compartir los resultados de las investigaciones.
- Se recomienda que estudios posteriores con tortugas marinas en Barra de Santiago deben enfocarse en evaluar parámetros de la estructura poblacional, como tasas de crecimiento y mortalidad, migración, proporción sexual, índices de supervivencia, etc.
- Utilizar metodologías especializadas para la evaluación de poblaciones de tortugas marinas, ya que éstas aseguran un mayor éxito en las investigaciones, como el uso de redes específicas para cada especie, con características determinadas e instrumentos especiales tanto para la toma de variables ambientales, como para la toma de medidas de los individuos.
- Realizar estudios sobre sitios de alimentación y acercamiento a los individuos de las poblaciones, deben realizarse en época seca, donde la lluvia no interfiera tanto con el oleaje, como en la turbidez del cuerpo de agua, además es recomendable realizarlo en mareas bajas, debido a que se facilita la toma de datos y captura de individuos.

- Se recomienda estudiar a profundidad las amenazas hacia las poblaciones de tortugas y el estero, los efectos del cambio climático, el cambio de uso de suelo, la creciente urbanización, la depredación de nidos.

9. Referencias bibliográficas.

1. Alongi DM. 2009. Paradigm shifts in mangrove biology: 27.
2. Alongi DM. 1987. Intertidal zonation and seasonality of meiobenthos in tropical mangrove estuaries. *Mar. Biol.* 95: 447-458.
3. Alvarado-Díaz J, Delgado-Trejo C, Suazo-Ortuño I. 2001. Evaluation of the Black Turtle Project in Michoacán, México. *Mar Turt Newsl* 93: 4–7.
4. Álvarez-León R. 2016. Los manglares de Colombia y la recuperación de sus áreas degradadas: revisión bibliográfica y nuevas experiencias. *Madera Bosques* 9(1): 3.
5. Amorocho D, Reina R. 2007. Feeding ecology of the East Pacific green sea turtle *Chelonia mydas agassizii* at Gorgona National Park, Colombia. *Endanger. Species Res.* 3(1): 43–51.
6. Balazs G. 1980. Synopsis of biological data on the green turtle in the Hawaiian Islands. NOAA Tech. Memo. NOAA- NMFS-SWFS-7: 141.
7. Ballesta L. 2015. La peculiar dieta de la carey. *Sea Turt. Status:* 15.
8. Bell I. 2013. Algivory in hawksbill turtles: *Eretmochelys imbricata* food selection within a foraging area on the Northern Great Barrier Reef: Algivory in hawksbill turtles. *Mar. Ecol.* 34(1): 43–55.
9. Bjorndal K. 1997. Foraging Ecology and Nutrition of Sea Turtles. En: Lutz PL, Musick JA, Wyneken J, editor(s). *The biology of sea turtles*. Boca Raton, Florida: CRC Press. (Marine science series). p. 199–232.
10. Bjorndal KA. 1980. Nutrition and grazing behavior of the green turtle *Chelonia mydas*. *Mar. Biol.* 56(2): 147–154.
11. Brand-Gardner SJ, Lanyon JM, Limpus CJ. 1999. Diet selection by immature green turtles, *Chelonia mydas*, in subtropical Moreton Bay, south-east Queensland. *Aust. J. Zool.* 47(2): 181–191. Disponible: 10.1071/ZO98065.
12. Casas-Andreu G, Gomez-Aguirre S. 1980. Contribución al conocimiento de los hábitos alimenticios de *Lepidochelys olivacea* y *Chelonia mydas agassizii* (Reptilia Cheloniidae) en el Pacífico Mexicano. *Boletim do Instituto Oceanográfico São Paulo* 29: 87–89.

13. Carranza O, Dueñas C. 2006. Reproducción de tortuga carey *Eretmochelys imbricata* en corrales de incubación, Bahía de Jiquilisco, Usulután. MARN-FIAES, San Salvador, El Salvador.
14. Carrión-Cortez J, Canales-Cerro C, Arauz R, Riosmena-Rodríguez R. 2013. Habitat use and diet of juvenile eastern pacific hawksbill turtles (*Eretmochelys imbricata*) in the North Pacific Coast of Costa Rica. *Chelonian Conserv. Biol.* 12(2): 235–245.
15. Clifton K, Cornejo D, Felger R. 1982. Sea turtles of the Pacific coast of México. En: Bjorndal K, editor(s). *Biology and conservation of sea turtles*. Washington, DC: Smithsonian Institution Press, p. 199–209.
16. Convención Interamericana para la Protección y Conservación de las Tortugas Marinas. 2017. Estado de conservación y uso de hábitats de las tortugas marinas en el océano pacífico oriental.
17. Convención Interamericana para la Protección y Conservación de las Tortugas Marinas. 2017. Estado de conservación y uso de hábitats de las tortugas marinas en el océano pacífico oriental.
18. Demopoulos WJ, Fry B, Smith C. 2006. Food web structure in exotic and native mangroves: a Hawaii–Puerto Rico comparison. *Community Ecol.*
19. Díaz I. 2003. Plan de Manejo Área Natural Bahía de Jiquilisco. MARN-AECL. San Salvador, El Salvador.
20. Donoso M, Dutton PH. 2010. Sea turtle bycatch in the Chilean pelagic longline fishery in the southeastern Pacific: Opportunities for conservation. *Biol. Conserv.* 143(11): 2672–2684.
21. Dueñas CE, Valiente MÁ. 2010. Evaluación de seis diferentes playas de anidación de tortugas marinas en El Salvador. El Salvador: Universidad de El Salvador.
22. Duque G, Escobar CE. 2016. Geomecánica. Colombia: Universidad Nacional de Colombia, Manizales.
23. Forbes G, Limpus C. 1993. A non-lethal method for retrieving stomach contents from sea turtles. *Wildl. Res.* 20: 339–343.

24. Fundación Zoológica de El Salvador (FUNZEL). 2007. Informe del proyecto: Inventario y Monitoreo de playas de anidación de Tortugas Marinas a lo Largo de la costa Salvadoreña.
25. Gaos A, Lewison R, Wallace B, Yañez I, Liles M, Nichols W, Baquero A, Hasbún C, Vasquez M, Urteaga J, et al. 2012a. Spatial ecology of critically endangered hawksbill turtles *Eretmochelys imbricata*: implications for management and conservation. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 450: 181–194.
26. Gaos AR, Abreu-Grobois FA, Alfaro-Shigueto J, Amorocho D, Arauz R, Baquero A, Briseño R, Chacón D, Dueñas C, Hasbún C, et al. 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.
27. Gaos AR, Lewison RL, Jensen MP, Liles MJ, Henriquez A, Chavarria S, Pacheco CM, Valle M, Melero D, Gadea V, et al. 2017. Natal foraging philopatry in eastern Pacific hawksbill turtles. *R. Soc. Open Sci.* 4(8): 170153.
28. Gaos AR, Lewison RL, Liles MJ, Gadea V, Altamirano E, Henríquez AV, Torres P, Urteaga J, Vallejo F, Baquero A, et al. 2016. Hawksbill turtle terra incognita: conservation genetics of eastern Pacific rookeries. *Ecol. Evol.* 6(4): 1251–1264.
29. Gaos AR, Lewison RL, Yanez IL, Wallace BP, Liles MJ, Nichols WJ, Baquero A, Hasbun CR, Vasquez M, Urteaga J, et al. 2012b. Shifting the life-history paradigm: discovery of novel habitat use by hawksbill turtles. *Biol. Lett.* 8(1): 54–56.
30. Gaos AR, Lewison RR, Wallace BP, Yañez IL, Liles MJ, Baquero A, Seminoff JA. 2012c. Dive behaviour of adult hawksbills (*Eretmochelys imbricata*, Linnaeus 1766) in the eastern Pacific Ocean highlights shallow depth use by the species. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 432-433: 171–178.
31. Gaos AR, Liles MJ, Gadea V, Pena A, Vallejo F, Miranda C, Darquea J, Henriquez A, Altamirano E, Rivera A, et al. 2017. Living on the Edge:

- Hawksbill turtle nesting and conservation along the Eastern Pacific Rim. Lat. Am. J. Aquat. Res. 45(3): 572–584.
32. Garnett S, Price I, Scott F. 1985. The Diet of the Green Turtle, *Chelonia mydas* (L.), In Torres Strait. Wildl. Res. - Wildl. RES 12.
33. Godley BJ, Blumenthal JM, Broderick AC, Coyne MS, Godfrey MH, Hawkes LA, Witt MJ. 2007. Satellite tracking of sea turtles: Where have we been and where do we go next? Preprint 3.
34. Guerrero CM, Planas AE, Tejada JO. 2010. Composición y Estructura de poblaciones de epibiontes en las raíces de *Rhizophora spp.*, en el manglar Barra de Santiago, Departamento de Ahuachapán. Universidad de El Salvador.
35. Guseman L, Ehrhart L. 1990. Green turtles of sabellariid worm reefs: initial results for the studies of the Florida Atlantic Coast. Sea Turt. Biol Conserv: 125–128.
36. Hammer Ø, Harper DAT, Ryan PD. 2001. PAST: Paleontological Statistics software package for education and data analysis. Palaeontol. Electron. 4(1): 9.
37. Hasbún CR, Vásquez M. 1999. Sea turtles of El Salvador. Mar. Turt. Newsl.: 7–9.
38. Hatase H, Sato K, Yamaguchi M, Takahashi K, Tsukamoto K. 2006. Individual variation in feeding habitat use by adult female green sea turtles (*Chelonia mydas*): are they obligately neritic herbivores? Oecologia 149(1): 52–64.
39. Hays-Brown CH, Brown WM. 1982. Status of sea turtles in the southeastern Pacific: emphasis on Peru. In Biology and Conservation of Sea Turtles, Bjorndal KA (ed.). Smithsonian Institution Press: Washington, DC; 235–240.
40. Jackson JB. 1997. Reefs since Columbus. Coral Reefs: 23–32.
41. Jiménez J. 1993. Los Manglares del Pacífico Centroamericano. Fund. UNA: 336.
42. Liles M, Jandres M, López W, Mariona G, Hasbún C, Seminoff J. 2011.

- Hawksbill turtles *Eretmochelys imbricata* in El Salvador: nesting distribution and mortality at the largest remaining nesting aggregation in the eastern Pacific Ocean. *Endanger. Species Res.* 14(1): 23–30.
43. Liles MJ, Peterson MJ, Lincoln YS, Seminoff JA, Gaos AR, Peterson TR. 2015. Connecting international priorities with human wellbeing in low-income regions: lessons from hawksbill turtle conservation in El Salvador. *Local Environ.* 20(11): 1383–1404.
44. Liles MJ, Peterson MJ, Seminoff JA, Altamirano E, Henríquez AV, Gaos AR, Gadea V, Urteaga J, Torres P, Wallace BP, et al. 2016. One size does not fit all: Importance of adjusting conservation practices for endangered hawksbill turtles to address local nesting habitat needs in the eastern Pacific Ocean. *Biol. Conserv.* 184: 405–413.
45. Liles MJ, Gaos A, Bolanos AD, Lopez WA, Arauz R, Gadea V, Urteaga J, Yanez IL, Pacheco CM, Seminoff JA, Peterson MJ. 2017. Survival on the rocks: high bycatch in lobster gillnet fisheries threatens hawksbill turtles on rocky reefs along the Eastern Pacific coast of Central America. *Latin Am. J. Aquat. Res.* 45:521-539, [10.3856/vol45-issue3-fulltext-3](https://doi.org/10.3856/vol45-issue3-fulltext-3)
46. Liles MJ, Peterson TR, Seminoff JA, Gaos AR, Altamirano E, Henríquez AV, Gadea V, Chavarría S, Urteaga J, Wallace BP, Peterson MJ, et al. 2019. Potential limitations of behavioral plasticity and the role of egg relocation in climate change mitigation for a thermally sensitive endangered species. *Ecology and Evolution.* 1–20.
47. Liles M, Thomas C. 2010. Sources and locations of sea turtles mortality along the coast of El Salvador. USAID. San Salvador. El Salvador.
48. Limpus CJ. 1998. Descripción general de la conservación y manejo de tortugas marinas en Australia. En: R. Kennett, A. Webb, G. Duff, M. Guinea y G. Hill (Eds.). *Conservación y manejo de tortugas marinas en el norte de Australia.* Northern Territory University, Darwin. pp. 1-8.
49. Limpus C, Limpus D. 2002. Mangroves in the diet of *Chelonia mydas* in Queensland, Australia. *Mar. Turt. Newsl.* 89: 13–15

50. López-Mendilaharsu M, Gardner S, Seminoff J, Riosmena-Rodriguez R. 2005. Identifying critical foraging habitats of the green turtle (*Chelonia mydas*) along the Pacific coast of the Baja California peninsula, Mexico. *Aquat. Conserv. Mar. Freshw. Ecosyst.* 15(3): 259–269.
51. López-Mendilaharsu M, Gardner S, Riosmena-Rodriguez R, Seminoff JA. 2008. Diet selection by immature green turtles (*Chelonia mydas*) at Bahía Magdalena foraging ground in the Pacific Coast of the Baja California Peninsula, México. *J. Mar. Biol. Assoc. UK* 88(03): 641–647.
52. Lutz PL, Musik JA. 1997. *The Biology of Sea Turtles*. Boca Raton, Florida. CRC Press: 277–296.
53. MARN. 1994. *Ley de Conservación de Vida Silvestre*. San Salvador: Diario Oficial, Tomo 323 N° 844, Imprenta Nacional.
54. MARN. 1998. *Ley de Medio Ambiente de El Salvador*. San Salvador: Diario Oficial, Tomo 339 N° 79, Imprenta Nacional.
55. MARN. 2001. *Ley General de Ordenación y Promoción de Pesca y Acuicultura*. San Salvador: Diario Oficial, Tomo 353 N° 637, Imprenta Nacional.
56. MARN. 2019. *Acuerdo No. 74 – Listado Oficial de Especies de Vida Silvestre Amenazadas o en Peligro de extinción*. San Salvador: Diario Oficial, Tomo 409 N° 181, Imprenta Nacional.
57. Meylan A. 1988. Spongivory in hawksbill turtles: a diet of glass. *Science (Washington)* 239(4838): 393–395.
58. Meylan A. 2016. Spongivory in Hawksbill Turtles: a diet of glass. *JSTOR*: 393–395.
59. Meylan A, Whiting S. 2008. The hawksbill's distinctive diet. *SWOT Rep.* 3: 15.
60. Meza et al. 2015. Identificación macroscópica y calidad nutricional del contenido esofágico de la tortuga prieta *Chelonia mydas agassizii* (Bocourt, 1868) en Usulután, El Salvador.

61. Molera JM y Llitjos AV. 1995. Estudio de cuatro adaptaciones escolares de métodos de observación y determinación de la textura del suelo. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*. 3.1: pp 34-39.
62. Mortimer JA, Donnelly M. 2008. *Eretmochelys imbricata*.
63. Mortimer, J. 1982. Factors influencing beach selection by nesting sea turtles. Pages 45–51 in K. A. Bjorndal, editor. *Biology and conservation of sea turtles*. Smithsonian Institution Press, Washington, D.C., USA
64. Muñoz-Pérez JP, Lewbart GA, Hirschfeld M, Alarcón-Ruales D, Denking J, Castañeda JG, García J, Lohmann KJ. 2017. Blood gases, biochemistry and haematology of Galápagos hawksbill turtles (*Eretmochelys imbricata*). *Conserv. Physiol.* 5(1)
65. Paladino FV, Morreale SA. 2001. Sea turtle. En: Steele JH, Thorpe SA, Turekian KK, editor(s). *Encyclopedia of Ocean Sciences*. Vol. 1-6. 2nd ed. San Diego, CA: Academic Press. p. 212–219.
66. Paniagua WC. 2013. Abundancia y selección de hábitat de la tortuga prieta (*Chelonia mydas agassizii*) en la Bahía de Jiquilisco, Usulután, El Salvador. Universidad de El Salvador.
67. Parkinson RW, Brantly R. 2000. Taller sobre Monitorización Física: Resultados y resumen.
68. Pendoley K, Fitzpatrick J. 1999. Exploración de manglares por tortugas verdes en el oeste de Australia. *Marine Turtle Newsletter* 84:10.
69. Pritchard C. 2011. El reptil más valioso del mundo la tortuga verde. En: Mast R, Hutchinson B, Wallace B, Yarnell L, Hoyt S, editor(s). *Reporte SWOT VI*. Vol. 6. *State of the World's Sea Turtles*. p. 26–32.
70. Pritchard P, Mortimer JA. 2000. Taxonomía, Morfología Externa e Identificación de las Especies. En Eckert, K. L., K. A. Bjorndal, F. A. Abreu-Grobois y M. Donnelly (Eds.). *Técnicas de Investigación para la Conservación de las Tortugas Marinas*. Grupo Espec. En *Tortugas Mar.* UICNCSE 4.

- 71.Pritchard PC. 1971. Tortugas marinas en las Islas Galápagos. Publicaciones de la UICN Nueva serie, Documentos complementarios 31: 34-37.
- 72.Read M, Limpus C. 2002. The Green Turtle, *Chelonia mydas*, in Queensland: Feeding ecology of immature turtles in Moreton Bay, southeastern Queensland. Mem. Qld. Mus. 48: 207–214.
- 73.Revuelta O, Tomas J. 2010. Tortuga carey – *Eretmochelys imbricata*.
- 74.Rincón-Díaz MP, Rodríguez-Zárate CJ. 2004. Characterization of nesting beaches and feeding areas of marine turtles at the San Bernardo Archipelago, Colombian Caribbean. Bol. Investig. Mar. Costeras-INVEMAR 33(1): 137–158.
- 75.Rivas S. 2017. Hábitos alimentarios de la “tortuga carey” (*Eretmochelys imbricata*), en la Reserva de Biosfera Bahía de Jiquilisco, Usulután, El Salvador. Usulután, El Salvador: Universidad de El Salvador.
- 76.Rguez-Baron JM, Kelez S, Lilies M, Zavala-Norzagaray A, Torres-Suárez OL, Amorocho D, Gaos A. (Eds.).2019. Sea Turtles in the East Pacific Region: MTSG Annual Regional Report 2019. Draft Report of the IUCN-SSC Marine Turtle Specialist Group, 2019.
- 77.SEMARNAT. 2011. Conservación y protección de la tortuga verde (*Chelonia mydas*) en el Parque Nacional Arrecife Alacranes.
- 78.Seminoff JA, Resendiz A, Nichols WJ. 2002. Diet of East Pacific Green Turtles (*Chelonia mydas*) in the Central Gulf of California, México. J. Herpetol. 36(3): 447–453.
- 79.Seminoff JA, Allen CD, Balazs GH, Dutton PH, Eguchi T, Haas HL, Hargrove SA, Jensen M, Klemm DL, Lauritsen AM, MacPherson SL, Opay P, Possardt EE, Pultz S, Seney S, Van Houtan KS, Waples RS. 2015. Status review of the green turtle (*Chelonia mydas*) under the U.S. endangered species act. NOAA Technical Memorandum, NOAA NMFS-SWFSC-539.
- 80.Servicio Nacional de Pesca Marina y Servicio de Pescado y Fauna de los EE. UU. 1998. Plan de recuperación para las poblaciones del Pacífico este de la tortuga verde del Pacífico oriental (*Chelonia mydas*). Serv. Nac. Pesq.

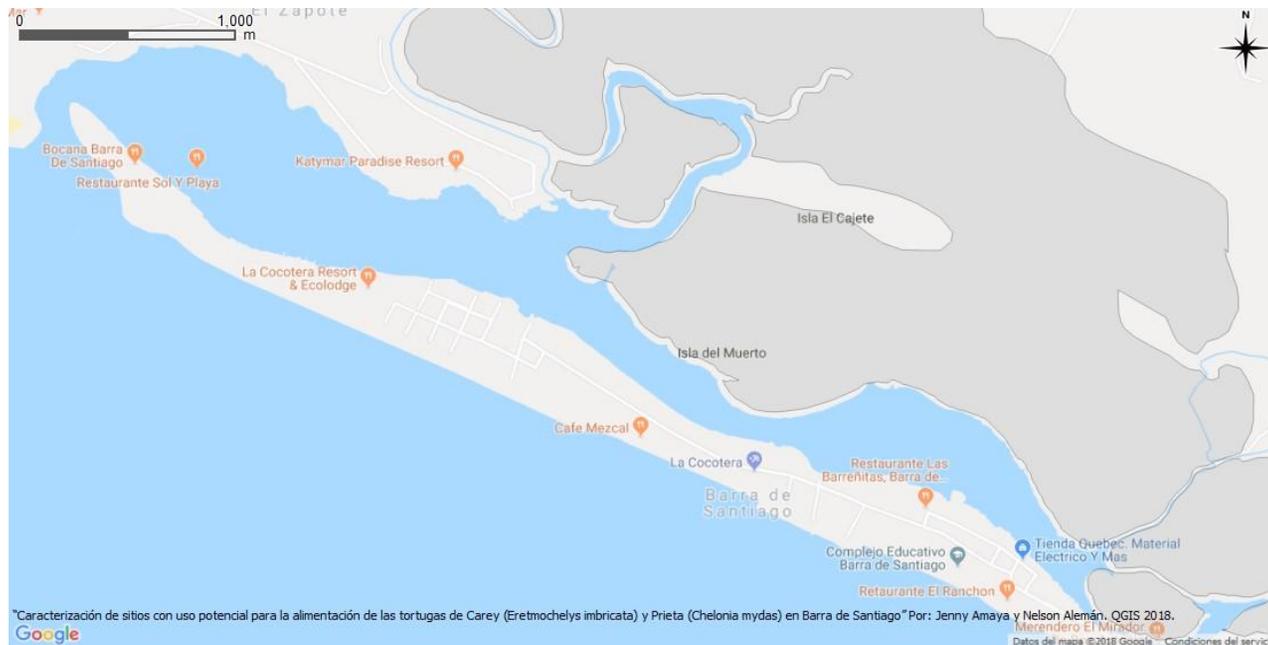
- Mar. Silver Spring MD.
81. Toldo E. 1994. Unidad II- Propiedades Texturas y Composición: Disciplina Geo Sedimentogenesis. Brazil: Universidad Federal de Rio Grande de Sul. Instituto de Geociencias. Departamento de Mineralogía e Petrología. pp 1-9.
 82. Vásquez M, Liles MJ. 2008. Estado actual de las tortugas marinas en El Salvador. *Mesoamericana*.12(3): 53
 83. Vásquez M, Liles M, Lopez W, Mariona G, Segovia J. 2008. Sea turtle research and conservation, El Salvador. FUNZEL-ICMARES/UES, San Salvador, El Salvador.
 84. Vélez L, Polanía J. 2005. Estructura y dinámica del manglar del delta del río Ranchería, Caribe colombiano. *Rev. Biol. Trop.* 55(1)
 85. USAID. 2014. Programa regional de USAID para el manejo de recursos acuáticos y alternativas económica. Estado de conservación de la tortuga carey en el golfo de Fonseca.
 86. USAID CEEG. 2014. Estado de la conservación de tortugas carey en el Golfo de Fonseca.
 87. Wallace BP, DiMatteo AD, Bolten AB, Chaloupka MY, Hutchinson BJ, Abreu-Grobois FA, Mortimer JA, Seminoff JA, Amorocho D, Bjorndal KA, et al. 2011. Global Conservation Priorities for Marine Turtles. Bograd SJ, (editores). *PLoS ONE* 6(9): e24510.
 88. Zobeck TM. 2004. Rapid soil particle size analyses using laser diffraction. *Appl. Eng. Agric.* 20: pp 633-639.

6. Anexos.

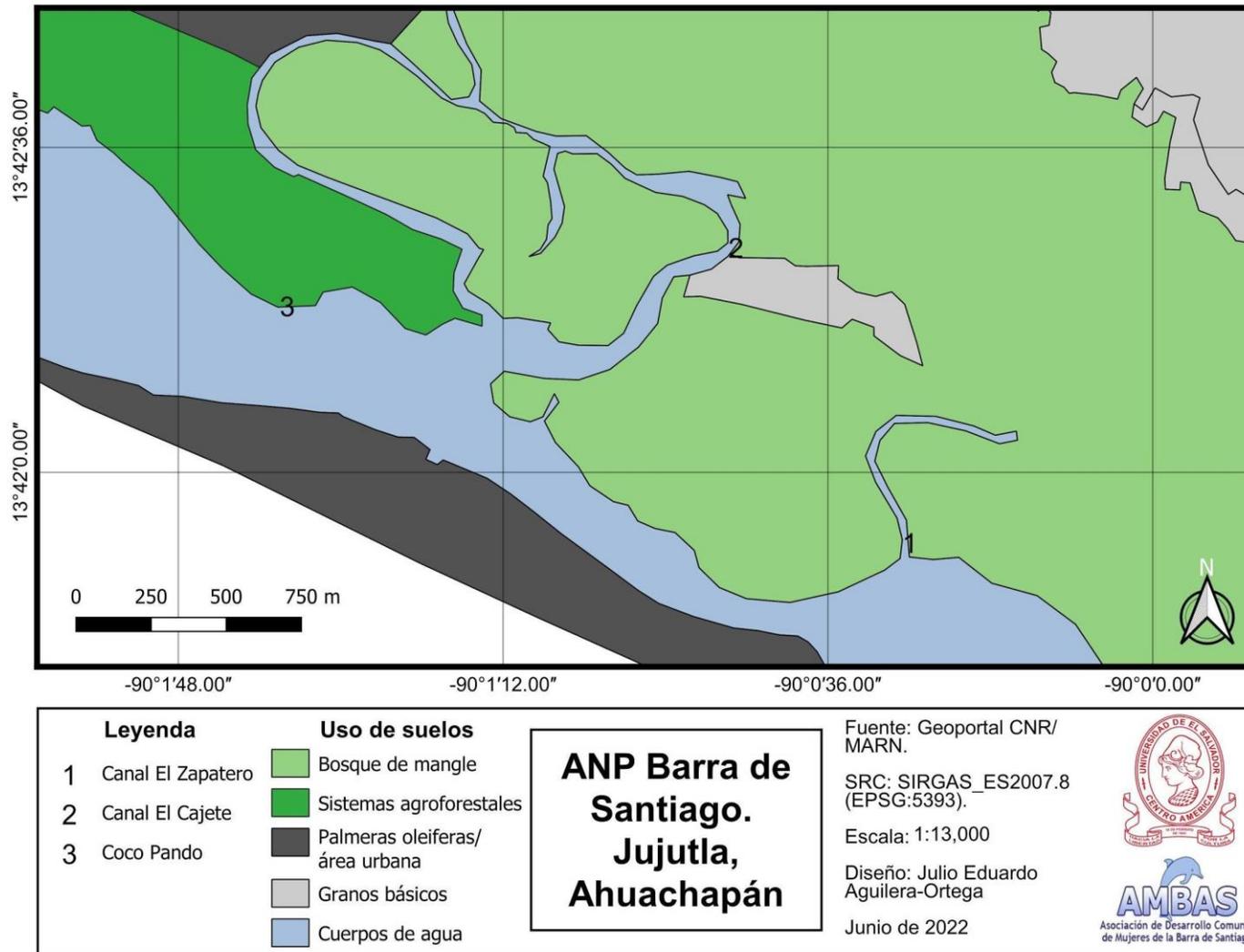
Anexo 1. Encuesta para los pescadores y guardarecursos de la zona

1. ¿Cuáles son las tortugas más frecuentes en el estero?
2. ¿Hay tortugas Carey y prieta dentro del estero?
3. ¿En qué época del año son más frecuentes dentro del estero?
4. ¿En qué zonas se observan más frecuentemente? (mostrar mapa)

Anexo 1.1. Mapa de referencia para señalar las zonas de avistamiento de tortugas marinas.



Anexo 2. Mapa de vegetación predominante en el estero de Barra de Santiago, y la vegetación circundante en los puntos de muestreo.



Anexo 3. Denominación de los suelos; según los Sistemas de Clasificación Internacional, los valores del diámetro ϕ hacen referencia a la luz de malla del tamiz ((Duque y Escobar 2016).

SISTEMAS	BRITÁNICO ₁	AASHTO ₂	ASTM ₃	SUCS ₄
	ϕ (mm)	ϕ (mm)	ϕ (mm)	ϕ (mm)
Grava	60 – 2	75 – 2	> 2	75 – 4,75
Arena	2 – 0,06	2 – 0,05	2 – 0,075	4,75 – 0,075
Limo	0,06 – 0,002	0,05 – 0,002	0,075 – 0,005	< 0,075 FINOS
Arcilla	< 0,002	< 0,002	< 0,005	

Anexo 4. Ficha técnica para el registro de datos del sitio potencial para alimentación

Sitio		Coordenadas								
Época										
Temperatura										
Salinidad										
Turbidez										
Profundidad Máxima										
Organismos encontrados										
Número	Nombre común	grupo	Phyllum	Orden	Clase	Familia	Género	Especie	Sustrato	Profundidad

Anexo 5. Ficha técnica para el registro de datos de las tortugas.

Ficha técnica para el registro de datos de las tortugas								Fecha
Número	Registro	Especie	Sexo	Peso	Largo del caparazón	Ancho del caparazón	Largo total de la cola	Observaciones

Anexo 6. Datos biométricos y número de placa de las tortugas marinas.

N° MUEST.	SITIO	ESPECIE	MAREA	SEXO	ESTADO DE DESARROLLO		MARCAJE		N° PLACA
					Adulto	Juvenil	Marca izq		
2	El Zapatero	Carey	Baja			X	X	NR701	
3	El Cajete	Carey	Baja			X	X	NR702	
4	El Cajete	Prieta	Baja	H	X		X	NR703	
4	El Cajete	Prieta	Baja	H	X		X	NR704	
6	El Zapatero	Carey	Baja			X	X	NR705	
6	El Zapatero	Prieta	Baja	H	X		X	NR706	
6	El Zapatero	Prieta	Baja	H	X		X	NR707	
6	El Zapatero	Carey	Baja			X	X	NR708	
10	El Zapatero	Prieta	Alta	H	X		X	NR709	
10	El Zapatero	Prieta	Alta	H	X		X	NR710	