

**Caracterización de playas de anidación de tortugas marinas en Isla Fuerte, Bolívar,  
Caribe Colombiano.**

**Daniella Rubiano Ciodaro**

**Pontificia Universidad Javeriana**

**Facultad de Ciencias**

**Carrera de Biología**

**Bogotá D.C.**

**Caracterización de playas de anidación de tortugas marinas en Isla Fuerte, Bolívar,  
Caribe Colombiano.**

**Daniella Rubiano Ciodaro**

---

**Decano Académico**

---

**Director de programa**

**Caracterización de playas de anidación de tortugas marinas en Isla Fuerte, Bolívar,  
Caribe Colombiano.**

**Daniella Rubiano Ciodaro**

---

**Director de Tesis**

---

**Jurado**

## NOTA DE ADVERTENCIA

Artículo 23 de la Resolución No 13 de Julio de 1946

“La Universidad no se hace responsable por los conceptos emitidos por sus alumnos en sus trabajos de tesis. Solo velará por qué no se publique nada contrario al dogma y la moral católica y por que las tesis no contengan ataques personales contra persona alguna, antes bien se vea en ellas el anhelo de buscar la verdad y la justicia”

## RESUMEN

La tortuga carey (*Eretmochelys imbricata*) es una especie en vía de extinción, debido en gran parte a la masiva alteración y destrucción de sus hábitats de anidación. En Isla Fuerte, Caribe colombiano, se han reportado anidaciones de esta especie durante años (Ceballos-Fonseca, 2002), razón por la cual es necesario realizar esfuerzos de conservación y restauración en las playas. El presente trabajo se realizó con el objetivo de identificar las playas ideales de esta isla para la anidación de tortugas marinas a partir de sus características geomorfológicas, flora asociada y grado de amenaza. Para cumplir este objetivo, se midió variables como el área, ancho promedio, largo promedio, profundidad, temperatura e inclinación de cada playa, al igual que la flora asociado a estas, teniendo en cuenta la altura promedio y su cobertura total. Finalmente se valoró el grado total de amenaza de cada playa teniendo en cuenta las categorías: blindaje de playas (BP), extracción de arena (EA) y objetos fijos (OF). Se encontró que las playas de la isla presentan un alto grado de deterioro por la intervención antrópica, sin embargo, playas como El Matal y El Matal 2 aún presentan características favorables para la anidación de tortugas marinas.

## INTRODUCCIÓN

Actualmente cuatro de las siete especies de tortugas marinas, anidan en las playas del Caribe Colombiano, estas especies son la caguama (*Caretta caretta*), la verde (*Chelonia mydas*), la carey (*Eretmochelys imbricata*) y la laúd (*Dermochelys coriácea*) (Rueda *et al.*, 1992). Según Castaño-Mora (2002), todas presentan una reducción bastante drástica en el tamaño de sus poblaciones, llevándolas a ser incluidas en los listados rojos nacionales e internacionales en peligro crítico (Castaño-Mora, 2002).

La estructura ecológica presente en áreas insulares del Caribe colombiano, con hábitats de abundantes recursos asociados a sistemas de pastos marinos y arrecifes de coral, junto con playas arenosas se convierten en zonas de preferencia para las tortugas como áreas de alimentación y anidación (Guseman & Ehrhart, 1990 en Rincón-Díaz & Rodríguez-Zárate, 2004).

Dado que las playas de anidación son de vital importancia para las tortugas marinas por los procesos que aquí realizan (desove e incubación de crías) es de suma importancia estudiar la calidad de estos sitios en función de su geomorfología, aspectos bióticos y grados de

amenaza (Schroeder, 2001). Ya que en Isla Fuerte se ha registrado avistamientos de tortugas carey (*Eretmochelys imbricata*) que hacen uso de sus playas para la anidación, este trabajo tendrá como objetivo principal la descripción y valoración de estas zonas para sugerir y priorizar esfuerzos de conservación. Para esto se medirán y geoposicionarán las playas y se identificará y valorarán los impactos que representan una amenaza para la anidación de esta especie por medio de tablas de valoración adaptadas de Schroeder (2001) y Witherington y Martin (2000).

## JUSTIFICACION Y PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Existen múltiples factores o amenazas que contribuyen a la progresiva disminución de las poblaciones de tortugas marinas, como la excesiva captura de juveniles y adultos en áreas de forrajeo y en áreas de reproducción, el hurto de nidadas para fines de consumo, la comercialización de productos de tortuga y el deterioro de las playas de desove entre otros (Rueda *et al.*, 1992).

Según el estudio de Schroeder (2001), las condiciones y características de las playas de anidación son de vital importancia, ya que las actividades que allí se realizan, anidación y desove, representan una etapa crítica para el ciclo de vida de las tortugas, puesto que tanto las hembras anidadoras, como los huevos y las crías se encuentran altamente vulnerables. Ya que la supervivencia de las tortugas marinas depende en gran parte de los procesos que lleva a cabo en la playa, las alteraciones de estas, ya sea por causas naturales o antropogénicas, pueden tener consecuencias perjudiciales para la supervivencia de las tortugas marinas (Schroeder, 2001).

En todo el mundo se ha observado que las playas de anidación silvestres se están reduciendo ó deteriorando debido a las diversas amenazas a las cuales se ven sujetas (Carr, 1956 en Chacón-Chaverri, 2004). En el Caribe, se experimenta de manera progresiva el deterioro de las playas de anidación, debido a las modificaciones que el hombre allí realiza (Eckert & Abreu, 2001). En el Caribe colombiano, se encuentra isla Fuerte, la cual es un área conocida de anidación de tortuga Carey (Ceballos-Fonseca, 2002), especie en vía de extinción por la alta explotación por parte del ser humano. En la zona de estudio, se ha observado una drástica reducción en la población de hembras anidadoras, probablemente en gran parte, debido al deterioro de las playas por la intervención humana, por esta razón es fundamental identificar

las amenazas a las que se ven sometidas las playas de la isla y verificar si cumplen con las condiciones para clasificarlas como playas viables para la anidación y así enfocar los esfuerzos de monitoreo y conservación en aquellas áreas aun aptas o con potencial de restauración.

## MARCO TEORICO

### *Antecedentes*

Las tortugas marinas, han sido objeto de estudio desde hace largo tiempo por lo cual hoy en día hay un amplio conocimiento sobre sus historias de vida, taxonomía, ecología y estrategias de conservación (CIT, 2006). Los hábitats de anidación representan una parte clave en el ciclo de vida de las tortugas marinas, razón por la cual se han realizado trabajos de caracterización de playas a nivel nacional e internacional. En Colombia se conocen trabajos como el de Rincon-Díaz y Rodríguez-Zárate (2004), donde se concluyó que en las playas de anidación del archipiélago de San Bernardo, las mayores amenazas están dadas por la erosión natural, las actividades antropogénicas, la extracción de arena como material de construcción y el material de deriva. Estos autores clasificaron al blindaje de playas y la obstaculización por desechos inorgánicos como una amenaza moderada, y amenazas como la iluminación artificial y la saturación de playas por traslado de materiales, fueron clasificadas como bajas.

Otro importante estudio relacionado con la caracterización de áreas de anidación, fue realizado por Ceballos-Fonseca en el 2002, donde se determinó que el litoral Caribe cuenta con 127 playas, las cuales son utilizadas para la anidación por las especies *C. caretta*, *C. mydas*, *E. imbricata* y *D. coriacea*. En muchas de estas playas se evidencian varios factores de riesgo, como lo son el consumo de tortugas marinas tanto en la playa como en el mar, los desechos orgánicos y la erosión.

Adicionalmente, se han realizado trabajos de grado como el de Franco (2008), donde se concluyó que la playa de anidación arrecifes-PNNT cumple con las condiciones geomorfológicas y oceanometereológicas necesarias para la actividad de anidación de tortugas marinas a pesar del alto impacto ejercido por las actividades antrópicas que allí se realizan. En los trabajos de grado realizados en la playa Cañaveral-PNNT (Borrero, 2007) y en la playa Gumarra sector arrecifes-PNNT (De Luque & Ospina, 2005) se obtuvo una modelación de la dinámica de las playas.

Existen también trabajos más específicos enfocados a la mitigación de amenazas como la luz artificial, la invasión humana y la polución, todos formulados por Witherington en 1991, 1999 y 2000 respectivamente.

### *Generalidades de la biología de las Tortugas Marinas*

Las tortugas marinas representan un recurso ecológico de alto valor, pues su labor en los diferentes ecosistemas está relacionado el mantenimiento del equilibrio y salud de los mismos, el control de poblaciones de otros organismos como lo son las aguamalas, peces y moluscos, el servir de alimento para depredadores marinos y terrestres, y la estabilización de áreas costeras (CIT, 2006). Las tortugas marinas que son especies migratorias y tardan largos periodos de tiempo para madurar sexualmente, además sirven como indicadores de la salud de los ambientes costeros (Frazier, 2000). Adicionalmente, por su naturaleza carismática, la tortugas marinas clasifican perfectamente dentro del prototipo ideal de las “especies bandera” para la conservación (Frazier, 2000). Las tortugas marinas representan también un bien cultural para ciertas sociedades, pues hacen parte de sus tradiciones y creencias, además de ser uno de los recursos alimenticios más valiosos para muchas comunidades indígenas y colonos de nuestro país (Rodríguez *et al.*, 2002).

### *Playas de anidación*

Según Schroeder (2001), caracterizar las playas de anidación es una estrategia óptima para identificar las amenazas a las que se ve enfrentada una población y de esta manera poder determinar la magnitud de la amenaza y priorizar las acciones frente a estas. Una vez identificadas las amenazas, Witherington (1999) sugiere las siguientes cuatro estrategias para la mitigación de las amenazas en playas de anidación: 1) eliminar la amenaza. 2) controlar la amenaza, 3) mover las nidadas (si es temporada de anidación) ó 4) no intervenir (algunas amenazas son imposibles de eliminar, como la erosión crónica).

Dentro de la caracterización de playas de anidación sugiere la evaluación de características geomorfológicas como lo son la temperatura, el tipo de grano, inclinación y el área disponible para la anidación, ya que son variables que inciden de manera importante no solo en la elección del sitio de anidación, si no en el desarrollo embrionario de los huevos, sin embargo, no se encuentra bien documentado el grado de influencia en el éxito de de eclosión (Limpus *et al.*, 1979 en Medina-Cruz *et al.*, 2010).

La temperatura es la variable más importante para el desarrollo exitoso de los embriones, pues la incubación ocurre sin ningún cuidado parental y tiene una duración entre 53.5 a 65.6

días (Revuelta & Tomás, 2010). Para que el desarrollo embrionario se lleve a cabo adecuadamente, la temperatura del nido debe oscilar entre 23°C y 33°C, pues fuera de este rango los embriones no tienen posibilidad de sobrevivir (Frazier, 2000). La temperatura también influye en la determinación del sexo de la nidada; para obtener una proporción del 50% de cada sexo, es necesaria una temperatura específica, la cual se conoce como “temperatura pivote” y corresponde a 29.5°C. Para la especie *Eretmochelys imbricata*, temperaturas por debajo de este rango producirán machos y por encima producirán hembras (Revuelta & Tomás, 2010). El tipo de grano es otra variable que la tortuga marina tiene en cuenta en el momento de la selección del sitio para anidar. En el estudio de García-Vicario (2008, en Márquez-García *et al.*, 2006), se encontró que la tortuga carey prefiere arenas medias (0,25m) para la anidación, mientras que la tortuga Caguama prefiere arenas muy gruesas (1mm) y gruesas (0,5mm) (Foley *et al.*, 2006). Aunque la inclinación de la playa no es un variable determinante para la anidación, si es un factor que ha sido estudiado y del cual se sabe, está estrechamente relacionado con la selección del sitio de anidación. Según algunos estudios, la tortuga carey no presenta un patrón específico en cuanto a esta variable; por ejemplo, en el estudio realizado por Fish *et al.* (2005 en Cuevas *et al.* 2010) se observó que la tortuga carey escoge playas con pendientes abruptas, mientras que Horrocks y Scott (1991 en Cuevas *et al.*, 2010) encontraron que esta especie opta por zonas con pendiente suave. Las playas constituyen ambientes altamente dinámicos, en los cuales la morfología varía constantemente pues es regida y afectada por procesos tanto marinos como continentales, los cuales ocasionan cambios en los tamaños y la composición de los elementos que las conforman (Montaño-Ley *et al.*, 1988 en Márquez-García *et al.*, 2010)

### *Amenazas*

En el mundo existen siete especies de tortugas marinas, las cuales son: la tortuga Caguama ó cabezona (*Caretta caretta*), la verde (*Chelonia mydas*), la carey (*Eretmochelys imbricata*), la lora (*Lepidochelys kempii*), la golfina (*Lepidochelys olivacea*), la aplanada (*Natator depressus*) y la laúd ó baula (*Dermochelys coriacea*) (Meylan & Meylan, 2004). Además, la tortuga prieta o verde del Pacífico oriental (*Chelonia agassizii*) es reconocida por algunos especialistas como una especie independiente (Meylan & Meylan, 2004). A nivel mundial, seis de las siete especies de tortugas marinas se encuentran amenazadas. En Colombia, todas las especies de tortugas marinas están clasificadas como en peligro crítico (CR), a excepción de *C. mydas* que continua en la misma categoría (EN) (Castaño-Mora, 2002). Debido a la alta demanda que tienen estas especies, se ven constantemente sometidas a amenazas

antropogénicas directas e indirectas en sus hábitats de anidación y alimentación; además de una serie de amenazas naturales a lo largo de su ciclo de vida (Schroeder, 2001). Las amenazas a las que se enfrentan las tortugas marinas también pueden ser clasificadas como aquellas que impactan directamente a las especie y las que perturban el hábitat.” Estas amenazas se pueden dar tanto en el agua como en la tierra, ser temporales o permanentes y ser de carácter reversible o irreversible” (Chacón-Chaverri, 2004).

Dentro de las amenazas antropogénicas a las que se enfrentan las tortugas marinas en sus hábitats de anidación, se puede encontrar: la recoleta de huevos, la cacería para varios fines, la depredación por animales domésticos, la erosión de playas, iluminación artificial, el desarrollo costero y el mal manejo de desechos. (Chacón-Chaverri, 2004; Schroeder, 2001). Relacionado con el desarrollo costero se pueden encontrar amenazas mas específicas como las evaluadas en el presente trabajo las cuales son: blindaje de playas, la cual consiste en la construcción de estructuras, como murallas o revestimientos de piedra, cercas, espolones, o costales de arena, cuyo fin es proteger las propiedades costeras; las estructuras de blindaje representan una amenaza ya que obstaculizan el acceso de las tortugas a la playa además de modificar la dinámica natural de la playa (Schroeder, 2001). La extracción de arena: Según el programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, la extracción de arenas es una de las causas más importantes para la destrucción de playas en la mayor parte de las islas del Caribe, pues la extracción de este material acelera la erosión además modifica los perfiles de playa, lo cual conduce a la filtración de agua hacia los nidos en incubación (Schroeder, 2001). Objetos Fijos: esta amenaza corresponde a todos los objetos construidos por el hombre, que se encuentran de manera permanente y modifican la morfología de la playa. La instalación de estos objetos usualmente conlleva al incremento de ruido, luz y afluencia turística, lo cual desencadena la pérdida de biodiversidad y aumento de la contaminación (Chacón-Chaverri, 2004). Las amenazas que afectan los hábitats de anidación, tienen un impacto sobre las redes tróficas, los ciclos de nutrientes, los flujos de energía y la estructura en si del mismo hábitat particular (Chacón-Chaverri, 2004).

## OBJETIVO GENERAL

- Identificar las playas ideales para la anidación de tortugas marinas a partir de sus características geomorfológicas, flora asociada y grado de amenaza.

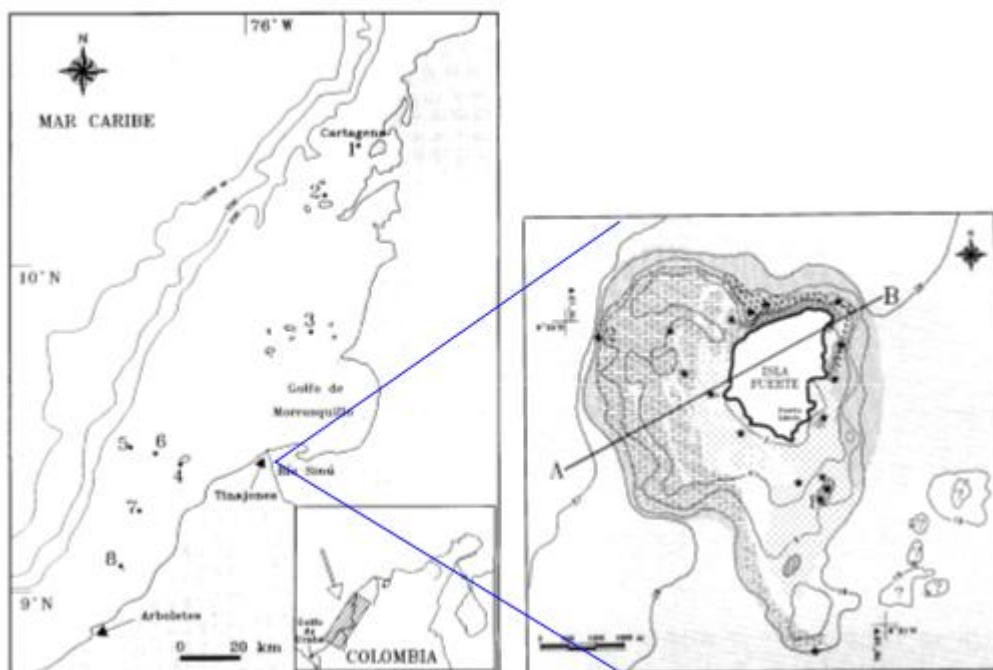
## OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Caracterizar los aspectos geomorfológicos tales como pendiente, geoposición, área y tipo de grano.
- Caracterizar flora presente en las playas.
- Identificar y valorar las amenazas sobre las playas.

## METODOLOGÍA

### *Área De Estudio*

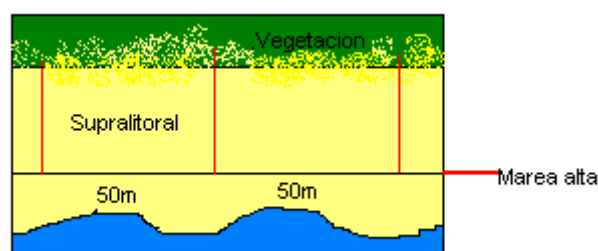
Isla Fuerte (9°20'-25''N, 76°10'-21''W) se encuentra ubicado a 11km de distancia de la plataforma continental colombiana, en frente a las costas de la población de Paso Nuevo (Córdoba) (Estela, 2006). Es una plataforma calcárea con una inclinación de Norte a Sur de aproximadamente 12m (Anderson, 1975 en Díaz *et al.*, 1996) y un área emergida de 2.9km<sup>2</sup> (Díaz *et al.*, 2000). Existen dos hipótesis acerca del origen geológico de Isla Fuerte, una donde se propone que la isla es de origen coralino, y otra que plantea que la isla es de origen diapírico. La isla presenta clima cálido y semiseco, con un patrón de lluvias anual bimodal, con cerca de 1300 mm de precipitación total y una temperatura promedio de 27° C (IGAC, en Díaz *et al.*, 1996). La vegetación predominante de isla Fuerte es el manglar en la parte norte y cultivos de fruta, rastrojo, palmas y potreros en la parte central. Esta isla se encuentra habitada por aproximadamente 2000 personas, quienes utilizan la pesca, agricultura y el turismo como principal sustento (Estela, 2006).



**FIGURA 1.** Mapa de Isla Fuerte, Bolivar, Colombia. Tomado y adaptado de Díaz *et al.*, 1996.

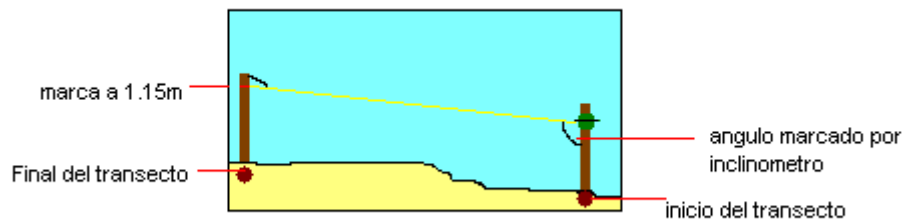
### *Características geomorfológicas*

En cada playa, el área se calculó como un rectángulo, el cual se estableció a partir de dos medidas, el ancho, el cual abarca desde el mesolitoral, que es la zona intermareal, hasta el borde donde inicia la vegetación; y el largo, el cual fue tomado como la distancia desde un extremo hasta el otro partiendo desde los espolones; estas medidas se calcularon utilizando un decámetro. El ancho se calculó promediando tres datos, los cuales fueron obtenidos, al medir tres transectos equidistantes entre sí, como se observa en la figura 2. El inicio de cada transecto se estableció en el punto de máxima marea y se extendió hasta el punto en la zona de vegetación donde se observó arena en el suelo, con la excepción específica de las playas San Diego, El Bobito y El Latal, en las cuales el final de los transectos fue condicionado por la presencia de blindajes u objetos fijos.



**FIGURA 2.** Esquema de la distribución de los tres transectos utilizados para calcular ancho, inclinación, profundidad y temperatura promedio en cada playa.

Para medir la inclinación de la playa, se utilizó dos varillas marcadas a una altura de 1.15m y una de ellas fue adaptada previamente con un inclinómetro, como se observa en la figura 3. La varilla que portaba el inclinómetro, fue ubicada al inicio del transecto y la varilla que tenía la marca únicamente, fue ubicada al final del transecto. Posteriormente una cuerda recta fue lanzada de marca a marca y el ángulo fue medido observando con el inclinómetro la marca de la varilla, como se observa en la figura 4. Los ángulos medidos en los tres transectos fueron promediados.



**FIGURA 3.** Medición de la inclinación de las playas con ayuda de varillas calibradas e inclinómetro.



**FIGURA 4.** Instrumento utilizado como inclinómetro, construido a partir de la adaptación de un transportador a una varilla de 1.15m

En cada playa se tomaron dos muestras de 200g de arena, las cuales fueron pesadas en campo con una balanza de cocina y empacadas en bolsas sellables. Estas muestras fueron extraídas con ayuda de una pala, a 30cm de profundidad, en el final de los transectos extremos. En los casos donde la playa presento abundante vegetación, se extrajo la muestra bajo la sombra de

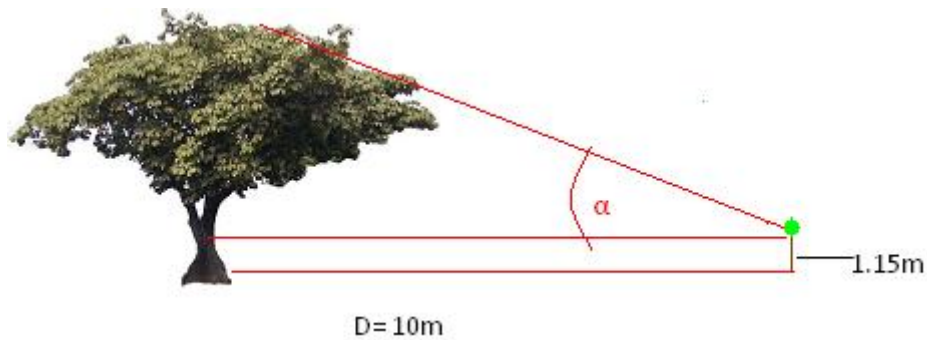
los árboles. Las muestras fueron marcadas en cada playa con las etiquetas transecto 1. Para la muestra tomada en el extremo derecho mirando desde el mar hacia la playa y transecto 3 para la muestra tomada en el extremo izquierdo mirando desde el mar hacia la playa. Al final de cada transecto, se midió la profundidad con ayuda de una varilla calibrada cada 10cm, esto se realizó cavando un hueco hasta donde se encontró agua, raíces o piedras de gran tamaño, con el fin de identificar si el lugar presentaba hasta 90cm de profundidad, distancia máxima requerida para la anidación de la tortuga carey (Chacón-Chaverri, 2004). Los tres datos fueron promediados. En los mismos lugares donde se cavaron los agujeros, para medir la profundidad, a 30cm se tomo la temperatura con ayuda de un termómetro de precisión, el cual se dejó en la arena durante 5 minutos aproximadamente. Finalmente se geoposicionó cada playa con un GPS marca Garmin, tomando el dato en el centro de cada playa.

Para determinar el tamaño del grano del sedimento y la composición mineralógica de las muestras de arena, estas fueron secadas en un horno eléctrico a 220°C durante 40 minutos (Rincón-Díaz & Rodríguez-Zárate, 2004); posteriormente, con ayuda de una balanza marca BLADE-AWS fueron pesados 100g de cada muestra, los cuales fueron tamizados durante 45 minutos a través de cinco filtros con las siguientes aperturas: 2,00mm (grava); 1,00mm (arena muy gruesa); 0,0500mm (arena gruesa); 25mm (arena media); 0,149mm (arena fina) y 0,105mm (arena muy fina), cumpliendo con las normas internacionales A.S.T.M.. Finalmente el acumulado de cada tamiz fue almacenado en bolsas sellables y pesado nuevamente en la balanza BLADE-AWS, para determinar el porcentaje de tipo de grano en cada muestra (Foley *et al.*, 2006).

### *Caracterización de la flora*

Con ayuda de un experto, a partir de fotografías y la base de datos de nombres comunes de plantas de la Universidad Nacional (<http://www.biovirtual.unal.edu.co/nombrescomunes/>), se identificó hasta especie la vegetación presente desde el supralitoral, hasta la zona al interior de la vegetación donde se observó arena en el suelo, con la excepción de aquellas zonas donde la vegetación se encontraba interrumpida por un blindaje u objeto fijo. De cada planta se tomó los datos de altura y cobertura de la copa. Para medir la altura (h), el observador se ubicó a una distancia (D) de 10m del árbol, distancia que se estableció con una cuerda de dicho largo, extendida desde el tronco; en este punto, con un inclinómetro adaptado a una varilla de 1.15m, se determino el ángulo ( $\alpha$ ) formado entre el observador y el punto más alto de la copa del árbol, como se observa en la figura 5. Finalmente, los datos de cada árbol fueron

reemplazados en la fórmula:  $h = (\tan\alpha/D) \times 1.15\text{m}$  distancia correspondiente a la distancia entre el suelo y el inclinómetro (Villareal *et al.*, 2004).



**FIGURA 5.** Ejemplo de la medición de la altura de un árbol donde la distancia de la base al observador es de 10m. Se observa también como la distancia del piso al inclinómetro es tomada en cuenta para el cálculo de la altura. Tomado y modificado de Google imágenes.

Para calcular la cobertura (A) de cada árbol, con ayuda de un decámetro, se midió la distancia entre el tronco y el radio mayor (a) de la copa y la distancia entre el tronco y el radio menor (b) de la copa, como se observa en la figura 6. Posteriormente estos datos fueron reemplazados en la fórmula de la elipse:  $A = a \cdot b \cdot \pi$  (Villareal *et al.*, 2004).



**FIGURA 6.** Representación del cálculo del radio mayor y del radio menor de un árbol. Tomado y modificado de Google imágenes.

Finalmente se calculó la densidad (D) de cada especie, es decir el número total de individuos ( $n_i$ ) dentro del área total muestreada (A), utilizando la fórmula:  $D = n_i/A$ . Además, mediante la fórmula:  $DR = n_i/\sum n$ , se calculó la densidad relativa de las especies (DR), la cual es el número de individuos de cada especie ( $n_i$ ) en proporción al número total de individuos de todas las especies presentes ( $\sum n$ ) (Villareal *et al.*, 2004).

*Identificación y valoración de amenazas*

Las amenazas antrópicas se ubicaron en tres categorías. La primera, blindaje de playas (BP), consiste en una serie de estructuras rígidas y semirrígidas, las cuales son diseñadas con el fin de proteger del oleaje o la corrosión generadas por el agua de mar, las construcciones o estructuras presentes en la costa (Schroeder, 2001). Para esta categoría, se calculo, con ayuda de un decámetro, el área de espolones, murallas de concreto o madera, revestimientos de piedra y costales de arena. Se realizo la sumatoria de las áreas, representando el valor porcentual del blindaje, con respecto al área total de la playa (Rincón-Díaz & Rodríguez-Zárate, 2004). Utilizando estos valores porcentuales, se asignaron los siguientes grados de amenaza adaptados de Schroeder (2001):

0% = Grado de amenaza 0 ó ninguno

1- 25%= Grado de amenaza 1 ó bajo

26 - 50%= Grado de amenaza 2 ó medio

51- 75%= Grado de amenaza 3 ó alto

76%- 100%= Grado de amenaza 4 ó muy alto

La siguiente categoría, fue la extracción de arenas (EA), para la cual se estimó, en primer lugar, el volumen total de arena presente en la playa utilizando el área de esta, previamente calculada, y la profundidad. Luego, se estimó el volumen de arena contenido en un bulto utilizado para la extracción de la misma y a partir de encuestas realizadas a los areneros (ver ANEXO 1), se identifico la cantidad de arena promedio mensual extraída de cada playa. Una vez estimado este volumen, se calculó el porcentaje de arena extraída respecto al volumen total de la playa, por medio de una regla de tres. Finalmente, para la asignación de los grados de amenaza se utilizaron los mismos porcentajes que en blindaje de playas.

La última categoría se denominó Objetos fijos (OF); donde se consideraron todos los objetos construidos por el hombre, como lo son kioskos, terrazas, cabañas o construcciones que se encuentren en el área de muestreo. Se midió con un decámetro el área de cada objeto; estas áreas fueron sumadas, y una vez más se calculo la proporción del área ocupada por los objetos, con respecto al área total de la playa. Se repitió la misma metodología utilizada en blindaje de playas y extracción de arena para la asignación de los grados de amenaza.

Una vez identificado el valor de cada amenaza, se sumaron para obtener el grado total de amenaza de la playa, siendo:

- 0= Grado de amenaza 0 o ninguno
- 1-3= Grado de amenaza 1 o bajo
- 4- 6= Grado de amenaza 2 o medio
- 7- 9= Grado de amenaza 3 o alto
- 10- 12= Grado de amenaza 4 o muy alto

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN



**FIGURA 7.** Geoposición de las playas de Isla Fuerte. Tomado y modificado de Google earth. Michel Estefan- Fundación Ecotrek- Fundación Fibdss.

A pesar de la poca extensión de Isla Fuerte y la corta distancia que separa las playas entre sí (ver figura 7), se encontró una gran variedad de características geomorfológicas de las mismas (ANEXO 2). Se observó que las playas de San Diego, Punta Arena, El Claval, El Matal y El Bobito cuentan con las mayores áreas de la isla. De éstas, Punta Arena y El Bobito son las que tienen mayor ancho; esta distancia es muy importante en el momento de la anidación, ya que dada la influencia de las tasas de abastecimiento y pérdida de materiales por efecto del oleaje,

el cual actúa modificando la línea de costa, se ve transformada constantemente, ejerciendo un importante papel en la incubación de los nidos (Quesada, S.F).

Aunque se sabe que una de las características del ciclo de vida de las tortugas marinas en general es que cada etapa ocurre en diferentes hábitats específicos, la tortuga carey se distingue de otras especies por ser altamente estricta en la selección de sus hábitats; además, estudios han demostrado que esta es una de las especies que presenta mayor fidelidad, no solo a los sitios de anidación, que en este caso son playas pequeñas, ensenadas o bahías con mareas generalmente leves, usualmente rodeadas de barreras coralinas (Mrosovsky, 2006), sino a los patrones de anidación en general (Kamel & Mrosovsky., 2006). En cuanto a los sitios de anidación, es sumamente importante para la tortuga una serie de condiciones, como lo son: la inclinación de la playa, la temperatura, la humedad y el tipo de grano. (Cuevas *et al.*, 2010).

En las mediciones de la inclinación promedio de cada playa, esta vario entre 3,6° y 10,6°, siendo San Diego la playa con menor pendiente y San Diego 2 la playa con pendiente más pronunciada. No se observó un patrón definido en cuanto a la relación de las variables ancho-pendiente, largo-pendiente y área pendiente. Aunque la inclinación es una variable importante en el proceso de anidación, se conoce que la tortuga carey presenta gran plasticidad ante esta característica de la playa. El estudio realizado por Fish *et al.* (2005), reveló que las tortugas carey del Caribe, prefieren anidar en playas con pendientes empinadas o abruptas, mientras que Mrosovsky (2006) y Horrock y Scott (1991 en Cuevas *et al.*, 2010), reportaron anidaciones en playas con pendientes casi planas; esta plasticidad puede estar relacionada con el pool genético y herencia de cada población, lo cual explica las pequeñas diferencias entre poblaciones en el momento de la escogencia del hábitat de anidación (Kamel & Mrosovsky, 2006). Teniendo en cuenta que se han reportado anidaciones en las playas El Matal, El Bobito, El Claval y San Bernardino, cuyas pendientes son de 3,6°, 5,6°, 6° y 9,6° respectivamente; se podría sugerir que la diferencia en la inclinación no es un factor suficientemente relevante para impedir la anidación. A partir de esto, se puede ubicar al resto de las playas de la isla como sitios de anidación potenciales, en cuanto a la variable inclinación se refiere, ya que se encuentran dentro de los rangos donde se han reportado anidaciones. Vale la pena aclarar, que la inclinación de una playa está sujeta a constantes cambios a raíz de la influencia de fenómenos como el oleaje, corrientes de vientos, lluvias etc. por lo cual, es recomendable realizar monitoreos periódicos, si se quiere conocer la inclinación de las playas a lo largo de varias temporadas de anidación.

Otra variable medida en el presente estudio, fue la temperatura, la cual tiene una gran importancia en el proceso de desarrollo de los embriones, ya que gracias a esta se determina no solo el sexo de la camada, sino el período de incubación, el cual puede variar entre los 53,5 y 65,6 días (Revuelta & Tomás, 2010). Se sabe que a 29,5°C la camada presentara una proporción 50%-50% de hembras y machos; esta temperatura se denomina “temperatura pivote” y por encima de esta, nacerán solo hembras mientras que a temperaturas por debajo de esta nacerán solo machos (Revuelta & Tomás, 2010). Este sistema de diferenciación sexual por temperatura (TSD), es común en todas las especies de tortugas marinas (Mrosovsky, 1994 citado por Godfrey *et al.*, 1999). En las playas muestreadas, se observó un gradiente de temperaturas que va desde los 28,3°C hasta los 30,6°C. Según las observaciones, esta diferencia de temperatura observada en cada playa, está sujeta no solo a los cambios naturales de temperatura según la temporada, sino a otras condiciones como por ejemplo la cantidad y tipo de vegetación presente en cada playa, es decir el grado de exposición. Teniendo en cuenta que la temperatura pivote puede tener flexibilidad en un grado (Godfrey *et al.*, 1999), cinco playas (San Diego2, La Cebolleta, El Bobito, El Latal y Puerto Limón) de la isla, contribuirían a la proporcionalidad de sexos en las poblaciones que frecuentan Isla Fuerte.

En cuanto a la profundidad de la playa, se tenía estimado hacer excavaciones hasta alcanzar los 90cms de profundidad, pero en la mayoría de los casos, se encontró piedras y raíces irremovibles o agua, lo cual interrumpió el curso de la excavación, como ocurrió en los transectos 1, 2 y 3 de San Diego, donde a los 0,16m, 0,40m y 0,45m de profundidad se encontró grandes piedras utilizadas para calzadas, dando como resultado una profundidad promedio de 0,36m, la más baja de todas las playas muestreadas en la isla. En El Matal, la cual es la playa con mayor cantidad de reportes de anidación en la Isla, se encontró una profundidad promedio de 0,80m, a pesar de la gran cantidad de vegetación existente. San Diego 2 fue la playa que presentó mayor profundidad promedio, lográndose cavar hasta los 0,92m, con posibilidades de continuar la excavación sin la presencia de obstáculos. Se conoce que una hembra de carey puede preparar las cámaras para anidar a profundidades que oscilan entre los 0,10m y 0,90m (Chacon-Chaverri, 2004), lo cual indica que según los resultados encontrados en campo para esta variable, todas las playas muestreadas en el presente estudio se encuentran aptas para la anidación, lo cual en el caso de San Diego, El Bobito y San Bernardino, puede ser cuestionable debido a la existencia de calzadas (piedras bajo la arena) utilizadas para expandir la playa, lo cual impide una excavación más profunda de lo registrado.

<b>Playa</b>	<b>2.0mm (%)</b>	<b>1mm (%)</b>	<b>0.500mm (%)</b>	<b>0.25mm (%)</b>	<b>0.149mm (%)</b>	<b>0.105mm (%)</b>
Punta arena Tr1	1,8.	3,9	21,5	60,2	10,3	1,4
Punta arena Tr3	1.	2,8	28,6	55,6	10,1	1,8
El Latal Tr1	2,1	4,1	40,2	50,3	3	0,2
El Latal Tr3	3,8	6,3	25,6	55,2	7,7	1,1
San Diego Tr1	1,8	4,1	19,4	25,2	35,8	12,5
San Diego Tr3	0	0,5	1,8	86,4	8,4	1,6
San Diego2 Tr1	1,2	9,4	60,1	26,3	2,2	0,4
San Diego2 Tr3	1,8	3,7	40,1	48,9	4,3	0,7
El Claval Tr1	0,6	3,6	39,3	53	3,2	0,3
El Claval Tr3	0,9	4,9	40,4	47,2	5,3	0,6
El Matal Tr1	1,5	4,3	38,5	50,3	4,2	0,8
El Matal Tr3	0,98	1,2	27,1	60,2	8,8	0,2
El Matal2 Tr1	1,2	9,7	54,3	31,1	1,4	2,3
El Matal2 Tr3	3,5	10,1	63,4	21	1,2	0,8
El Bobito Tr1	1,6	4,3	21	60	10,2	2,7
El Bobito Tr3	23,3	33,2	31,1	8,2	1,8	1,9
San Bernardino Tr1	20,6	30,6	37,2	10,6	0,7	0,2
San Bernardino Tr3	19	21,6	50,1	7,9	0,5	0,2
Cebolleta Tr1	1,6	1,9	5,7	16,5	57,6	5,2
Cebolleta Tr3	1,4	5,2	30,2	45,1	15,2	2,2
Puerto Limón Tr1	0	1,2	22,7	62,9	9,9	3,1
Puerto Limón Tr3	0,96	2,8	0	58,4	19,6	18,1

**TABLA 1.** Porcentajes de tipo de grano en cada muestra. Tr1 (transecto 1) hace referencia a la muestra tomada en el extremo derecho de cada playa mirando desde el mar hacia la playa. Tr3 (transecto 3) hace referencia a la muestra tomada en el extremo izquierdo mirando desde el mar hacia la playa. Indicadores: 2,00mm (Grava); 1,00mm (arena muy gruesa); 0,5mm (arena gruesa); 0,250µm (arena media); 0,1490µm (arena fina); 0,105µm (arena muy fina).

En la prueba de granulometría (Tabla 1), se observó que la mayoría de las playas están compuestas por un tipo de grano grueso (0,500mm) y medio (0,25mm) y que los porcentajes más bajos están dados en la arena muy fina (1,105mm). Estos resultados son coherentes con los encontrados por Bolongaro *et al.* (2010), quien sugiere que las especies *Quelonia mydas* y *Eretmochelys imbricata* se inclinan por anidar en playas con arenas de grano medio, ya que

este proporciona la estabilidad necesaria para mantener la humedad y temperatura en los nidos durante el desarrollo. Estos mismos autores también encontraron que la menor frecuencia de anidación de estas especies, está dada en sitios con arenas gruesas y finas, debido a que estas texturas no proporcionan las condiciones necesarias para mantener la temperatura y humedad necesarias en los nidos (Bolongaro *et al.*, 2010). Teniendo en cuenta esto, es claro porque playas como El Matal y El Bobito, las cuales están compuestas en su mayoría por arena de grano medio, son las que mayor registros de anidación presentan. López (2008), sugiere que el estudio del tipo de grano en las zonas de anidación es importante, no solo porque influye en el proceso de desarrollo y eclosión de los embriones, sino porque a partir de este se puede obtener información acerca de la dinámica de la playa, el origen del grano como tal y la influencia en factores como la pendiente. Aunque las muestras de arena fueron extraídas a la misma profundidad (0,30m), se pudo observar que los porcentajes de tipo de grano en algunas playas, como Puerto Limón, Cebolleta, El Bobito y San Diego variaron notablemente.

Playa	Especie	Número de individuos	Densidad relativa	Cobertura total (m2)	Altura promedio
San Diego	<i>Conocarpus erectus</i>	63	0,93	953,93	3,1
	<i>Cocos nucifera</i>	4	0,06	201,52	4,93
	<i>Rizophora mangle</i>	1	0,014	8,66	2,4
San Diego 2	<i>Conocarpus erectus</i>	11	1	453,95	5,69
Cebolleta	<i>Laguncularia racemosa</i>	2	0,182	98,49	6,3
	<i>Cocos nucifera</i>	3	0,273	124,17	6,47
	<i>Hymenocallis litoralis</i>	6	0,545	5,91	0,45
Matal 2	<i>Cocos nucifera</i>	5	0,166	168,17	6,59
	<i>Coccoloba uvifera</i>	7	0,233	298,85	3,68
	<i>Terminalia catappa</i>	3	0,1	157,6	7,11
	<i>Conocarpus erectus</i>	10	0,333	529,08	5,92
	<i>Laguncularia racemosa</i>	5	0,166	57,51	2,31
El Bobito	<i>Conocarpus erectus</i>	1	0,083	76,34	7,27
	<i>Laguncularia racemosa</i>	5	0,416	176,87	4,058
	<i>Rizophora mangle</i>	6	0,5	338,65	7,12
El Latal	<i>Terminalia catappa</i>	3	0,75	130,07	6,17
	<i>Cocos nucifera</i>	1	0,25	15,44	5,56
San Bernardino	<i>Conocarpus erectus</i>	6	1	480,51	6,025

El Matal	<i>Conocarpus erectus</i>	130	0,566	9684,78	5,52
	<i>Laguncularia racemosa</i>	99	0,43	7082,84	5,73
	<i>Hippomane mancinella</i>	1	0,004	56,47	6,47
El Claval	<i>Conocarpus erectus</i>	37	0,462	1815,67	4,92
	<i>Gliricidia septum</i>	1	0,012	104,76	5,97
	<i>Cocos nucifera</i>	41	0,519	1130,2	7,19
	<i>Coccoloba uvifera</i>	1	0,012	5,97	1,15

**TABLA 2.** Abundancia, densidad relativa, cobertura total y altura promedio por especie en cada playa.

Se observó que la vegetación asociada a las playas está representada por las siguientes especies (tabla 2 y Anexo 3): *Conocarpus erectus* conocido como Zaragoza; *Laguncularia racemosa* también llamada mangle bobo; *Rizophora mangle* cuyo nombre común es mangle colorado o mangle rojo; *Cocos nucifera* que es la palmera de coco; *Coccoloba uvifera* o uvo de playa; *Terminalia catappa* la cual se conoce como almendro de playa; cebolleta (*hymenocallis litoralis*), *Hippomane mancinella* o manzanillo y *Gliricidia septum* o matarratón. Estos datos coinciden con los encontrados en el estudio de Rincón-Díaz y Rodríguez-Zárte (2004); sin embargo, estos autores no sugieren ningún tipo de relación específica entre las especies de plantas y el número de anidaciones o avistamientos. A pesar de que no existen muchos estudios que expliquen o describan la relación entre especies de plantas específicas y los hábitats de anidación, se ha encontrado que la tortuga Carey prefiere depositar sus nidadas bajo la vegetación leñosa (Amarocho, 1999), que aunque aparentemente podría representar un obstáculo para el tránsito tanto de las hembras como de los neonatos, proporcionan compactación de la arena para la construcción de los nidos por medio de sus raíces (Medina-cruz *et al*, 2010).

En la playa San Diego, la cual presenta la mayor área, la especie con mayor densidad relativa fue *C. erectus*, la cual, a pesar de tener un gran número de individuos, incluso mayor que en playas como El Matal 2, no proporciona una cobertura muy amplia; además la altura promedio de los individuos de esta especie en esta playa fue la más baja (3,1m), si se comparara con las alturas promedio en otras playas; lo cual indica que un mayor número de individuos, no necesariamente aporta una mejor cobertura. En la playa San Diego 2, solamente se observó *C. erectus*, razón por la cual la densidad relativa de la misma fue 1; la cobertura de esta especie fue mayor al área de la playa lo cual es muy favorable, ya que indica

que esta zona proporciona una sombra ideal para mantener los nidos a una temperatura óptima. En la playa La Cebolleta, la mayor densidad relativa correspondió a la especie *H. litoralis*, más conocida en la zona como cebolleta, la cual no es una especie favorable para la anidación, ya que no proporciona sombra a los nidos y al ser rastrera no puede ser removida lo cual podría representar un obstáculo natural. Aunque no se encontraron muchos individuos de *Cocos nucifera* (3), estos aportan una buena cobertura a la playa (124,17m<sup>2</sup>) con respecto al área total (220,90m<sup>2</sup>). En la playa El Matal 2 fue donde se registró el mayor número de especies (5), siendo *C. erectus* la de mayor densidad relativa; esta es otra playa cuya vegetación es óptima para la anidación, pues la cobertura total (1211,21m<sup>2</sup>) sobrepasa el área de la playa. En El Bobito, se encontró que la especie de mayor densidad relativa fue *R.mangle*, seguida por *L. racemosa*, en esta playa además de que la vegetación no es muy abundante, esta se encuentra asociada, en su mayoría, a la zona del infralitoral. En la playa El Latal se observó que la mayoría de la vegetación se encuentra tras el blindaje de playa (Cercas), lo cual deja pocos individuos expuestos en la zona de anidación (4), los cuales, además de estar ubicados muy cerca de los espolones, no proporcionan una buena cobertura. Un caso similar ocurre en la playa San Bernardino, donde el acceso a la zona de la vegetación se encuentra obstruido por un blindaje. Finalmente, se encontró que las playas El Claval y El Matal, las cuales presentan coberturas que sobrepasan el área de la playa, son zonas en términos de densidad, cobertura y altura de la vegetación, óptimas para la anidación, pues ambas poseen formaciones de techos tupidos que proporcionan sombra suficiente para mantener estable la temperatura de los nidos.

<b>PLAYA</b>	<b>(BP)</b>	<b>(EA)</b>	<b>(OF)</b>	<b>TOTAL</b>	<b>GRADO DE AMENAZA</b>
Punta Arena	0	1	1	2	MEDIO
San Diego	1	0	1	2	MEDIO
San Diego 2	0	0	0	0	NINGUNO
La Cebolleta	0	0	0	0	NINGUNO
El Matal	0	1	0	1	BAJO
El Matal2 (casa blanca)	0	0	0	0	NINGUNO
El Bobito	1	0	0	1	BAJO
El Latal	2	0	0	2	MEDIO
Puerto Limón	2	0	0	2	MEDIO
El Claval	1	0	1	2	MEDIO
San Bernardino	2	0	1	3	ALTO

**TABLA 3.** Tabla de asignación del grado de amenaza donde (BP) hace referencia al blindaje de playas; (EA) indica extracción de arenas y (OF) hace referencia los objetos fijos. Los grados de amenaza están dados según los siguientes porcentajes: 0%= Grado de amenaza 0 ó ninguno; 1- 25%= Grado de amenaza 1 ó bajo; 26 - 50%= Grado de amenaza 2 ó medio; 51- 75%= Grado de amenaza 3 ó alto; 76%- 100%= Grado de amenaza 4 ó muy alto.

Con respecto a la identificación y valoración de las amenazas se observó que según los indicadores escogidos, la playa más amenazada (grado alto) es San Bernardino, seguida por las playas El Claval, Puerto Limón, Punta Arena y El Latal las cuales se encuentran dentro de un grado de amenaza medio. En un nivel de amenaza bajo se encuentran las playas El Bobito y El Matal. Finalmente se encontraron tres playas con ningún nivel de amenaza: San Diego 2, La Cebolleta y El Matal 2 (ver tabla 3).

Desde hace millones de años las tortugas marinas se han enfrentado y sobrevivido a cambios climáticos y geológicos, los cuales han provocado modificaciones importantes en los hábitats utilizados en las diferentes etapas de la vida (CIT, 2006). Uno de los períodos de vida donde la tortuga corre mayor riesgo es durante el desarrollo embrionario, pues están expuestas a depredadores como cangrejos, hormigas o ataques de hongos; además, al eclosionar los huevos, los neonatos se ven enfrentados a depredadores como pájaros, perros, mapaches y peces, una vez ingresan al mar (CIT, 2006). Dentro de las amenazas proporcionadas por el hombre en los hábitats de anidación, además del saqueo de nidos, se encuentra la modificación de las playas; el blindaje de playas es una de las amenazas con mayor impacto, ya que modifica la dinámica de la playa, bloquea el acceso de las hembras anidadoras a la misma y en casos extremos, arruinan la zona óptima para la anidación (Schroeder, 2001). Durante el muestreo, se pudo observar que esta es la amenaza más frecuente en la mayoría de las playas (San Diego, El Bobito, El Latal, Puerto Limón, El Claval y San Bernardino), probablemente debido a las construcciones de casas de recreo, las cuales necesitan ser protegidas. Por otra parte los porcentajes referentes al blindaje de playas, están dados también por la construcción de espolones, los cuales son construidos con el fin de acumular grandes cantidades de arena para expandir la playa. En las playas El Latal y Puerto Limón, el grado total de amenaza es medio y está dado únicamente por la variable blindaje de playas, lo que indica que el área de los blindajes representa una gran proporción del área total de la playa (entre 26% y 50%). A pesar de que el grado de amenaza arrojado por los resultados es medio, en la realidad, la amenaza podría ser mayor pues como fue dicho anteriormente, el impacto

causado por estas estructuras tiene consecuencias severas en el comportamiento anidatorio de las tortugas marinas, disminuyendo los intentos de arribada (Schroeder, 2001).

La remoción de arena es un problema severo que ocurre en las costas del Caribe, esta puede generar el deterioro de la funcionalidad del ecosistema de las playas, puede acelerar los procesos erosivos y tiene un efecto contrario al relleno de la playas, además, de manera más directa, puede ocasionar la pérdida de nidadas en proceso de incubación (Schroeder, 2001). En Isla Fuerte, la extracción de este material se realiza principalmente para propósitos de construcción; en la actualidad se lleva a cabo únicamente en dos playas: El Matal y Punta Arena; según los propios areneros, la extracción solo se realiza en estas dos playas ya que la vigilancia es menor y la cantidad de arena es mayor en comparación con las demás playas. Esta situación es preocupante, debido a que El Matal es la playa donde se extrae mayor cantidad de arena y, según la población local, la playa donde se presenta mayor cantidad de nidadas por temporada. Aunque es evidente que la extracción de arena es una problemática que afecta en gran medida a las nidadas, aún no es claro cuál es el impacto directo o indirecto que la remoción, de una cierta cantidad de arena, puede generar en las nidadas; o en qué manera esta misma remoción puede llegar a modificar la playa de modo que ya no sea apta para la realización de esta actividad; por lo tanto, es importante realizar trabajos a largo plazo donde se analice la relación entre la cantidad de arena extraída a lo largo del tiempo y el impacto sobre las nidadas o el mismo proceso de anidación.

Finalmente se midieron los objetos fijos en cada playa, los cuales representan obstáculos en el momento de la arribada y retorno al mar de los neonatos. En Punta Arena, la mayoría de los objetos medidos fueron botes de diferentes tamaños, pero cabe resaltar que esta es una zona donde hay un constante flujo de botes, lo cual sería altamente perjudicial en caso de que se reportara una nidada en esta playa. En San Diego, la mayoría de objetos fijos medidos eran parasoles de madera y un muelle. Debido a la forma de dichas estructuras (cilindros de menos de 30cm de diámetro), estas, aparentemente no representarían un mayor obstáculo, como si lo harían los botes de gran tamaño, presentes en Punta Arena y los kioscos y terrazas encontrados en las playas El Claval y San Bernardino. Sin embargo a pesar de que las estructuras fijas en San Diego al parecer no significan mayor obstáculo, esta área cuenta con un blindaje representativo cuyo impacto y consecuencias sean probablemente irreversibles.

## CONCLUSIONES

Aunque los resultados del estudio muestran que las playas de Isla Fuerte son aparentemente aptas para la anidación, en términos de las características geomorfológicas, en realidad muchas playas se ven constantemente modificadas para suplir las necesidades de los locales, razón por la cual se recomienda un seguimiento periódico de estas, pues estas variables cambian constantemente no solo de manera natural, sino de manera más rápida por la influencia antrópica.

La vegetación de las playas El Matal, El Matal 2, El Claval, San Diego 2 es la más adecuada para la anidación, pues las copas de los árboles forman techos que proporcionan la sombra ideal para mantener la temperatura de los nidos. La especie vegetal que mejor se acopla al proceso de anidación es *C. erectus*, debido a la cobertura que brinda y porque sus raíces no sobresalen de la tierra, lo cual no representa un obstáculo para la arribada ni retorno al mar de las tortugas, a diferencia de *L. racemosa*. no se consideran aptas para la anidación en cuanto a esta variable.

Aunque la mayoría de playas se encuentran en un grado de amenaza medio y solo una en grado de amenaza alto, es de mencionar que San Diego, El Bobito, El Latal, Puerto Limon, El Claval y San Bernardino presentan blindajes, los cuales representan una de las amenazas más severas para las tortugas, ya que su impacto suele ser irreversible; por lo que el verdadero grado de amenaza podría ser mayor al arrojado por los datos. La construcción de espolones para aumentar la cantidad de arena en las playas privadas, también influye de manera negativa en la disminución de las arribadas, pues estos, no solo modifican los espacios, sino que alteran la dinámica de las playas. Se recomienda la restricción de la construcción de este tipo de estructuras, al igual que estudios sobre la dinámica de las playas afectadas por estos.

Teniendo en cuenta la información obtenida en este estudio, se concluye que ninguna playa está libre de amenazas o es 100% optima para la anidación, sin embargo, playas como El Matal, El Matal 2, San Diego 2 y algunas zonas de El Claval, merecen un esfuerzo inmediato para su conservación y recuperación, ya que aun presentan características aceptables para funcionar como hábitats de anidación, pues aunque el resto de las playas poseen características geomorfológicas aptas para la anidación la mayoría están altamente intervenidas.

## BIBLIOGRAFIA

- Amorocho D. Estado de conservación y distribución de la Tortuga Carey *Eretmochelys imbricata* en la región del Gran Caribe. 1999 En: Técnicas de investigación y manejo para la Conservación de las Tortugas Marinas. K.L Eckert, K.A. Bjorndal, F.A. 2000; 266 pp.
- Bolongaro, A., Márquez A. Z., Torres, V. García, A. Vulnerabilidad de sitios de anidación de tortugas marinas por efectos de erosión costera en el estado de Campeche, 2010; pp.73-96. En: A.V. Botello, S. Villanueva-Fragoso, J. Gutiérrez, y J.L. Rojas Galaviz (ed.). Vulnerabilidad de las zonas costeras mexicanas ante el cambio climático. Semarnat-INE, UNAMICMyL, Universidad Autónoma de Campeche. 514 pp.
- Borrero, W.J. Caracterización de la playa de anidación de tortugas marinas Cañaveral sector Cañaveral (Ecohab) – Parque Nacional Natural Tayrona, Temporada 2005. Trabajo de grado de Biología Marina. Facultad de Ciencias Naturales. Universidad Jorge Tadeo Lozano. 2007; 149pp
- Castaño-Mora, O. V. Libro rojo de reptiles de Colombia. Libros rojos de especies amenazadas de Colombia. Inst. Ciencias Naturales - Univ. Nacional de Colombia, Ministerio del Medio Ambiente, Conservación Internacional-Colombia. Bogotá, Colombia. 2002.
- Chacón-Chaverry, D. Tortuga carey del Caribe; biología, distribución y estado de conservación. Documento preparado para el Programa de Conservación de las tortugas marinas de América Latina y el Caribe, del Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF). 2004; 1-52 pp.
- Ceballos-Fonseca, C. Distribución de playas de anidación y áreas de alimentación de tortugas marinas y sus amenazas en el Caribe Colombiano. Bol. Invest. Mar. Cost 2002; 79-99pp
- Convención Interamericana para la Protección y Conservación de las Tortugas Marinas. Documento de posición WWF Colombia; 2006. 1-8pp
- Cuevas E, Liceaga-Correa M.A, Mariño-Tapia I. Influence of Beach Slope and Width on Hawsbill (*Eretmochelys imbricata*) and Green Turtle (*Chelonia mydas*) Nesting Activity in El Cuyo, Yucatan, Mexico. *Chelonian Conservation and Biology*; 2010; 9(2): 262-267.

- De Luque, A.C, Ospina S.C. Caracterización de la playa de anidamiento de tortugas marinas “La Gumarra”, sector Arrecifes - Parque Nacional Natural Tayrona, temporada 2004. Trabajo de grado de Biología Marina. Facultad de Ciencias Naturales. Universidad Jorge Tadeo Lozano. 2005; 146pp.
- Díaz, J.M, Sánchez, J.A, Díaz-Pulido, G. Geomorfología y formaciones arrecifales recientes de Isla Fuerte y Bajo Bushnell, plataforma continental del Caribe Colombiano. Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras (INVEMAR) 1996; pp. 1-10
- Díaz, J. M., Barrios, L. M., Cendales, M. H., Garzón-Ferreira, J., Geister J., López-Victoria, M., Ospina, G. H., Parra-Velandia, F., Pinzón, J., Vargas-Ángel, B., Zapata, F. A., Zea, S. Áreas Coralinas de Colombia. INVEMAR. Serie Publicaciones Especiales No. 5., Santa Marta. 2000
- Eckert, K. L., Abreu, F. A. (Editores). Conservación de Tortugas Marinas en la Región del Gran Caribe – Un Diálogo para el Manejo Regional Efectivo. Traducción al español por Raquel Briseño Dueñas y F. Alberto Abreu Grobois. WIDECAS, UICN/CSE Grupo Especialista en Tortugas Marinas (MTSG), WWF y el Programa Ambiental del Caribe del PNUMA. 2001; 170pp.
- Estela, F. Aves de Isla Fuerte y Tortuguilla, dos Islas de la plataforma continental del Caribe Colombiano. Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras (INVEMAR), 2006; 1-3pp
- Franco, P.A. Caracterización de la playa de anidamiento de tortugas marinas “Arrecifes”, seguimiento de la temporada 2005 y comparación de diferentes sistemas de incubación de nidadas -sector Arrecifes-Parque Nacional Natural Tayrona. Trabajo de grado de Biología Marina. Facultad de Ciencias Naturales. Universidad Jorge Tadeo Lozano. 2008; 199pp.
- Fish, M.R., Côté, I.M., Gill, J.A., Jones, A.P., Renshoff, F., Watkinson, A.R. Predicting the impact of sea level rise on Caribbean Sea turtle nesting habitat. Conservation Biology. 2005; 19:482–491pp.
- Foley, A.M., Peck, S.A., Harman, G.R. Effects of Sand Characteristics and Inundation on the Hatching Success of Loggerhead Sea Turtle (*Caretta caretta*) Clutches on Low-Relief Mangrove Islands in Southwest Florida. Chelonian Conservation and Biology, 2006; 5(1): 32-41pp.

- Franzier, J.G. Conservación Basada en la Comunidad. En: Técnicas de investigación y manejo para la Conservación de las Tortugas Marinas. K.L Eckert, K.A. Bjorndal, F.A. 2000; 266 pp.
- Godfrey, M.H., D'Amato, A.F., Marcovaldi, M.A., Mrosovsky, N. Pivotal temperature and predicted sex ratios for hatching hawksbill turtles from Brazil. Canadian Journal of Zoology. 1999; 77, 9: 1465-1473 pp.
- Kamel, S.J., Mrosovsky, N. Inter-seasonal maintenance of individual nest site preferences in hawksbill sea turtle. Ecology. 2006; 87. (11): 2947-2952 pp.
- López O. Características sedimentológicas de la playa de Calheta de Pau (Isla de Boa Vista, República de Cabo Verde) Implicaciones en la anidación de *Caretta caretta* (Linnaeus, 1758) Tesis de Doctorado. Universidad de las Palmas de Gran Canaria. 2008; 44pp.
- Márquez-García, A.Z, Campos-Verduzco, R, Castro-Soriano, B.Sc. Sedimentología y morfología de la playa de anidación para tortugas marinas, El Carrizal, Coyoaca de Benitez, Guerrero. Hidrobiológica 2010, 20(2): 101-112
- Medina-Cruz, Y., Moncada-Gavilán, F., Nodarse-Abreu G. Selección del sitio de anidación y éxito de eclosión en nidos de tortuga carey (*Eretmochelys imbricata*). Revista Cubana de Investigaciones Pesqueras 2010; vol. 27. No. 1, pp 60-65
- Meylan A.B, Meylan P.A. Introducción a la evolución, historias de Vida y biología de las Tortugas Marinas. WIDECAS. IUCN/MTSG, WWF, y el Programa Ambiental del Caribe PNUMA. 2004
- Mrosovski, N. Distorting gene pools by conservation: Assessing the case of doomed turtle eggs. Environmental Management. 2006; 38: 523-531 pp.
- Quesada M. Notas sobre el equilibrio dinámico de playas. Escuela de Ingeniería civil de Costa Rica. Sin fecha; 24 pp.
- Revuelta, O., Tomás, J. Tortuga carey – *Eretmochelys imbricata*. En: Enciclopedia Virtual de los Vertebrados Españoles. Salvador, A., Marco, A. (Eds.). Museo Nacional de Ciencias Naturales, Madrid. Disponible en: [http://www.vertebradosibericos.org/ENCICLOPEDIA\\_VIRTUAL\\_DE\\_LOS\\_VERTebrADOS\\_ESPAÑOLEs](http://www.vertebradosibericos.org/ENCICLOPEDIA_VIRTUAL_DE_LOS_VERTebrADOS_ESPAÑOLEs). 2010; 1-25 pp.
- Rincón-Díaz, M.P., Rodríguez-Zárate, C. J. Caracterización de playas de anidación y zonas de alimentación de tortugas marinas en el archipiélago de San Bernardo, Caribe

colombiano. Bol. Invest. Mar. Cost. Santa Marta, Colombia. 2004; Vol. 33, 137-158 pp.

- Rueda, A., Ulloa, G., Medrano, S. Estudio sobre la Biología reproductiva, la ecología y el manejo de la Tortuga Canal (*Dermochelys coriácea*) en el Golfo de Urabá. Contribución al conocimiento de las Tortugas marinas de Colombia. Editorial Nueva Gente. 1992; 1-9 pp
- Schroeder, B.A. Mitigación de las Amenazas en Playas de Anidación. WIDECASST. IUCN/MTSG, WWF, y el Programa Ambiental del Caribe PNUMA. 2001. En: Técnicas de investigación y manejo para la Conservación de las Tortugas Marinas. K.L Eckert, K.A. Bjorndal, F.A. 2000; 266 pp.
- Villareal, H., Alvarez, M., Córdoba, S., Escobar, F., Fagua, G., Gast, F., Mendoza, H., Ospina, M., Umaña, A.M. Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia. 2004; 236 pp
- Witherington, B. y Bjorndal, K. Influences id artificial lighting on the seaward orientation of hatching loggerhead turtles (*Caretta caretta*). Biological conservation. 1991; 139-149pp
- Witherington, B. Reducing threats to nesting habitat p.179-183 En: Técnicas de investigación y manejo para la Conservación de las Tortugas Marinas. K.L Eckert, K.A. Bjorndal, F.A. 2000; 266 pp.
- Witherington, B., Martin E.R. Understanding, assessing and resolving light pollution problems in sea turtle nesting beaches. Second edition. Florida Fish Wild. Cons. Com. FMRI Tech. Rep. 2000; 73pp

#### **ANEXO 1.** Encuesta realizada a los areneros.

Encuesta a areneros

1. ¿Utiliza usted arena dentro de sus materiales de construcción?

SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_

(Si su respuesta es sí continúe a la pregunta 2)

2. ¿De cuál de los siguientes lugares de la isla extrae la arena?

Playa Punta Arenas	
--------------------	--

Playa el Matal	
Playa San Diego	
Playa La Cebolleta	
Playa el Latal	
Playa el Claval	
Punta del Ingles	
La Playita	
El Bajo	
Puerto Limón	

3. ¿Con que frecuencia extrae arena de las playas?

\_\_\_\_\_

4. ¿Cuántos bultos en promedio saca y de que playa?

\_\_\_\_\_

5. ¿Conoce usted alguna norma sobre la extracción de arena?

SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_

Si su respuesta es sí,

6. ¿Conoce usted cuales son las consecuencias de extraerla?

**ANEXO 2.** Tabla de valores correspondientes a las características geomorfológicas de cada playa.

PLAYA	GEOPOSICIÓN	LARGO	ANCHO PROMEDIO	AREA	INCLINACIÓN PROMEDIO	TEMPERATURA PROMEDIO	PROFUNDIDAD PROMEDIO
Punta Arena	N9 22.714 W76 10.691	91m	31,45m	3626,9m <sup>2</sup>	4,6°	28,6°C	0,533m
San Diego	N9 23.027 W76 11.240	291m	18,53m	5392,23m <sup>2</sup>	3,6°	30,6°C	0,336m
San Diego 2	N9 23.017 W76 11.163	22,50m	12,94m	291,15m <sup>2</sup>	10,6°	29,8°C	0,926m
La Cebolleta	N9 23.303 W76 10.411	35,40m	18,72m	220,90m <sup>2</sup>	4,3°	30,3°C	0,41m
El Matal	N9 23.389 W76 11.333	113,80m	23,14m	2633,7m <sup>2</sup>	3,6°	29,3°C	0,80m
El Matal 2	N9 23.236 W76 11.192	37,60m	18,16m	682,8m <sup>2</sup>	6,6°	28,3°C	0,375m

El Bobito	N9 23.672 11.172	W76	71,72m	25,38m	1820,25m2	5,6°	29,6°C	0,706m
El Latal	N9 22.787 11.025	W76	76m	5,72m	434,97m2	4,3°	29,6°C	0,383m
Puerto Limón	N9 22.798 10.657	W76	92m	14,55m	1338,9m2	8,6°	30°C	0,483m
El Claval	N9 23.159 11.376	W76	235,7m	11,87m	2798,5m2	6°	29,3°C	0,883m
San Bernardino	N9 23.505 11.346	W76	56,70m	7,23m	410,13m2	9,6°	29°C	0,35m

**ANEXO 3.** Fotografías de las especies vegetales observadas en las playas de estudio.



Cebolleta (*hymenocallis littoralis*)



Uvita (*Coccoloba uvifera*)



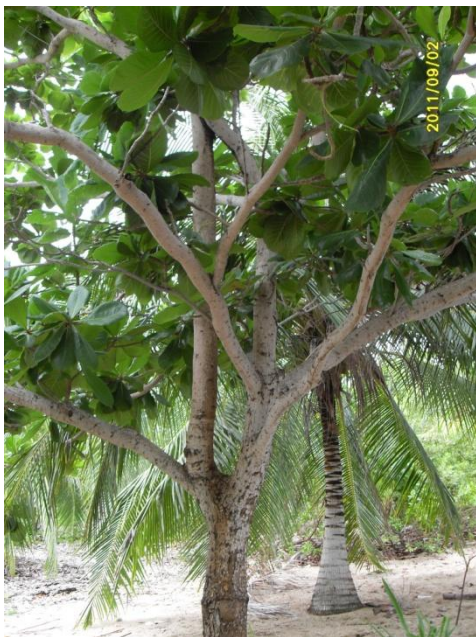
Mangle zaragoza (*Conocarpus erectus*)



Mangle Bobo (*Laguncularia racemosa*)



Mangle Colorado (*Rizophora mangle*)



Almendro (*Terminalia catappa*)



Palma de coco (*Cocos nucifera*)

