

**FUNDACION UNIVERSITARIA**

**AGRARIA DE COLOMBIA**

**FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA**

**IMFORME FINAL DE PRACTICA MONOGRAFIA**

**FOTO IDENTIFICACIÓN PARA EL RECONOCIMIENTO DE  
TORTUGAS CAGUAMA (*Caretta caretta*) y VERDE (*Chelonia mydas*) EN  
LAS PLAYAS DEL HOTEL EL DORADO SEASIDED SUITES,  
QUINTANA ROO, MÉXICO**

**PRESENTADO POR**

**GABRIELA PRADA BONILLA**

**DIRECTOR DE PRACTICAS**

**M. EN C. LYN SANTOS RODRIGUEZ**

**2023**

# Contenido

<b>1. Introducción .....</b>	<b>7</b>
<b>2. Objetivos de la práctica .....</b>	<b>10</b>
<b>3. Resumen.....</b>	<b>11</b>
<b>4. Marco de referencia.....</b>	<b>13</b>
<b>4.1. NOM-059-SEMARNAT-2010: .....</b>	<b>13</b>
<b>4.2. NOM-162-SEMARNAT-2012: .....</b>	<b>14</b>
<b>4.3. Marco regulatorio: .....</b>	<b>14</b>
<b>4.4. Especies.....</b>	<b>14</b>
<b>4.4.1. Tortuga caguama (<i>Caretta caretta</i>) .....</b>	<b>14</b>
<b>4.4.2. Tortuga verde (<i>Chelonia mydas</i>).....</b>	<b>15</b>
<b>4.5. Anidación de tortugas marinas .....</b>	<b>17</b>
<b>4.6. Foto-identificación.....</b>	<b>17</b>
<b>4.7. Morfometría.....</b>	<b>18</b>
<b>5. Resultados.....</b>	<b>19</b>
<b>5.1. Caracterización general de la entidad .....</b>	<b>19</b>
<b>5.2. Análisis DOFA.....</b>	<b>20</b>
<b>5.3. Área de estudio.....</b>	<b>20</b>
<b>5.4. Población.....</b>	<b>24</b>
<b>5.5. Muestra .....</b>	<b>24</b>

5.6. Colecta de información.....	25
5.7. Análisis de imágenes .....	27
5.8. Actividades realizadas .....	28
5.9. Resultados obtenidos .....	29
5.9.1. Población y frecuencia estimada de anidación .....	29
5.9.2. <i>Caretta caretta</i> .....	29
5.9.3. <i>Chelonia mydas</i> .....	30
5.10. Toma, clasificación y comparación de fotografías.....	31
5.11. Validación de fotografías.....	32
5.12. Catalogo fotográfico .....	36
5.13. Hembras identificadas.....	36
5.14. Software ArcGIS Survey123.....	38
5.15. Situación inicial y actual del lugar de practicas.....	38
6. Discusión de resultados.....	39
7. Conclusiones .....	41
8. Recomendaciones .....	42
9. Bibliografía .....	43
10. Anexos .....	46

## Índice de figuras

<b>Figura 1.</b> Características de identificación de la tortuga caguama <i>Caretta caretta</i> . Tomada de: La Anatomía de las Tortugas Marinas. (2004).....	15
<b>Figura 2.</b> Representación de tortuga caguama ( <i>Caretta caretta</i> ). Tomada de: <a href="https://tortugame.com/tortugas-marinas/tortuga-caguama/">https://tortugame.com/tortugas-marinas/tortuga-caguama/</a> .....	15
<b>Figura 3.</b> Características de identificación de la tortuga verde ( <i>Chelonia mydas</i> ). Tomada de: La Anatomía de las Tortugas Marinas. (2004).....	16
<b>Figura 4.</b> Representación de tortuga verde ( <i>Chelonia mydas</i> ). Tomada de: <a href="https://tortugame.com/tortugas-marinas/tortuga-verde-marina/">https://tortugame.com/tortugas-marinas/tortuga-verde-marina/</a> .....	16
<b>Figura 5.</b> Etapas del desove de la tortuga marina. Tomada de: Manual sobre técnicas de manejo y conservación de las tortugas marinas en playas de anidación de Centroamérica (2008). .....	17
<b>Figura 6.</b> Matriz DOFA .....	20
<b>Figura 7.</b> Ubicación de estacas de segmentación y corral de incubación en la playa del hotel el Dorado Seaside Suites. ....	22
<b>Figura 8.</b> Área de distribución espacial de la anidación de tortugas marinas en el hotel el Dorado Seaside Suites. ....	23
<b>Figura 9.</b> Formato de recolección de datos de hembras anidantes. ....	26
<b>Figura 10.</b> Puntos clave fijados para la comparación de fotografías de tortuga verde por medio del software I3S Pattern. ....	27
<b>Figura 11.</b> Registros fotográficos y comparación visual de imágenes en hembra de <i>Chelonia mydas</i> . Perfil facial frontal, perfil facial izquierdo (a) y perfil facial derecho (b).....	35

<b>Figura 12.</b> Registros fotográficos y comparación visual de imágenes en hembra de <i>Caretta caretta</i> . Perfil facial frontal, perfil facial izquierdo (a) y perfil facial derecho (b).....	35
<b>Figura 13.</b> Ejemplificación de ficha técnica de <i>Caretta caretta</i> del catálogo fotográfico..	36
<b>Figura 14.</b> Registro de hembras vistas, examinadas y marcadas de la especie <i>Chelonia mydas</i> .....	37
<b>Figura 15.</b> Registro de hembras vistas, examinadas y marcadas de la especie <i>Caretta caretta</i> .....	37
<b>Figura 16.</b> Hembras de tortuga caguama y verde identificadas en las temporadas 2022 y 2023.....	39

## Índice de tablas

<b>Tabla 1.</b> Coordenadas de segmentación del transecto para el recorrido de las actividades de anidación de tortugas marinas en la playa de El Dorado Seaside Suites. ....	21
<b>Tabla 2.</b> Cronograma de actividades. ....	28
<b>Tabla 3.</b> Parámetros poblacionales de la tortuga caguama ( <i>Caretta caretta</i> ) en el hotel el Dorado Seaside Suites. ....	29
<b>Tabla 4.</b> Parámetros poblacionales de la tortuga verde ( <i>Chelonia mydas</i> ) en el hotel el Dorado Seaside Suites. ....	30
<b>Tabla 5.</b> Hembras reincidentes en la playa del hotel el Dorado Seaside Suites identificadas por medio de la técnica fotoidentificación. ....	31
<b>Tabla 6.</b> Total de hembras fotografiadas por especie de tortugas marinas presentes en el hotel El Dorado Seaside Suites. ....	32
<b>Tabla 7.</b> Comparación de fotografías por medio del software I3S Pattern.....	33
<b>Tabla 8.</b> Total de hembras re-avistadas e identificadas por medio de foto-identificación. ....	34

## **1. Introducción**

Las tortugas marinas son importantes desde múltiples perspectivas, ya sea de manera cultural o por su valor ecológico (De la Torre, 2020), en el contexto de su ecosistema, estas tortugas cumplen un papel crucial como parte de la cadena alimentaria al consumir una amplia variedad de especies animales y vegetales, ayudando así a regular sus poblaciones y aportan grandes cantidades de materia orgánica utilizable como fuente de energía al convertirse en alimento de sus depredadores naturales, además de esto cumplen una destacada labor al transferir nutrientes entre ecosistemas, ya que al salir del mar para dejar en la playa sus huevos, están llevando energía del ecosistema marino al terrestre, también transfieren energía al trasladar organismos que se adhieren a ellas, como algas, moluscos, balanos y algunos peces, entre otros beneficios que trae su existencia, por lo que su conservación es primordial (De la Torre, 2020).

Todas las especies de tortugas marinas presentan un grado de amenaza (UICN, 2021; SEMARNAT, 2022) por lo que en respuesta a este problema múltiples organizaciones públicas y privadas han aumentado los esfuerzos para su protección, así como la conservación de sus zonas de anidación, entre ellas el hotel el Dorado Seaside Suites el cual a través de su programa Pasión por la Sustentabilidad se ha sumado al cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) propuestos por la ONU en 2015, en particular al ODS 14 (Conservar y utilizar sosteniblemente los océanos, los mares y los recursos marinos (ONU, 2015) desarrollando un programa integral de conservación de tortugas marinas, este programa está alineado a la normatividad mexicana para la protección de estas especies y cumple con todos los requisitos de ley.

Dentro de este programa me estoy desempeñando en el contexto de mis prácticas profesionales, y como médica veterinaria estoy comprometida con encontrar técnicas basadas en el bienestar animal que ayuden y faciliten la protección de estas especies pilares dentro del ecosistema y para ello es necesario el estudio de sus poblaciones y las dinámicas de estas.

Reconocer animales silvestres es de gran utilidad a la hora de realizar estudios poblacionales (Buteler, 2021), debido a esto, la identificación de los individuos dentro de una población y la obtención de información sobre aspectos demográficos, ecológicos, conductuales, entre otros, son de vital importancia para entender la dinámica de las poblaciones silvestres (Jean et al., 2010). Al reconocer cada hembra que arriba a una playa se obtiene información acerca de sus nidadas y el intervalo entre estas, además de la reincidencia en la zona (Buteler, et al; 2021) priorizando la importancia a la conservación de las playas de anidación, su monitoreo durante la temporada y observación del aumento o disminución en la cantidad de hembras, lo que indica cambios en su estado de conservación.

Una de las principales herramientas utilizadas con este fin, son las técnicas de marca-recaptura que implican el uso de marcas artificiales para la identificación de los individuos (Carpentier et al., 2016). La implementación de programas de marcaje-recaptura, ha permitido obtener el insumo base para estimar parámetros demográficos útiles para definir la dinámica de las poblaciones de estas especies (Chaloupka y Musick, 1997), sin embargo, las técnicas de marcaje tradicional implican el uso de grapas metálicas, plásticas o intramusculares (PIT's) que se aplican en las aletas u hombros y representan un método además de invasivo, costoso y que genera estrés al ejemplar marcado (Reisser et al., 2008). De igual forma estas opciones de marcaje presentan la desventaja de pérdida de las marcas por razones como inflamación del área de marcaje, mala

colocación de la marca, desprendimiento, entre otras, lo que representa una limitante importante en la evaluación de las poblaciones a través del tiempo (Reisser et al., 2008).

Considerando lo anterior, el desarrollo de sistemas de identificación alternos basados en marcas naturales, han cobrado relevancia y han evolucionado a lo largo del tiempo, especialmente en años recientes (Chassagneux et al., 2013). En este sentido, el uso de la foto identificación ha sido utilizada exitosamente en diversas especies (Hiby et al., 2009; Bendik et al., 2013), incluyendo a las tortugas marinas (Carpentier et al., 2016). La foto-identificación, es una técnica no invasiva que permite obtener información basada en características morfológicas distintivas de los individuos como patrones en ornamentas o coloración (Sacchi et al., 2016) y en el caso de tortugas marinas, las técnicas de foto-identificación se han basado principalmente en comparar los patrones en el arreglo, forma y coloración de las escamas faciales (Wyneken, 2004), así como en la coloración de la cabeza, las cicatrices o mutilaciones en extremidades, los anillos de crecimiento del caparazón y la presencia de espibiones (Huerta, 1998; Goodman y Braun, 2013).

Este proyecto se realizará con el fin de establecer un mecanismo que permita la recopilación de datos y monitoreo de las tortugas marinas, basándose en factores como el estudio de herramientas para análisis de imágenes y reconocimiento de patrones únicos en cada individuo que perduran a lo largo del tiempo, mejorando la precisión y eficiencia de las técnicas de identificación. De igual forma, se generará la línea base para elaborar catálogos fotográficos que permitan identificar tanto individuos nuevos en las zonas de anidación como recapturados y previamente fotografiados en las playas del hotel El Dorado Seaside Suites, proporcionando un registro para futuras temporadas que permita optimizar los esfuerzos realizados para su conservación. (Cuevas et al. 2019).

## **2. Objetivos de la práctica**

### **General**

Implementar la técnica de fotoidentificación para el reconocimiento de hembras de tortugas marinas Caguama (*Caretta caretta*) y Verde (*Chelonia mydas*) que anidan en las playas del hotel el Dorado Seaside Suites como alternativa a las técnicas de marcaje invasivo.

### **Específicos**

- Estimar el tamaño de la población de hembras anidantes de tortugas caguama y verde en la playa del hotel El Dorado Seaside Suites durante la temporada 2023.
- Establecer el protocolo para la toma de fotografías de las hembras anidantes presentes en la playa del hotel El Dorado Seaside Suites.
- Generar un catálogo fotográfico para la identificación de las hembras anidantes de tortuga caguama y verde presentes en la playa del hotel El Dorado Seaside Suites.

### **3. Resumen**

Por medio de este proyecto se implementó la técnica de fotoidentificación en hembras anidantes de tortuga verde y caguama en las playas del hotel el Dorado Seaside Suites, para hacer esto posible se tomaron fotografías de 40 hembras por especie aleatoriamente durante los monitoreos nocturnos realizados diariamente, estas fotografías fueron tomadas de los 3 perfiles faciales (frontal, izquierdo y derecho), posterior a esto fueron clasificadas según su calidad pasando a ser examinadas y comparadas por medio del software I3S Pattern y de manera visual, la identificación de los individuos se confirmó considerando los patrones de forma, arreglo y coloración de las escamas faciales en cada hembra, con esto se identificaron 3 hembras reincidentes en la playa, una de tortuga verde y dos de tortuga caguama. Además de esto se generó una base de datos y catálogo fotográfico con cada hembra fotografiada e identificada con este método, se estableció un protocolo para la toma de fotografías y se estimó la población de hembras anidantes en estas playas.

Por lo tanto, se considera que la fotoidentificación es una alternativa eficiente que permite fortalecer y acrecentar los datos obtenidos mediante marcaje tradicional, reduciendo errores en la identificación de los individuos y por lo tanto en la estimación de parámetros poblacionales, que es un aspecto primordial para mejorar las estrategias de conservación para estas especies.

**Palabras clave:** Fotoidentificación, parámetros poblacionales, escamas faciales, identificación.

**Abstract:** Through this project the technique of photoidentification was implemented in nesting females of green turtle and caguama on the beaches of the hotel the Dorado Seaside Suites, to make this possible 40 females were photographed per species randomly during the daily night monitoring, these photographs were taken of the 3 facial profiles (front, left and right), after this they were classified according to their quality being examined and compared by means of the software I3S Pattern and in a visual way, the identification of the individuals was confirmed considering the patterns of form, arrangement and coloration of the facial scales in each female, with this were identified 3 female recidivists on the beach, one green turtle and two caguama turtle. In addition to this, a database and photographic catalogue was generated with each female photographed and identified with this method, a protocol for taking photographs was established and the population of nesting females in these beaches was estimated.

Photoidentification is therefore considered to be an efficient alternative to strengthen and enhance traditional marking data, reducing errors in the identification of individuals and therefore in the estimation of population parameters, which is a primary aspect to improve conservation strategies for these species.

**Key words:** Photoidentification, population parameters, facial scales, identification.

## 4. Marco de referencia

México es considerado el país de las tortugas marinas debido a que en sus costas arriban seis de las siete especies de tortugas marinas reconocidas actualmente (SEMARNAT, 2022). En área del Caribe Mexicano zona donde se encuentra ubicado el Hotel El Dorado Seaside Suites se tienen registros de anidación de las especies Caguama (*Caretta caretta*), Verde (*Chelonia mydas*) y Carey (*Eretmochelys imbricata*) (Cruz-Quintana, 2022).

Cada una de estas especies presentan un grado de amenaza según la UICN, donde la tortuga caguama se encuentra en estado vulnerable, la tortuga verde en peligro de extinción y tortuga carey en peligro crítico de extinción (UICN, 2021), esto se debe gracias a diversos factores como lo son la extracción directa para tráfico, captura y mortalidad por pesquerías, extracción de huevos y hembras en las playas de anidación, contaminación, destrucción de playas, el uso caparazón para fabricar joyas y el consumo de su carne y huevos, por lo que existe un programa nacional de conservación de tortugas marinas además de tener las siguientes normas y regulaciones para su clasificación, cuidado y manejo. (PROFEPA, 2019).

**4.1.NOM-059-SEMARNAT-2010:** Norma encargada de identificar especies de flora y fauna mexicana que se encuentran en peligro dividiendo sus listas en cuatro categorías de riesgo:

- Probablemente extinta en el medio silvestre (E)
- En peligro de extinción (P) categoría en donde se encuentran las 2 especies a trabajar.

- Amenazadas (A)
- Sujetas a protección especial (Pr)

(Secretaría de Gobernación, 2010). (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2021).

**4.2.NOM-162-SEMARNAT-2012:** La cual establece las especificaciones para la protección, recuperación y manejo de las poblaciones de las tortugas marinas en su hábitat de anidación. (Secretaría de Gobernación, 2012).

**4.3.Marco regulatorio:** Sustenta las acciones de manejo en zonas de anidación, se enfoca en el cuidado de las playas, regula el uso de instrumentos de pesca y prohíbe la comercialización de productos o subproductos de las tortugas marinas, además de castigar acciones que afecten la especie.

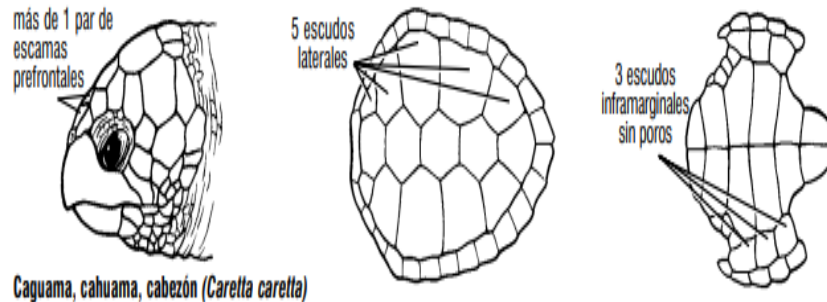
#### **4.4. Especies**

Para la identificación de las diversas especies se tienen en cuenta varios factores como lo son el tamaño, color, cantidad y tamaño de las escamas, sus escudos y la forma de su cabeza. (Grupo Especialista en Tortugas Marinas UICN/CSE, 2000).

##### **4.4.1. Tortuga caguama (*Caretta caretta*)**

Es conocida como caguama o cabezona debido a que su cabeza es proporcionalmente mayor que las de las otras especies, midiendo aprox. 25 cm (Secretaría Pro Tempore de la Convención Interamericana para la Protección y Conservación de las Tortugas Marinas, 2005), su caparazón es moderadamente ancho con cinco pares de escudos costales, con el primer par (extremo anterior) más pequeño y una longitud de hasta 105 cm. Sus aletas delanteras son relativamente cortas en

comparación con las de otras especies y posee dos uñas en cada aleta. Su coloración es café rojizo con superficie ventral amarilla a naranja (Pritchard. 1999).



**Figura 1.** Características de identificación de la tortuga caguama *Caretta caretta*. Tomada de: La Anatomía de las Tortugas Marinas. (2004).

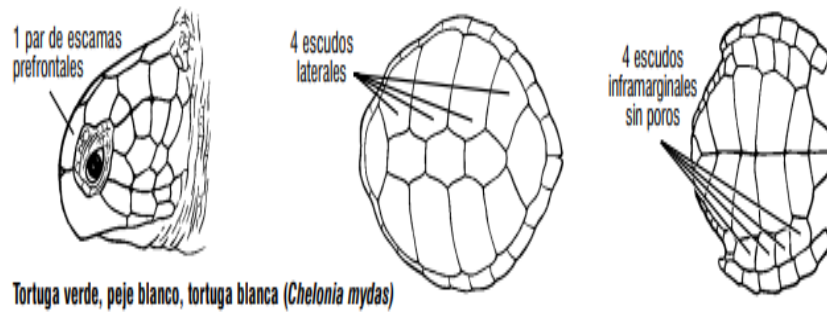


**Figura 2.** Representación de tortuga caguama (*Caretta caretta*). Tomada de: <https://tortugame.com/tortugas-marinas/tortuga-caguama/>

#### 4.4.2. Tortuga verde (*Chelonia mydas*)

Su caparazón es oval, con margen ocasionalmente festoneado con cuatro pares de escudos costales, este tiene una longitud de hasta 120 cm (Pritchard, 1999), una de sus principales características es la terminación de su caparazón en “V” o forma de punta, (De la Torre, 2020). Su

cabeza es redondeada con ancho de hasta 15 cm, un par de escamas prefrontales y cuatro pares de escamas postorbitales, posee una uña en cada aleta (raras veces dos en algunas crías) y su coloración es café con vetas variables en adultos (generalmente café, amarillo crema y otros colores tierra; liso, veteado o moteado) y ventralmente amarillenta. (Pritchard. 1999).



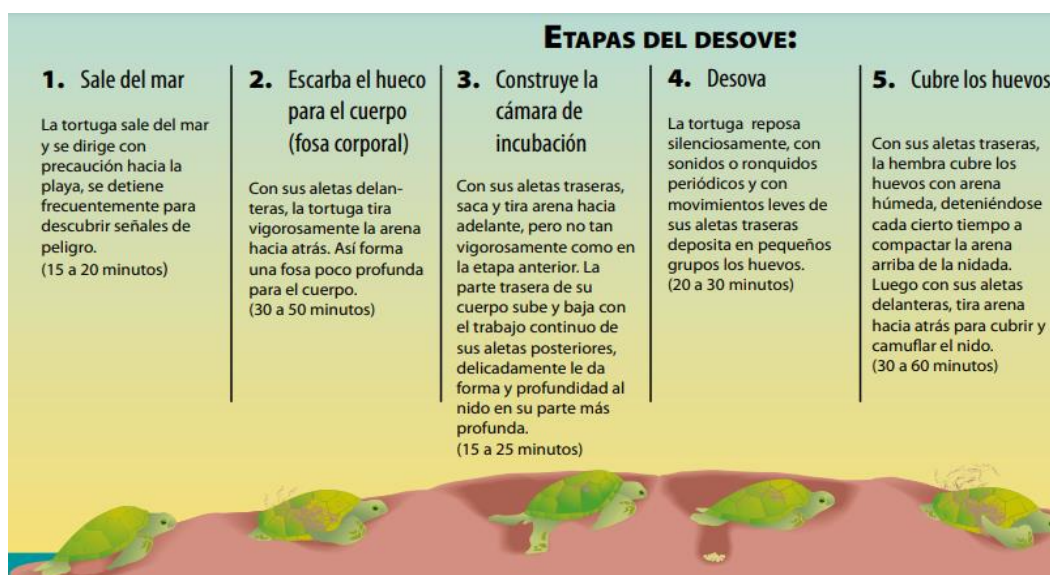
**Figura 3.** Características de identificación de la tortuga verde (*Chelonia mydas*). Tomada de: La Anatomía de las Tortugas Marinas. (2004).



**Figura 4.** Representación de tortuga verde (*Chelonia mydas*). Tomada de: <https://tortugame.com/tortugas-marinas/tortuga-verde-marina/>

## 4.5. Anidación de tortugas marinas

Todas las especies de tortugas marinas, entre ellas las tortugas caguama, verde y Carey tienen una capacidad llamada filopatria, la cual consiste en el retorno de las hembras a su región de origen para desovar, estas realizan su proceso de anidación en la noche desovando cerca de 100 huevos en promedio dependiendo de la especie (López-Mendilaharsu, 2006), este proceso sucede cada 2 a 5 años y cada una de ellas puede desovar hasta 6 veces en durante la misma temporada (WIDECAS.T. 2001).



**Figura 5.** Etapas del desove de la tortuga marina. Tomada de: Manual sobre técnicas de manejo y conservación de las tortugas marinas en playas de anidación de Centroamérica (2008).

## 4.6. Foto-identificación

La técnica de fotoidentificación, a pesar de no ser una de las más utilizadas, es altamente eficiente a la hora del reconocimiento de hembras además de ser una de las técnicas más económicas y asequibles para la elaboración de catálogos fotográficos, esto es posible gracias a que cada tortuga tiene patrones únicos en sus escamas faciales que presentan estabilidad a lo largo del tiempo por lo que al fotografiar un individuo será posible diferenciarlo. (Cuevas et al. 2019).

De igual forma, evita las limitaciones del marcaje tradicional generando menor campo de error en la recolección de datos poblacionales y nuevas posibilidades como la recopilación de imágenes submarinas en zonas de alimentación, lo que promueve la conservación de estas especies y de sus hábitats (Labastida, 2019).

#### **4.7. Morfometría**

Debido a que iniciativas como la fotoidentificación no cuentan con una forma de reconocer individualmente a todos los quelonios criados, como los neonatos-juveniles se hace necesario proponer otras estructuras corporales diferentes a las escamas faciales para la implementación de la fotoidentificación de manera rápida y efectiva, considerando por primera vez, los escudos del plastrón y verificando cuantitativamente la estabilidad de los mismos, mediante la morfometría geométrica (Garzón, 2018).

La morfometría geométrica es una herramienta que ha probado ser de utilidad en la biología y potencialmente en la ecología; se vale del estudio exclusivo de la forma, sin tener en cuenta la escala, rotación y traslación que además de determinar diferencias intra e interespecíficas dadas por múltiples factores (Garzón, 2018), este tipo de estudios, en los que se analiza los cambios en la forma con respecto al tamaño de los organismos a través de su ciclo de vida, se conocen como “estudios de alometría” (López, A. 2015).

## **5. Resultados**

### **5.1. Caracterización general de la entidad**

El hotel El Dorado Seaside Suites cuenta con un programa para la conservación de tortugas marinas desde el año 2015, este se lleva a cabo a través de un convenio interinstitucional con Flora, fauna y cultura de México A.C con quienes se capacitan los voluntarios y practicantes del programa. El polígono de protección posee 1.5 km de playa autorizada por la Dirección General de Vida Silvestre con el número de autorización SPARN/DGVS/04622/23 donde se realizan actividades tales como el monitoreo de zonas de anidación durante la noche, prospección de zonas de anidación durante el día, toma de medidas morfométricas de tortugas avistadas, recuperación y traslado de nidos, ya sea al corral de incubación u otra zona en la playa, en los casos donde sea necesario debido a algún factor de riesgo, marcaje de nidos in situ, toma de datos estadísticos, liberación de crías y limpieza de nidos. (Cruz, Quintana. 2022).

## 5.2. Análisis DOFA



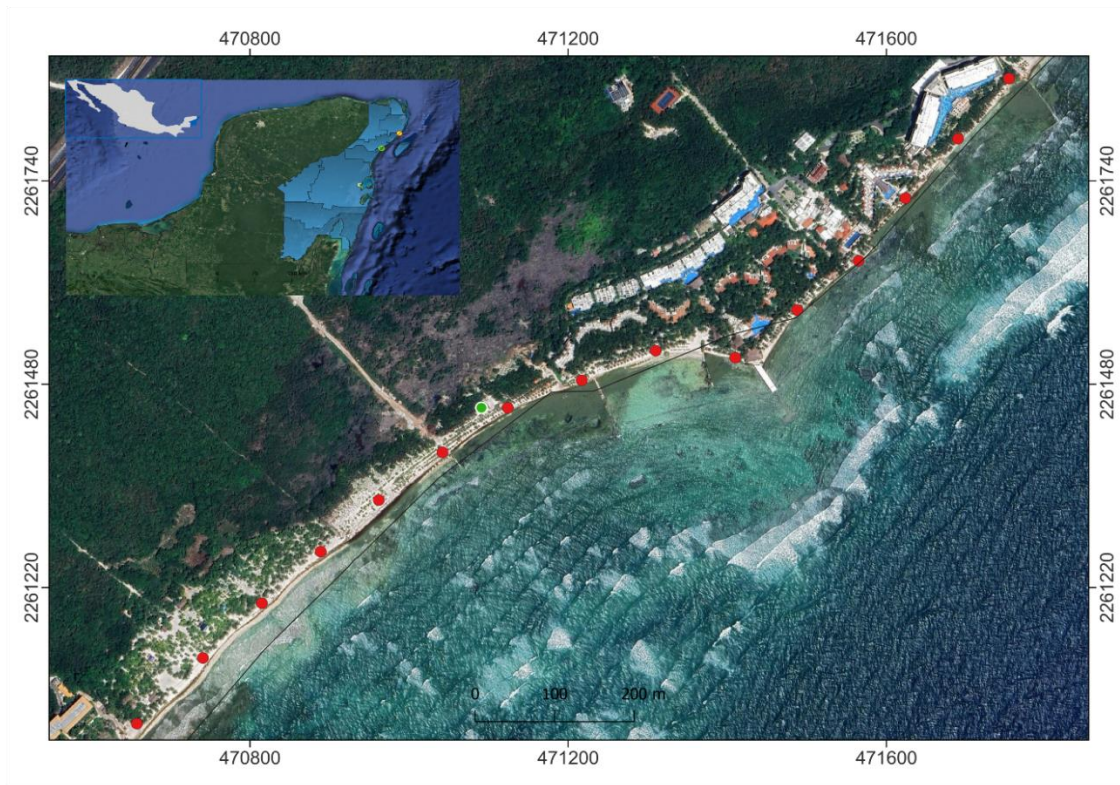
Figura 6. Matriz DOFA

## 5.3. Área de estudio

El hotel El Dorado Seaside Suites se encuentra ubicado en Rivera Maya, carretera Cancún - Tulum Km 95, 77733 Puerto Aventuras, Quintana Roo, sus 1.5 km de playa se encuentran segmentados por estacas cada 100 metros (figura 7) iniciando con la numero 1 en la zona conocida como El Ranchito en los límites con el hotel El Único y finalizando con la estaca número 15 en el área denominada Polo Norte. Las coordenadas de la segmentación de la playa se pueden ver en la tabla 1. La playa es de origen calcáreo con una anchura de playa muy limitada en el en el área del hotel, la cual abarca las estacas de la 7 a la 15, sin embargo, la playa se amplía considerablemente en el área de palmeras y el Ranchito abarcando las estacas de la 1 a la 7. (Cruz, Quintana. 2022).

**Tabla 1.** Coordenadas de segmentación del transecto para el recorrido de las actividades de anidación de tortugas marinas en la playa de El Dorado Seaside Suites.

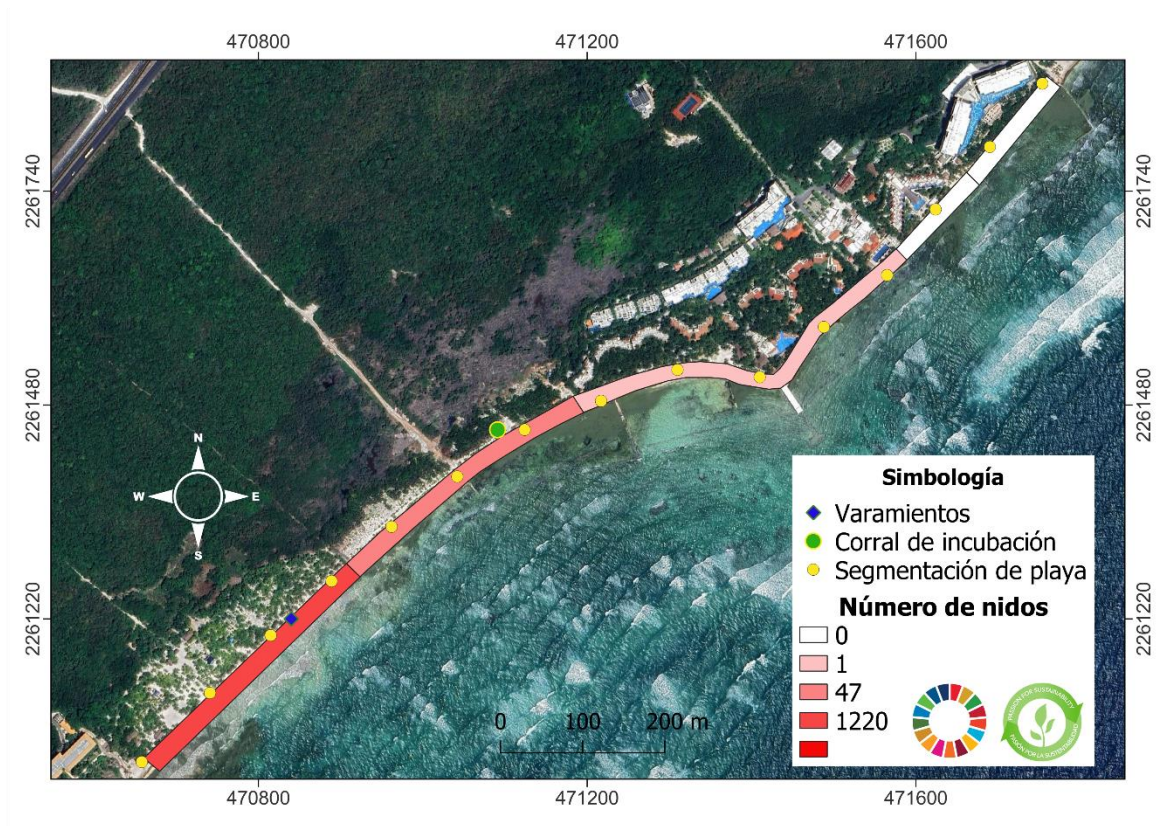
Transecto	Zona	Estaca	Este	Norte	Distancia (Km)
<b>El Dorado Seaside Suites</b>	16Q	1	470658	2261046	1.5
		2	470741	2261130	
		3	470815	2261200	
		4	470889	2261266	
		5	470962	2261332	
		6	471042	2261393	
		7	471124	2261450	
		8	471217	2261485	
		9	471310	2261523	
		10	471410	2261514	
		11	471488	2261575	
		12	471565	2261638	
		13	471624	2261718	
		14	471690	2261794	
		15	471754	2261871	



**Figura 7.** Ubicación de estacas de segmentación y corral de incubación en la playa del hotel el Dorado Seaside Suites.

Dentro de la playa del hotel El Dorado Seaside Suites se reconocieron las áreas de mayor concentración de anidación (figura 8) donde se llevaron a cabo los monitoreos, para esto se realizaron recorridos en la zona observando las características que presenta y se estudiaron los registros de temporadas anteriores, determinando así que la zona donde se presentan mayor cantidad de nidos y avistamientos es área denominada Ranchito, el cual abarca las estacas de segmentación de la uno a la cinco, mientras que se ha presenciado una nula anidación en las zonas abarcadas de la estaca siete a las 13, esto debido a la presencia de muros diseñados para la retención de sargazo que impiden el paso de las tortugas marinas, además de esto se presenta poca presencia de registros en las estacas de segmentación 13 a la 15, las cuales abarcan el área del hotel Hidden Beach Natural Resort y la zona conocida como Polo Norte ya que estas dos zonas se caracterizan

por ser playas artificiales con relleno de escombros lo que impide a las hembras poder anidar ahí, sin embargo, se presentan arqueos en el área. De igual manera en el segmento de la estaca seis, denominado palmas, se ha presentado poca actividad de anidación a causa de la presencia de rocas que limitan el acceso a las hembras y raíces que dificultan la realización del nido. (Cruz, Quintana, 2022).



**Figura 8.** Área de distribución espacial de la anidación de tortugas marinas en el hotel el Dorado Seaside Suites.

## 5.4. Población

Las especies de tortugas marinas presentes en las playas del hotel el Dorado Seaside Suites son hembras anidantes de Caguama (*Caretta caretta*), verde (*Chelonia mydas*) y ocasionalmente carey (*Eretmochelys imbricata*). Con el fin de registrar el mayor número posible de hembras de estas especies e identificar sus nidadas se realizan patrullajes todas las noches durante la temporada de anidación de mayo a septiembre y a partir de la información obtenida se delimitan las áreas con mayor flujo de hembras anidantes, el porcentaje de avistamiento de hembras y su frecuencia estimada de anidación (FEA), definida como el número promedio de nidadas que deja una hembra en una temporada dada.

$$\% \text{ de avistamientos} = \frac{\text{Numero de hembras observadas (100)}}{\text{Numero de nidadas confirmadas}}$$

$$FEA = \frac{\text{Numero de nidadas confirmadas}}{\text{Numero de hembras examinadas}}$$


Además de esto se estima el intervalo transcurrido entre nidadas de la misma hembra tomando en cuenta el observado en las hembras identificadas.

## 5.5. Muestra

Para realizar el análisis de foto-identificación se seleccionaron aleatoriamente a 40 hembras de *caretta caretta* y a 40 de *chelonia mydas* vistas durante los patrullajes, dándole prioridad a las hembras que presentan marca metálica, a las cuales se les tomo fotografías del perfil facial izquierdo, derecho y frontal.

## **5.6. Colecta de información**

La recolección de datos de las hembras anidantes se llevó a cabo con el correcto manejo de las hembras, acercándonos a ellas solo durante la ovoposición, por atrás y generando el menor ruido posible para evitar estrés, luego del acercamiento se procede a realizar la toma de datos morfométricos a la tortuga, usando una cinta métrica flexible para medir el largo curvo del caparazón (LCCn-s), el cual es obtenido midiendo desde el punto medio anterior (escudo nual) al extremo de los escudos supracaudales, posterior a esto se mide el ancho curvo del caparazón (ACC) el cual se obtiene a partir del cuarto escudo marginal, ya que es la zona más ancha del ejemplar, por último se realiza una inspección para verificar si hay presencia o no de una marca metálica en alguna de sus aletas anteriores, de ser así, se registra la serie alfanumérica de ésta y se considera como un evento de recaptura; también se verifica si ya contaba con una cicatriz de marca, lo que es señal de que ya había sido marcada y que se trata de una hembra remigrante, (Cruz, Quintana, 2022), para esto es necesario el uso exclusivo de luz roja durante todo el proceso (Chacón et al., 2008). La información anteriormente descrita junto con la información de la nidada, en caso de que de que la hembra desove, es registrada en un formato diseñado para ello (figura 9).



**PROGRAMA DE CONSERVACIÓN DE TORTUGAS MARINAS**  
Formato de anidación. Temporada 2023

Datos Generales			Estaca	
Nombre tortuguero	<input type="text"/>		Coordenada N	<input type="text"/>
Playa-Hotel	<input type="checkbox"/> EDR <input type="checkbox"/> EDC <input type="checkbox"/> GRM <input type="checkbox"/> SSS <input type="checkbox"/> HBR <input type="checkbox"/> EDS		Coordenada O	<input type="text"/>
Zona	<input type="text"/>		Fecha	<input type="text"/>
			Hora	<input type="text"/>

Datos Tortuga			Ala Izquierda		Ala derecha	
Categoría *	<input type="checkbox"/> TVD <input type="checkbox"/> TNV <input type="checkbox"/> ND		Auto injerto	<input type="text"/>	<input type="text"/>	
Especie	<input type="checkbox"/> <i>Bianca</i> <input type="checkbox"/> <i>C. aculeata</i> <input type="checkbox"/> <i>Laud</i> <input type="checkbox"/> <i>Carey</i>		Marca	<input type="text"/>	<input type="text"/>	
Legajo	<input type="text"/>	Ancho	<input type="text"/>	Clasificación de Marca	<input type="text"/>	
				Mutilación en ala	<input type="text"/>	<input type="text"/>
				Mutilación en ala trasera	<input type="text"/>	<input type="text"/>
				Mutilación en separación	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Datos del nido			Observaciones:	
Uso de Nido	<input type="checkbox"/> <i>gratuito</i> <input type="checkbox"/> <i>Reservado</i> <input type="checkbox"/> <i>Comar</i>		Hora de colecta	<input type="text"/>
Número total de huevos	<input type="text"/>		Hora de siembra	<input type="text"/>
Perfil de playa	<input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C		Observaciones:	
Delores	<input type="text"/>			
Incubados	<input type="text"/>			

Formato de eclosión. Temporada 2023						
Nombre tortuguero	<input type="text"/>		Fecha de eclosión	<input type="text"/>	Fecha de revisión	<input type="text"/>
Nido	<input type="checkbox"/> Protegido <input type="checkbox"/> Inundado <input type="checkbox"/> Casero/a <input type="checkbox"/> Depredado <input type="checkbox"/> Destruído		Criar vivas en superficie	<input type="text"/>	Criar eclosionando vivas	<input type="text"/>
	<input type="checkbox"/> Saqueado <input type="checkbox"/> No analizado		as muertas en superficie	<input type="text"/>	Criar eclosionando muertas	<input type="text"/>
			Criar vivas en nido	<input type="text"/>	Embriones vivos	<input type="text"/>
			Criar muertas en nido	<input type="text"/>	Embriones muertos	<input type="text"/>
					Huevos sin desarrollo	<input type="text"/>
Observaciones:						
<input type="text"/>						

**Figura 9.** Formato de recolección de datos de hembras anidantes.

Finalmente se realiza la toma de fotografías para lo cual es necesario retirar la mayor cantidad de arena o cualquier otro material que pueda interferir con la toma de fotografías, luego de esto deben fotografiar los perfiles faciales izquierdo, derecho y frontal de las hembras avistadas, para el perfil izquierdo y derecho del rostro de la hembra se ubicara la cámara de manera paralela a la cabeza a una distancia de 40 cm en un ángulo de 45° y para el perfil frontal la cámara estará ubicada sobre de la cabeza a una distancia de 45 centímetros en un ángulo de 90°. (Labastida, 2019). Las fotografías obtenidas fueron clasificadas según su calidad (Alta, normal o baja) para así descartar las que no cumplan con la resolución y enfoque correcto (Perseval, 2018).

## 5.7. Análisis de imágenes

Las fotografías que cumplen con la calidad requerida se comparan por medio del software I3S Pattern y sus resultados se validan mediante una comparación del perfil frontal, izquierdo y derecho de cada hembra fotografiada de manera visual identificando similitudes y como tercer criterio de validación entre la similitud de imágenes se utilizará la presencia de una marca metálica.

El software I3S Pattern funciona como un sistema interactivo de identificación individual en especies marinas permitiendo fijar puntos clave dentro de las fotografías tales como borde del pico, borde exterior de la escama nucal y borde interior del área de los ojos, tomando esto como una base de referencia para comparar el tamaño y ubicación de lunares y escamas faciales en la hembra. Este software cuenta con una base de datos que permite la comparación de la imagen seleccionada con todas las almacenadas en ella anteriormente, mostrando un porcentaje de similitud y señalando los puntos específicos donde se encuentran patrones similares.



**Figura 10.** Puntos clave fijados para la comparación de fotografías de tortuga verde por medio del software I3S Pattern.



## 5.9. Resultados obtenidos

### 5.9.1. Población y frecuencia estimada de anidación

Durante los recorridos en las playas del hotel el Dorado Seaside Suites en la temporada de anidación del 2023, en el transcurso de mayo a octubre, se obtuvo un registro de 456 hembras vistas de las cuales 82 fueron tortugas caguamas y 374 tortugas verdes, por otro lado, se registraron 1.268 nidos, 181 nidos de tortuga caguama, 1,086 de tortuga verde y uno de tortuga carey.

### 5.9.2. *Caretta caretta*

Durante del 2023 se tuvo contacto con 82 hembras anidantes de tortuga caguama de los 181 nidos registrados durante la temporada, lo que representa el 45.3% de avistamientos. Las hembras avistadas contaron con un promedio de 98.19 centímetros de largo curvo del caparazón (LCC) mientras que el promedio del ancho curvo del caparazón (ACC) fue de 89.34 centímetros. Por otro lado, como medida de tendencia central, el tamaño de la nidada de esta especie fue en promedio de 114.1 huevos, con un mínimo de 51 y un máximo de 189 huevos. Las nidadas tuvieron una media de incubación de 50.93 días, con un mínimo de 47 y un máximo de 60 días. De igual forma, se obtuvo una frecuencia estimada de anidación (FEA) de 2,3, es decir, cada hembra anido aproximadamente de dos a tres veces durante la temporada, con un intervalo aproximado de 10 días entre cada puesta, esto representa 90 hembras anidantes de la especie *Caretta caretta* durante la temporada de anidación 2023 (tabla 3).

**Tabla 3.** Parámetros poblacionales de la tortuga caguama (*Caretta caretta*) en el hotel el Dorado Seaside Suites.

% de avistamientos	FEA	Estadístico	LCC	ACC	Fecundidad	Incubación	Hembras estimadas
45.3%	2,3	Media	98.19	89.34	114.1	50.93	90

DS	6.15	5.44	25.99	2.18
Mínimo	78.5	75.6	51	47
Máximo	111.2	103.3	189	60
n	88	88	98	112

### 5.9.3. *Chelonia mydas*

A lo largo de la temporada de anidación del 2023 se lograron observar 374 hembras anidantes de tortuga verde de los 1086 nidos registrados, lo que representa un porcentaje de avistamiento del 34.4%. El LCC promedio para esta especie fue de 105 centímetros, oscilando entre 85 y 120.5 centímetros, mientras que el ACC tuvo un promedio de 93.6 centímetros con un mínimo de 78.4 y un máximo de 111.6. Además de esto, durante la temporada el tamaño promedio de la nidada para esta especie fue de 101.3 huevos, siendo el menor valor 24 y el mayor 172 huevos. Se observó como medida de tendencia central la media en el periodo de incubación fue de 50.7 días mostrando un mínimo de 44 días y un máximo de 55. La FEA obtenida para esta especie durante el periodo de estudio es de 5.3, es decir, se estima que cada hembra anida en promedio de cinco a seis veces durante la temporada, con un intervalo aproximado de nueve días entre cada puesta, esto representa una estimación de 217 hembras anidantes durante la temporada 2023 (tabla 4).

**Tabla 4.** Parámetros poblacionales de la tortuga verde (*Chelonia mydas*) en el hotel el Dorado Seaside Suites.

% de avistamientos	FEA	Estadístico	LCC	ACC	Fecundidad	Incubación	Hembras estimadas
34.4%	5.3	Media	105.0	93.6	101.3	50.7	217
		DS	5.56	5.13	21.49	1.54	
		Mínimo	85	78.4	24	44	
		Máximo	120.5	111.6	172	55	
		n	198	198	689	718	

## 5.10. Toma, clasificación y comparación de fotografías

Para la toma de fotografías se diseñó y estableció un protocolo, descrito en la coleta de información, basado en estudios sobre foto-identificación realizados anteriormente y la experiencia obtenida durante este periodo que permite unificar los criterios y facilitar su posterior comparación (Anexo 1).

Como se mencionó anteriormente se seleccionaron aleatoriamente a 40 hembras de cada especie vistas durante los patrullajes para realizar la toma de fotografías, posterior a esto se clasificaron según su calidad obteniendo así 31 fotografías de *caretta caretta* y 24 de *chelonia mydas* que cumplieran los requisitos necesarios.

Durante la comparación de fotografías se obtuvo que de las 31 hembras de *caretta caretta* fotografiadas dos de ellas regresaron a la playa del hotel el Dorado Seaside Suites en más de una ocasión mientras que de las 24 hembras de *chelonia mydas* fotografiadas regreso una de ellas en más de una ocasión (tabla 5).

**Tabla 5.** Hembras reincidentes en la playa del hotel el Dorado Seaside Suites identificadas por medio de la técnica fotoidentificación.

<b>Especie</b>	<b>Marca</b>	<b>Primer avistamiento</b>	<b>Segundo avistamiento</b>	<b>Tercer avistamiento</b>
<i>Caretta caretta</i>	-----	17/05/23	28/05/23	-----
	1AP886	04/06/23	14/06/23	24/06/23
<i>Chelonia mydas</i>	XLL533	14/06/23	23/07/23	-----

### 5.11. Validación de fotografías

Las pruebas de foto-identificación utilizando el software I3S Pattern se realizaron de forma independiente y para cada grupo de imágenes según el perfil facial y la especie, el software genera una lista de posibles emparejamientos para cada fotografía, en este caso solo se utilizó la primera opción en cada caso, esto genera una mayor cantidad de fotografías por confirmar lo que a su vez representa una mayor cantidad de falsos positivos. Además de esto se debe tener en cuenta que el puntaje dado por el software está planteado para señalar diferencias, es decir entre más bajo el puntaje mayor es la similitud.

Se percibió en ambas especies, que el perfil frontal generó el mayor número de pares de imágenes potencialmente similares y con puntajes menores, en otras palabras, mayor cantidad de características semejantes, mientras que las imágenes del perfil izquierdo y derecho generaron menor proporción de similitud al ser comparadas y puntajes mayores, por otra parte se observó que en casos donde los pares ya habían sido confirmados de manera visual y por marca metálica no fueron detectados por el software lo que nos puede llevar a errores a la hora de la comparación (tabla 6), por lo que finalmente, luego de realizar la comparación visual de las imágenes propuestas por el software se decidió descartar el uso de este en futuras temporadas y contemplar los resultados obtenidos por medio de la validación visual y de marcas metálicas.

**Tabla 6.** Total de hembras fotografiadas por especie de tortugas marinas presentes en el hotel El Dorado Seaside Suites.

Especie	<i>Chelonia mydas</i>	<i>Caretta caretta</i>
Hembras fotografiadas	40	40
Fotografías seleccionadas	24	31
Neófitas	11	8
Remigrantes	13	23
Remigrantes sin marca metálica	1	3

Perfil facial	Derecho	Izquierdo	Frontal	Derecho	Izquierdo	Frontal
Fotografías por perfil	24	24	24	31	31	31
Total de fotografías evaluadas	72			93		

Para ambas especies de tortugas marinas se obtuvieron los resultados de la prueba confirmatoria basada en la identificación visual de las hembras a partir de los patrones de arreglo y coloración de las escamas. Se documentaron algunos ejemplos de la comparación visual realizada en pares de imágenes similares en ambas especies de tortugas, en estas imágenes se destacan patrones en la forma, acomodo y coloración de las escamas en los diferentes perfiles faciales, lo que permite la identificación de las hembras (figuras 11 y 12). Los falsos positivos se consideraron como los pares potencialmente similares propuestos por el software, pero descartados mediante la comparación visual, cabe mencionar que fueron abundantes en ambas especies (tabla 7).

**Tabla 7.** Comparación de fotografías por medio del software I3S Pattern.

Perfil facial	<i>Chelonia mydas</i>			<i>Caretta caretta</i>		
	Izquierdo	Derecho	Frontal	Izquierdo	Derecho	Frontal
Total de imágenes analizadas	24	24	24	31	31	31
Pares similares propuestos por el software	22	18	23	25	21	27
Promedio del puntaje	101.69	95.91	58.45	84.82	73.05	40.25
Mínimo	60.28	22.09	25.7	33.51	44.60	26.76
Máximo	213.88	401.68	532.32	253.56	106.65	54.28
Pares confirmados Visualmente	1	1	1	3	3	3
Pares validados por marca metálica	1	1	1	2	2	2
Pares confirmados no propuestos por el software	1	1	1	2	3	1
Falsos positivos	22	18	23	24	21	25

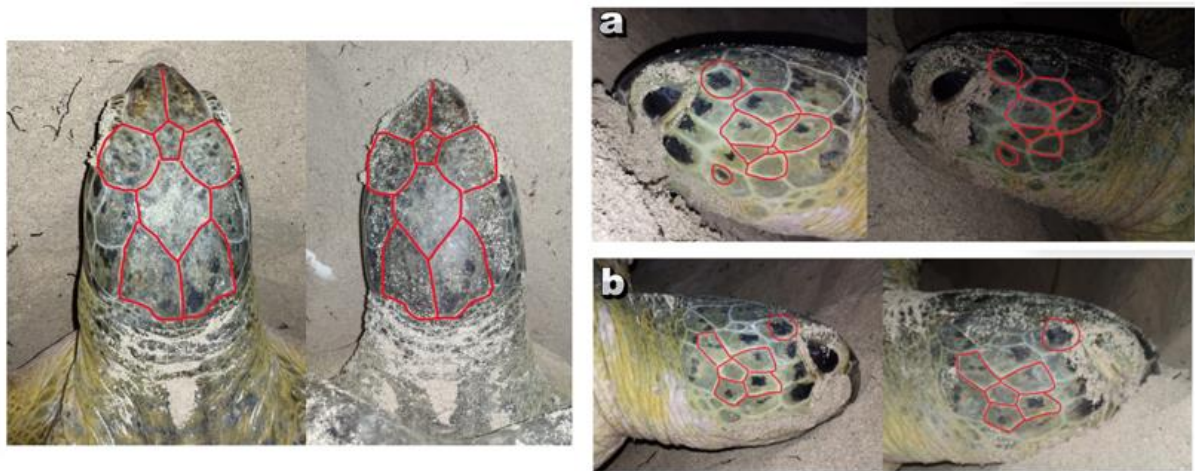
La confirmación de los pares de imágenes de *C. mydas* y *C. caretta* se basó principalmente en la forma, arreglo y coloración de las escamas, lo que facilita el reconocimiento individual. Los pares de imágenes confirmados por identificación visual coincidieron con los datos de identificación obtenidos a partir de las marcas metálicas en ambas especies (tabla 8). Una vez que se validaron los resultados obtenidos mediante foto-identificación, se verificó si los pares de imágenes corroborados por marca metálica fueron identificados por más de un perfil facial.

**Tabla 8.** Total de hembras re-avistadas e identificadas por medio de foto-identificación.

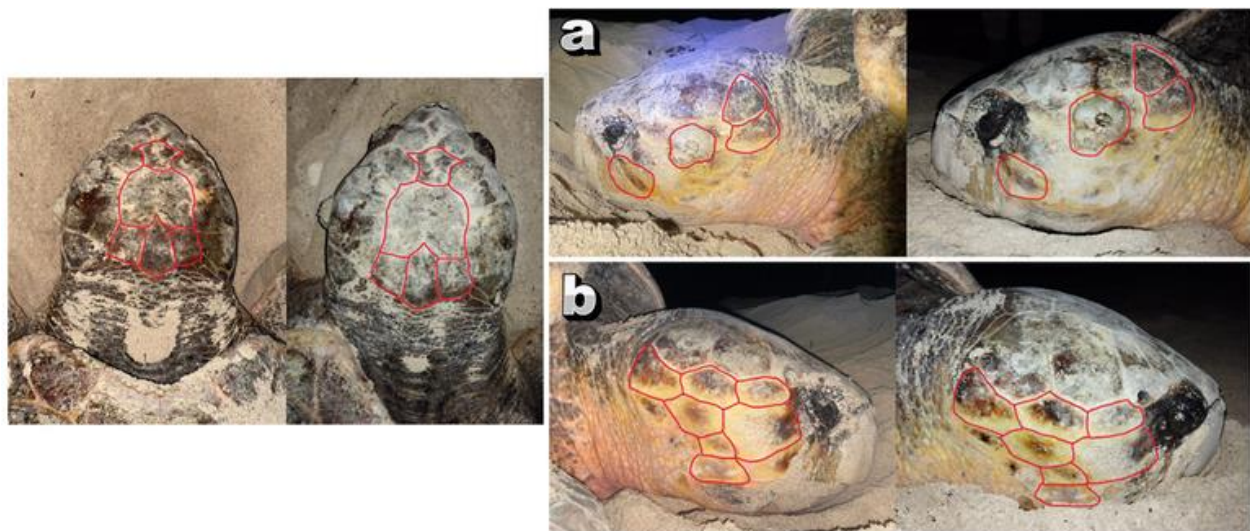
	<i>Chelonia mydas</i>	<i>Caretta caretta</i>
Hembras reavistadas y fotografiadas	1	2
Registros fotográficos de re-avistamientos	1	3
Hembras identificadas por Foto-ID	1	2
% de hembras reincidentes foto-identificadas	4.3%	7.1%

En total 24 avistamientos de *C. mydas* y 31 de *C. caretta* se registraron mediante toma de fotografías, la identificación visual se basó principalmente en las fotografías del perfil frontal en las cuales se encontró similitud en el 100% de los casos de hembras reincidentes en la playa, mientras que las fotografías del perfil izquierdo y derecho se utilizaron como confirmación luego de observar patrones similares en el perfil frontal. La eficiencia de la técnica de foto-identificación se estimó a partir del total de imágenes de hembras avistadas y fotografiadas en más de una ocasión, considerando un lapso mínimo entre avistamientos de 24 horas. Con respecto a *C. mydas*, se obtuvieron 40 registros fotográficos, de los cuales 24 fueron seleccionados por su calidad para ser evaluados, de estos 1 fue reconocido exitosamente por medio de validación visual y por su marca metálica, es decir que obtuvo un éxito de identificación del 8.4%. Para *C. caretta* se obtuvieron 40 registros fotográficos, de las que se seleccionaron 31 para evaluar y de las cuales se confirmó que 2 hembras fueron observadas en 2 y 3 ocasiones respectivamente, lo cual permitió reconocer a 2

hembras de las 31 fotografiadas, por lo que se obtuvo un éxito de identificación del 16.12% (figura 11 y 12).



**Figura 11.** Registros fotográficos y comparación visual de imágenes en hembra de *Chelonia mydas*. Perfil facial frontal, perfil facial izquierdo (a) y perfil facial derecho (b).



**Figura 12.** Registros fotográficos y comparación visual de imágenes en hembra de *Caretta caretta*. Perfil facial frontal, perfil facial izquierdo (a) y perfil facial derecho (b).

## 5.12. Catalogo fotográfico

Para llevar un registro de las hembras fotografiadas se diseñó un catálogo por especie, el cual se encuentra organizado por medio de fichas enumeradas, cada ficha contiene las fotografías de las hembras y la información obtenida sobre cada una de ellas y sus nidadas si estas han desovado, los espacios de la derecha están diseñados para ser llenados en caso de que la hembra reincida en la playa del hotel el Dorado Seaside Suites, a cada hembra registrada se le asigno un numero de referencia único que permitirá por medio del enlace de la parte posterior de cada ficha encontrar las fotografías originales. (Anexo 2 y 3).




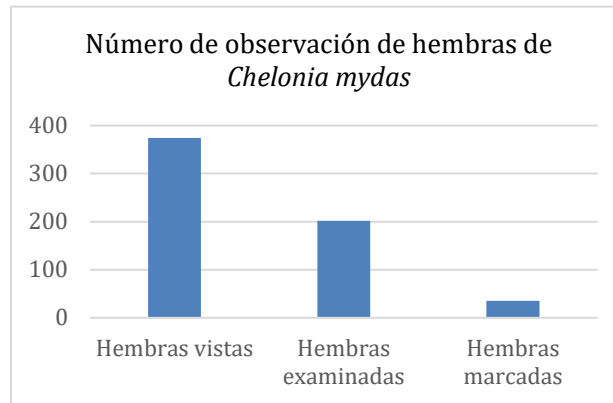
No. De ficha		01					
Fecha avistamiento	17/05/23	28/05/23					
Hora avistamiento	0:01	3:14					
Referencia	ED55 CC 01	ED55 CC 11					
Medidas	LCC	106.1	106.5				
	ACC	95.5	95.7				
Marca							
CM	izquierda						
marca	Derecha						
Observaciones		Balano adherido a perfil izquierdo del rostro					
Desovo	Si	X					
	No		X				
Nido							
Nido	In situ						
	Reubicado						
	Corral	X					
No. de nido	4						
Total de huevos	169						
Deformes							
Rotos	1						
Incubados	168						
Depredados							
Fecha eclosión	12/07/23						
Fecha revisión	12/07/23						
crias vivas	72						
crias muertas	1						
Huevos sin desarrollo	17						
Embriones muertos							
Huevos no pasa	78						
<a href="https://onedrive.live.com/?authkey=%21AH3OvAIQhpvqg1&amp;id=88F7776751236D3C%215192&amp;cid=88F7776751236D3C">https://onedrive.live.com/?authkey=%21AH3OvAIQhpvqg1&amp;id=88F7776751236D3C%215192&amp;cid=88F7776751236D3C</a>							

Figura 13. Ejemplificación de ficha técnica de *Caretta caretta* del catálogo fotográfico.

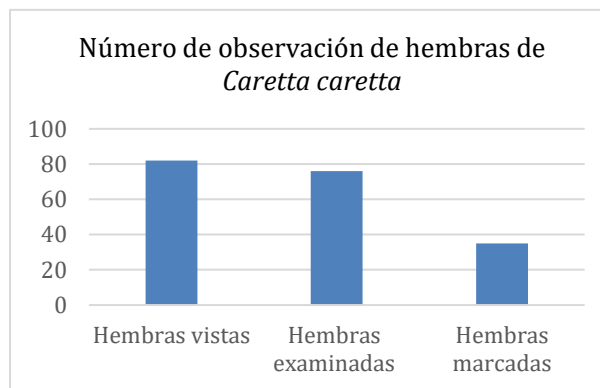
## 5.13. Hembras identificadas

De las hembras de tortuga caguama vistas se examinaron el 92,6% y de estas solo el 46% se encuentran identificadas con marcas metálicas, mientras que de las hembras de tortuga verde vistas se examinaron el 54% y solo el 17.3% de estas se encontraban identificadas con marcas

metálicas, lo que quiere decir que los porcentajes restantes, 54% y 82.7% respectivamente no pudieron ser identificadas individualmente al momento del avistamiento.



**Figura 14.** Registro de hembras vistas, examinadas y marcadas de la especie *Chelonia mydas*



**Figura 15.** Registro de hembras vistas, examinadas y marcadas de la especie *Caretta caretta*

Además de esto gracias a la instauración de la técnica de fotoidentificación se identificaron 2 hembras de tortuga caguama y 1 hembras de tortuga blanca por medio sus fotografías rostrales y contamos con 28 hembras de tortuga caguama y 23 de tortuga blanca registradas en el catálogo fotográfico descrito anteriormente y a las que se les asigno un numero de referencia único lo que facilitara establecer reincidencias en la playa en años posteriores y llevar un registro más preciso de los individuos nuevos o anteriormente no identificados, de esta manera se podrá llevar un control de la población más exacto y así además de comprobar la necesidad de continuar con los esfuerzos

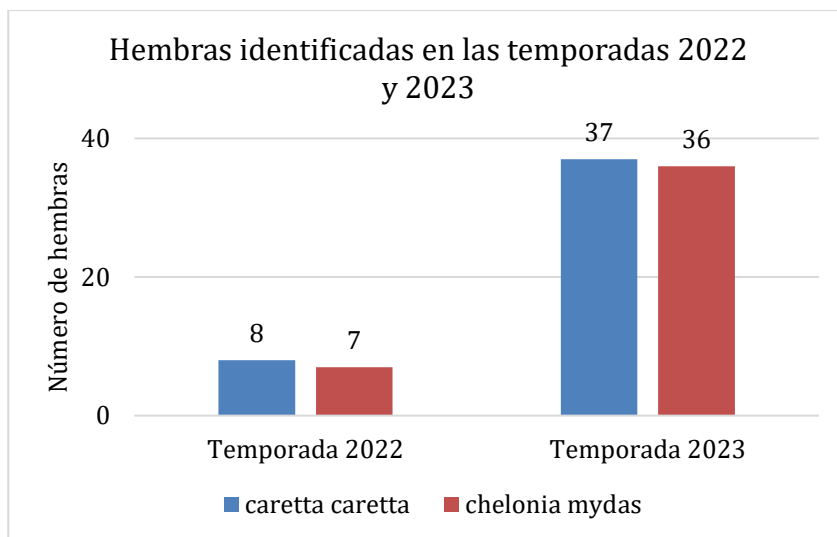
para la conservación de estas especies y la importancia de la protección a estas zonas iniciar con nuevas investigaciones.

#### **5.14. Software ArcGIS Survey123**

Durante el periodo de trabajo, por medio del software ArcGIS Survey123 se diseñó un formulario virtual para la recolección de datos en campo de manera más práctica, este puede ser utilizado sin red subiendo los datos posteriormente cuando esta esté disponible, genera automáticamente un numero de registro único, hora y ubicación exacta. Esto además de facilitar la colecta de información en campo evitara errores mostrando todas las opciones necesarias según sea el caso, es un método practico que permite guardar las fotografías de los individuos junto a su información simultáneamente. Finalmente, ArcGIS Survey123 analiza y entrega resultados que sintetizan toda la información obtenida (Anexo 4).

#### **5.15. Situación inicial y actual del lugar de practicas**

Durante la temporada del 2022 se identificaron 15 ejemplares ya que presentaban marcas metálicas, de las cuales 8 fueron hembras de tortuga caguama y 7 de tortuga verde, mientras que en el 2023 se identificaron 70 hembras por medio de este método de las cuales 35 son hembras de tortuga verde y 35 de tortuga caguama, sumando a esto las 2 hembras de tortuga caguama y 1 de tortuga verde identificadas por medio de la fotoidentificación, es decir se identificaron 58 ejemplares más que en la temporada 2022.



**Figura 16.** Hembras de tortuga caguama y verde identificadas en las temporadas 2022 y 2023.

## 6. Discusión de resultados

Los resultados obtenidos en este estudio demostraron que las escamas faciales, presentan un patrón único entre hembras anidantes de *C. mydas* y *C. caretta*, lo que permite el reconocimiento individual. Se encontró que el patrón incluye la forma, distribución y coloración de las escamas. Que concuerda con lo reportado en juveniles de *E. imbricata* y *C. mydas* en Honokawai, que reportan patrones distintivos de forma y arreglo de las escamas faciales como base para la identificación de individuos (Féliz et al., 2011; Bennett et al., 2000).

Los resultados obtenidos en diversos estudios realizados anteriormente respaldan el uso de la técnica de fotoidentificación demostrando que las escamas faciales en las hembras de tortugas marinas son viables a la hora de identificarlas por medio de estas ya que no presentan cambios importantes a lo largo del tiempo, esto ha sido evaluado en estudios de hembras juveniles de *chelonia mydas* estudiadas durante aproximadamente 3 años (Jean et al., 2010) y en hembras de *chelonia mydas* en vida libre y cautiverio en un tiempo de 2 a 11 años (Carpentier et al., 2016) en

donde durante estos periodos no se observaron cambios en las escamas faciales que alteren su identificación.

Debido a esto la fotoidentificación es un método de marca-recaptura ampliamente aceptado y usado exitosamente en diversas especies, además de ser un método no invasivo y ético, altamente importante en la evaluación de parámetros poblacionales (Speed et al., 2007).

Un individuo debe ser identificado no solo por una característica, sino por una matriz de marcas que en conjunto generen por decirlo de alguna manera, el “rostro” del individuo (Würsing y Jefferson, 1990; Agler (1990). En el caso de las hembras de tortuga verde y Carey, los patrones de coloración, arreglo y forma de las escamas faciales pueden ser una marca natural que permite el reconocimiento de los individuos, su eficiencia se determinó a partir de que la “marca natural” a evaluar debe estar presente en todos o en la mayoría de los individuos de la especie de interés y no presentar cambios durante el periodo de estudio, así como tener la misma probabilidad de observación en cada avistamiento y ser reconocible a lo largo del tiempo (Würsing y Jefferson, 1990).

A pesar de lo descrito anteriormente se debe tener en cuenta que este método cuenta con limitaciones que es necesario tener en cuenta (Marshall y Pierce, 2012). Uno de los factores más importantes es la estandarización los aspectos técnicos de la toma de fotografías, esto implica que su calidad sea alta y permita su comparación a lo largo del tiempo (Hansen, 1990). Por otra parte, la similitud del ángulo y distancia para la toma de fotografías facilita el reconocimiento posterior por lo que esto debe ser estandarizado considerando una distancia paralela de al menos 40 cm del rostro y un ángulo de enfoque de 45° para obtener imágenes del perfil derecho e izquierdo y una distancia de 60 cm y un ángulo de 90° para fotografías de perfil frontal (Labastida, 2019), lo que

en este caso fue modificado por una distancia de 45 cm en la toma de fotografías del perfil facial frontal.

## 7. Conclusiones

- Se implemento la técnica de fotoidentificación para la identificación de hembras anidantes en el Hotel el Dorado Seaside Suites de manera exitosa logrando identificar 2 hembras de *caretta caretta* y 1 de *chelonina mydas*, de las que por medio de sus fotografías se demostró reincidencias durante la temporada y generando un catálogo fotográfico que contine registro de 28 hembras de tortuga caguama y 24 hembras de tortuga verde.
- La fotoidentificación es una alternativa eficiente que permite fortalecer y acrecentar los datos obtenidos mediante marcaje tradicional, reduciendo errores en la identificación de los individuos y por lo tanto en la estimación de parámetros poblacionales, que es un aspecto primordial para mejorar las estrategias de conservación para estas especies.
- A pesar de que cada especie tiene un numero de escamas faciales inalterable en su perfil facial frontal el tamaño, la forma, disposición y coloración de estas varia lo que permite encontrar características únicas, como patrones y lunares que son fácilmente reconocibles bajo la observación de fotografías, lo cual nos permite una identificación individual.
- El uso software I3S Pattern no fue eficaz en la comparación de fotografías y genero más falsos positivos de los esperado, además de no identificar de manera correcta ejemplares ya confirmados por observación visual y marca metálica.
- Es de gran importancia unificar el manejo y toma de fotografías de las hembras para obtener imágenes de buena calidad y a su vez facilitar la identificación de estas que permitan resultados más acertados.

- La creación de un catálogo fotográfico de las hembras fotografiadas es de suma importancia ya que permite la identificación hembras remigrantes en las siguientes temporadas, así como su información.
- La técnica de fotoidentificación como técnica de marcaje no invasivo mitiga el costo de operaciones durante cualquier temporada de anidación.
- Durante la realización de esta práctica, he profundizado en las complejas problemáticas que enfrenta esta especie, y en particular la lucha constante por la protección y conservación de las mismas. He llegado a comprender la relevancia de estas especies tanto en el ámbito cultural como en el ecosistema, y cómo su bienestar no solo impacta directamente en su propia supervivencia, sino que también en una cadena de protección y equilibrio para otras especies y su entorno. Como médicos veterinarios, tenemos el deber y la responsabilidad de contribuir activamente a la conservación de estas especies, aportando nuestro conocimiento y esfuerzo.

## **8. Recomendaciones**

- Unificar los equipos en campo para la toma de fotografías.
- Usar el formulario diseñado por medio de ArcGIS Survey123 para la recolección de datos ya que facilitara el trabajo en campo y el análisis de información.
- Promover la fotoidentificación de hembras anidantes durante las siguientes temporadas para así obtener nueva información acerca de la población de tortugas marinas que arriban a la plata del hotel El Dorado Seaside Suites.
- Mantener la experimentación con software digitales que permitan la posible futura identificación precisa de organismo silvestres.

- Promover el aprendizaje acerca de la conservación, protección y manejo de especies no convencionales.

## 9. Bibliografía

Bendik, N.F, T.A. Morrison, AGGüelsenkamp, M.S. Sanders, y LJO'Donnell. 2013. Asistido por computadora foto la identificación superavisible elastómeros para implantes en salamandra en peligro de extinción, *Euriceatankawae*

Bennett, P., U. Keuper-Bennett, G. Balazs. 2000. Photographic evidence for the regression of fibropapilloma affecting green turtles at Honokawai, Maui, in the Hawaiian Island. En: H. Kalb, T. Wibbels (eds.), Proc 19th Annual Symposium Sea Turtle Biology and Conservation. NOAA. Tech Memo NMFS-SEFSC. pp. 37-39.

Buteler, C; Bardier, C; Gonzales, Y; Fallabrino, A; Velez, G; Cabrera, M. (2021) Un criterio para foto-identificación mediante información de imágenes bilaterales en tortugas verdes (*Chelonia mydas*) juveniles. XXI Congreso Argentino de Herpetología; Córdoba; Argentina.

Carpintier, COMO, C. Jean, BM. Barret, A, Chassagneux y S. Cicione. (2016). Estabilidad de escalas faciales en tortugas de mar *Chelonia mydas* a lo largo del tiempo: A validación para el uso de un método de foto-identificación.

Chacon, Didiher; Dick, Belinda; Harrison, Emma; Sarti, Laura; Solano, Marco. (2008). Manual sobre técnicas de manejo y conservación de las tortugas marinas en playas de anidación de Centroamérica. <http://www.iacseaturtle.org/docs/publicaciones/15-MANUALCIPT.pdf>

Chaloupka, M. Y. y J. A. Musick. (1997). Age, growth and population dynamics. In: P. L. Lutz y J. A. Musick (eds.). *The Biology of Sea Turtles*. CRC Press, New York; New York. pp. 233-276

Chassagneux, A., C. Jean, J. Bourjeay y S. Cicione. 2013. Desentrañar patrones de comportamiento de forrajeo en tortugas verdes mediante foto-identificación.

CONANP; PROCER; Programa nacional de tortugas marinas. (2020). Programa nacional de conservación de tortugas marinas. <https://simec.conanp.gob.mx/Publicaciones2020/Publicaciones%20CONANP/Parte%202/Estrategias%20Planes%20y%20Programas/2016%20Programa%20Nacional%20de%20Tortugas%20Marinas.pdf>

Cruz, Quintana. (2022). Informe técnico 2022 del programa de conservación de tortugas marinas en el hotel el Dorado Seaside Suites. Solidaridad, Suintana Roo, México. [file:///C:/Users/prada/Downloads/InformeFinal\\_EDSSS\\_2022.pdf](file:///C:/Users/prada/Downloads/InformeFinal_EDSSS_2022.pdf)

Cuevas Flores, E.A., Guzmán Hernández, V., Guerra Santos, J.J., Rivas Hernández, G. A. (2019) El Uso del Conocimiento de las Tortugas Marinas como herramienta para la restauración de sus poblaciones y hábitats asociados México: Universidad Autónoma del Carmen.

De la Torre, Alejandro. (2020). guía ilustrada de tortugas marinas para los campamentos tortugeros comunitarios de la costa Oaxaqueña. <https://simec.conanp.gob.mx/Publicaciones2020/Publicaciones%20CONANP/Parte%202/Guias/2013%20Guia%20II%20ustrada%20de%20Tortugas%20marinas.pdf>

Eckert, Karen L. y Jennifer Beggs. (2006). Marcado de Tortugas Marinas. Un Manual de Métodos Recomendados. Red de Conservación de Tortugas Marinas del Gran Caribe (WIDECASIT) Informe Técnico No. 2. Edición Revisada. Beaufort, North Carolina USA. 40 pp.

Félix, P., Y. León, O. Revuelta, S. Aucoin, D. Sofa y R. Carreras. 2011. Foto-identificación de careyes juveniles (*Eretmochelys imbricata*) por medio de las escamas faciales. VII Congreso de la Biodiversidad Caribeña. Universidad de Santo Domingo. República Dominicana

Garzón Rodríguez, L. F. (2018). Foto identificación y morfometría geométrica de escudos del plastrón para el reconocimiento de neonatos-juveniles de la tortuga marina *Caretta caretta*. [Trabajo de formación para la investigación para optar al título de Biólogo Marino, Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano].

Grupo Especialista en Tortugas Marinas UICN/CSE. (2000) Lista roja de la UICN.

Hiby, L., P. Lovell, N. Patil, N. Samba, A. Gopalaswamy y K. Karanth. (2009). El tigre no puede cambiar sus rayas: usando un modelo dimensional para imágenes matemáticas de tigres vivos y pieles de tigre.

Jean, C., S. Ciccione, E. T. Alma, K. Ballorain y J. Bourjea. (2010). Método de fotoidentificación para verdes y tortuga carey. Primeros resultados de Reunión. Boletín informativo sobre tortugas del Océano Índico.

Labastida-Estrada, Elizabeth & Huerta-Rodríguez, Patricia & Castillo, Dulce. (2020). Foto-identificación de tortugas carey y verde en playas de Chenkan e isla aguada, Campeche, Mexico. Universidad Nacional Autónoma de México.

López, Alejandra. (2015). Morfometría geométrica: el estudio de la forma y su aplicación en biología. Temas de Ciencia y Tecnología vol. 19 número 55 pp 53 – 59. [https://www.utm.mx/edi\\_anteriores/temas55/T55\\_2Nota\\_6.pdf](https://www.utm.mx/edi_anteriores/temas55/T55_2Nota_6.pdf)

López-Mendilaharsu, Milagros; Estrades, Andres; Caraccio, Maria; Calvo, Victoria; Hernández, Martin; Quiricci, Veronica. (2006). Biología, ecología y etología de las tortugas marinas en la zona costera uruguaya. [https://www.researchgate.net/profile/Milagros-Lopez-Mendilaharsu/publication/285889613\\_Biologia\\_ecologia\\_y\\_etologia\\_de\\_las\\_tortugas\\_marinas\\_en\\_la\\_zona\\_costera\\_uruguaya/links/5d1ea655458515c11c1289d4/Biologia-ecologia-y-etologia-de-las-tortugas-marinas-en-la-zona-costera-uruguaya.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Milagros-Lopez-Mendilaharsu/publication/285889613_Biologia_ecologia_y_etologia_de_las_tortugas_marinas_en_la_zona_costera_uruguaya/links/5d1ea655458515c11c1289d4/Biologia-ecologia-y-etologia-de-las-tortugas-marinas-en-la-zona-costera-uruguaya.pdf)

Luna Borda, J. P. (2010). Identificación de las percepciones y prácticas sobre las tortugas marinas (*dermochelys coriacea*, *eretmochelys imbricata*, *chelonina mydas* y *caretta caretta*) que tienen los actores locales de Acandí, Chocó, 2009. [Trabajo de grado Para optar al título de Ecólogo, Pontificia Universidad Javeriana] <https://core.ac.uk/download/pdf/71419849.pdf>

Marshall, A. D. y S. J. Pierce. 2012. The use and abuse of photographic identification in sharks and rays. J. Fish Biol.

Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. (2004). Tortugas marinas: marcado. [https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/temas/biodiversidad-marina/habitats-especies-marinos/especies-marinas/bm\\_hayem\\_em\\_tortugas\\_marcado.aspx#:~:text=Las%20marcas%20met%C3%A1licas%20se%20aplicar%C3%A1n,y%20el%20caparaz%C3%B3n%20y%20subcut%C3%A1neo](https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/temas/biodiversidad-marina/habitats-especies-marinos/especies-marinas/bm_hayem_em_tortugas_marcado.aspx#:~:text=Las%20marcas%20met%C3%A1licas%20se%20aplicar%C3%A1n,y%20el%20caparaz%C3%B3n%20y%20subcut%C3%A1neo)

NOM-059-SEMARNAT-2010. Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. 2010 (México).

NOM-162-SEMARNAT-2012. Que establece las especificaciones para la protección, recuperación y manejo de las poblaciones de las tortugas marinas en su hábitat de anidación. 2012 (México).

ONU. (2015). Objetivos de desarrollo sostenible. Objetivo 14: Conservar y utilizar sosteniblemente los océanos, los mares y los recursos marinos. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/oceans/>

Perceval, Marina. (2018). Estudio de la viabilidad de la fotoidentificación en recién nacidos de tortuga boba (*Caretta caretta*) y de la variación de las escamas a lo largo de los primeros seis meses de vida. [Trabajo de fin de grado, Universidad de Guadalajara] <https://dugi-doc.udg.edu/bitstream/handle/10256/16466/PERCEVALCAMP.MARINA.pdf?sequence=1>

Pritchard, P. (1999). Técnicas de Investigación y Manejo para la Conservación de las Tortugas Marinas. [http://www.chmhonduras.org/phocodownloadpap/Cayos\\_Cochinos/TORTUGAS\\_MARINAS/Manual\\_UICN/06\\_PritchardMortimer\\_sp.pdf](http://www.chmhonduras.org/phocodownloadpap/Cayos_Cochinos/TORTUGAS_MARINAS/Manual_UICN/06_PritchardMortimer_sp.pdf)

Procuraduría federal de protección de ambiente. (2019). Protección de las tortugas marinas en México. Estrategia de la Profepa para proteger a las tortugas marinas. <https://www.gob.mx/profepa/articulos/proteccion-de-las-tortugas-marinas-en-mexico?idiom=es>

Reisser, J., M. Proietti, P. Kinas y I. Sazina. 2008. Identificación fotográfica de tortugas marinas: descripción y validación del método, con una estimación de la pérdida de marcas. [file:///C:/Users/prada/Downloads/Reisseretal\\_2008.pdf](file:///C:/Users/prada/Downloads/Reisseretal_2008.pdf)

Richard, Enrique; Perero, Milton; Palacios, Jesús. (2019). Manual de tortugas marinas para su conservación y protección de su hábitat. Universidad San Gregorio de Portoviejo. <file:///C:/Users/prada/Downloads/manual-de-tortugas-marinas-APRO1.pdf>

Sacchi, R., S. Scali, M. Mangiacotti, M. Sannolo y M. Zuffi. 2016. Digitales identificación y análisis. esDood, KJ (ed.). Ecología y conservación de reptiles. Prensa de la Universidad de Oxford.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2021). Conoce las categorías de riesgo de la NOM 059 SEMARNAT-2010 para especies de flora y fauna. <https://www.gob.mx/semarnat/articulos/conoce-las-categorias-de-riesgo-de-la-nom-059-semarnat-2010-para-especies-de-flora-y-fauna#:~:text=La%20NOM%20059%20SEMARNAT%2D2010%20es%20una%20Norma%20mexicana%20que,integraci%C3%B3n%20de%20las%20listas%20correspondientes>.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2021). Seis especies de tortuga marina que se distribuyen en aguas mexicanas. <https://www.gob.mx/semarnat/es/articulos/seis-especies-de-tortuga-marina-que-se-distribuyen-en-aguas-mexicanas>

Secretaría de medio ambiente y recursos naturales; Comisión nacional de áreas naturales protegidas. (2022). Programa nacional de conservación de tortugas marinas. <https://www.conanp.gob.mx/documentos/Programa-Nacional-De-Conservacion-De-Tortugas-Marinas.pdf>

Secretaría Pro Tempore de la Convención Interamericana para la Protección y Conservación de las Tortugas Marinas (CIT), San José, Costa Rica. (2005). La tortuga Carey. <http://www.iacseaturtle.org/docs/tortugas/imbricata.pdf>

Secretaría Pro Tempore de la Convención Interamericana para la Protección y Conservación de las Tortugas Marinas (CIT), San José, Costa Rica. (2005). La tortuga verde. <http://www.iacseaturtle.org/docs/tortugas/chelonia.pdf>

Secretaría Pro Tempore de la Convención Interamericana para la Protección y Conservación de las Tortugas Marinas (CIT), San José, Costa Rica. (2005). La tortuga caguama o cabezona. <http://www.iacseaturtle.org/docs/tortugas/caretta.pdf>

Speed, C., M. Meekan y C. Bradshaw. (2007). Spot the match: wildlife photo-identification using information theory.

## 10. Anexos

1. Infografía para la toma correcta de fotografías para fotoidentificación: [Infografia foto ID.pdf](#)
2. Catalogo fotográfico de hembras de *caretta caretta*: [Catalogo foto id cc.docx](#)
3. Catalogo fotográfico de hembras de *chelonina mydas*: [Catalogo foto id cm.docx](#)
4. Formulario diseñado en ArcGIS Survey 123: <https://survey123.arcgis.com/share/1ed4251c217d422c81c13b36a8d8df55?portalUrl=https://SCGISLatino.maps.arcgis.com>