



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

FACULTAD DE CIENCIAS

**COMPORTAMIENTO DE ANIDACIÓN DE LAS
TORTUGAS MARINAS EN PLAYAS TURÍSTICAS
DEL MUNICIPIO DE BENITO JUÁREZ, CANCÚN,
Q.ROO, MÉXICO**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

BIÓLOGA

P R E S E N T A:

**MÓNICA ANGÉLICA DE LA TORRE
CONTRERAS**



**DIRECTORA DE TESIS:
M. en C. María del Pilar Torres García
2015**

México, D.F.



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

AGRADECIMIENTOS

Un agradecimiento singular debo a mi **Directora de esta tesis la Maestra en Ciencias María del Pilar Torres García** por creer en mí y apoyarme a pesar de la distancia, quien sin su ayuda, tiempo, orientación y conocimientos no hubiese sido posible realizar este gran sueño que ahora es una realidad, gracias por sus palabras y su cariño que fueron para mí una gran motivación.

A la Biól. Erika Palacios Ávila, por ser tan directa y por su apoyo profesional e incondicional durante este proceso.

A la Maestra en Ciencias María de Jesús Hernández León

Por su apoyo, sus consejos y su guía en la parte estadística durante la realización de este trabajo. Sin usted, la culminación de éste, no hubiera sido posible.

A mis sinodales

M. en C. Patricia Fuentes Mata

Biól. Mónica Salmerón Estrada

Por su tiempo brindado, su guía para esta tesis y sus sabios consejos en la revisión de este trabajo, gracias por ayudarme a culminar este gran paso en mi vida.

¡Gracias por su ayuda!

Agradezco a Dios por darme fuerza y fé para realizar lo que me parecía imposible terminar. **A mis padres y hermano** por aguantarme tantas noches de desvelo durante mi carrera, por su gran apoyo económico, por sus grandes consejos para hacer de mí una mejor persona, por ayudarme con mi hijo mientras yo realizaba mi tesis, por su apoyo incondicional y por estar a mi lado en cada momento de mi vida.

Sin ustedes no podría haber llevado a cabo este gran paso. Los amo papas!!!

A mi esposo, por sus palabras y confianza, por su amor, por brindarme el tiempo necesario para realizarme profesionalmente, por su guía y apoyo en este proyecto y por siempre estar ahí. Gracias Amor!!!

Dedico esta tesis a mi hijo León Rodrigo Trujillo De La Torre quien ha sido mi mayor motivación para nunca rendirme, siendo el motor de mi vida, la fuerza que me impulsa día con día y la razón de mí existir. Te Amo León!!!

ÍNDICE

1.0 Introducción	4
1.1 Generalidades de las Tortugas Marinas	6
1.2 Ciclo de Vida de las Tortugas Marinas	7
1.3 Características de la Tortuga Verde o Blanca (<i>Chelonia mydas</i>)	9
1.4 Características de la Tortuga Caguama (<i>Caretta caretta</i>)	11
1.5 Características de la Tortuga Carey (<i>Eretmochelys imbricata</i>)	13
2.0 Antecedentes	15
3.0 Objetivo General	15
3.1 Objetivos Particulares	15
4.0 Área de Estudio	16
5.0 Metodología	18
5.1 Observación de Tortugas y Colecta de Datos	18
6.0 Resultados	20
6.1 Interpretación de Datos y Discusión	24
7.0 Conclusiones	37
8.0 Bibliografía Consultada	39



1.0 Introducción

Las tortugas marinas, son un grupo ancestral con características anatómicas únicas que no han cambiado substancialmente desde que aparecieron en la Tierra. Los registros fósiles de las tortugas marinas datan de hace 100 millones de años, a finales del Mesozoico, en el Cretácico Superior (SEMARNAP, 2000).

El grupo de vertebrados mejor representado en el territorio nacional son los reptiles, además de ocupar el primer lugar en diversidad mundial. Un ejemplo de ello son las tortugas marinas, ya que de las ocho especies que existen en el mundo, siete llegan a las costas del Territorio Mexicano (Tabla 1).

Ubicación taxonómica:

Reino: Animalia

Phylum: Chordata

Subphylum: Vertebrata

Clase: Reptilia

Subclase: Anapsida

Orden: Testudines

Suborden: Cryptodira

Familias: Cheloniidae y Dermochelyidae

Familia *Dermochelyidae*

Género	Especie	Nombre Común	FIGURA
<i>Dermochelys</i>	<i>coriacea</i>	Laúd	 <small>Fuente: INE © Semiotus Wernicke</small>



Familia *Cheloniidae*

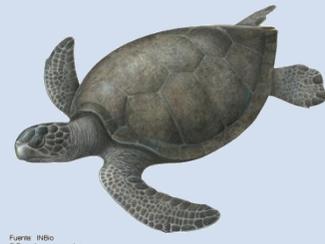
GÉNERO	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	FIGURA
<i>Caretta</i>	<i>caretta</i>	Caguama	 <small>Fuente: INBio © Derechos reservados</small>
<i>Chelonia</i>	<i>mydas</i>	Blanca	 <small>Fuente: INBio © Derechos reservados</small>
<i>Chelonia</i>	<i>agassizii</i>	Prieta	 <small>Fuente: INBio © Derechos reservados</small>
<i>Eretmochelys</i>	<i>imbricata</i>	Carey	 <small>Fuente: INBio © Derechos reservados</small>
<i>Lepidochelys</i>	<i>kempii</i>	Lora	 <small>Fuente: INBio © Derechos reservados</small>
<i>Lepidochelys</i>	<i>olivacea</i>	Golfina	 <small>Fuente: INBio © Derechos reservados</small>

Tabla 1. Especies de tortugas marinas presentes en el Litoral Mexicano

Fuente: <http://www.imagenesINBio.com>

1.1 Generalidades de las Tortugas Marinas

Las tortugas marinas se caracterizan principalmente por ser animales muy solitarios y que difícilmente conviven en grupos o familias, además de pasar la mayor parte de su vida en mar abierto, haciendo más complicada la tarea de los científicos para estudiarlos, por ello es que se conocen pocos aspectos de su vida, costumbres y comportamiento dentro del mar. Sin embargo, una característica que los estudiosos en el tema destacan acerca de las tortugas marinas, es que éstas tienen la capacidad de migrar para luego regresar a la misma playa donde nacieron, conocido como filopatría, fenómeno que permite tenerlas al alcance de los científicos para estudiar sus comportamientos de anidación en playa.

Pertenecen a la clase de los reptiles, se reconocen por su caparazón o carapacho y una tapa inferior, más aplanada, llamada plastrón. De las características que las tortugas presentan, se encuentra, su piel cubierta por escudos. Su cuello, tiene 8 vertebras, el cual no pueden introducir dentro del caparazón y en general no tiene mucha movilidad. Al no tener dientes, poseen unos picos cortantes en la parte superior de su boca, además su oído es interno, y muy bueno, no teniendo oídos externos. Respiran por pulmones, lo que significa que aunque muchas de ellas pueden nadar y bucear, cada cierto tiempo deben salir a la superficie del agua para respirar.

Son ovíparas, aunque las tortugas marinas pasan prácticamente toda su vida en el agua, deben salir a tierra para depositar sus huevos, otra característica son sus extremidades, ya que se encuentran modificadas en forma de aletas para su desplazamiento en el agua.

Las tortugas marinas pueden vivir de 150 a 200 años según su especie. Pueden alcanzar 27 km/h a 35 km/h nadando en el mar (Márquez, R., 2003).

Los ciclos de reproducción están regulados por estados fisiológicos y cambios ambientales. Una vez que los individuos alcanzan la madurez sexual e inician la reproducción.

Las tortugas marinas tienen un hábitat nocturno y sus salidas a desovar son regidas por el cuarto menguante de la luna.

En las tortugas marinas los ciclos de reproducción son circadianos, es decir, se repiten en periodos anuales, bianuales, trianuales o en casos especiales se vuelven irregulares; esta frecuencia es de carácter específico, así, en las tortugas como la carey y la caguama generalmente es bianual y para la blanca puede ser bianual o trianual. Esta secuencia cíclica no es definitiva, ya que en ocasiones se retrasa por un año o se suspende por periodos más largos, debido a escasez de alimento, cambios ambientales extraordinarios, enfermedades, etc. Estas irregularidades se presentan en individuos muy jóvenes o muy viejos, por lo que los mejores reproductores son los individuos maduros, con varias temporadas de experiencia. (Márquez, R., 2003).



1.2 Ciclo de Vida de las Tortugas Marinas

1. El ciclo de vida de una tortuga marina inicia cuando la hembra arriba a una playa para desovar.

2. Los huevos se incuban en la arena y de seis a ocho semanas más tarde (dependiendo de la especie de tortuga marina), las crías rompen el cascarón (lo que se conoce como eclosión), emergen a la superficie de la arena (generalmente por las noches) y de manera inmediata se desplazan con dirección al mar, donde cientos de pequeñas crías deben enfrentarse a los peligros del recorrido, en su trayecto son devoradas por diversos depredadores que se puedan encontrar. Durante la incubación algunos embriones mueren sin llegar a eclosionar, o bien varias de las crías que si lograron salir del huevo pueden morir dentro del nido.

3. El tiempo en que toman su primer baño, hasta que regresan a las aguas costeras para reproducirse, puede ser tan largo como una década, este período de tiempo se refiere a menudo, como “años perdidos”, ya que los movimientos de las tortugas marinas durante esta fase, así como su paradero, se desconoce. En este primer año se alimentan de pastos marinos.

4. Las áreas de alimentación generalmente están relacionadas a zonas costeras con poca profundidad, donde se alimentan de crustáceos, moluscos, esponjas y algunos otros organismos, pero también se les puede encontrar en zonas pelágicas (mar abierto). Ahí están mezclados los organismos juveniles y los que ya han crecido lo suficiente para alcanzar la madurez sexual. El final de la fase juvenil es establecida por el desarrollo de los caracteres sexuales secundarios, pero sólo es notorio en los machos, de modo que el estado pre-adulto es determinado por una diferenciación morfológica muy característica, lo cual consiste en un mayor desarrollo de las uñas, que toman forma de garras curvas, así como el engrosamiento y alargamiento de la cola, la cual sobrepasa los bordes extremos de las aletas posteriores. En esta fase, ambos sexos han alcanzado la coloración de los adultos, según la especie.

5. Una vez que las tortugas marinas alcanzan la madurez sexual en su vida (cuando son capaces de reproducirse), ya que se han alimentado durante varios meses o años acumulando suficientes reservas de energía, migran a las áreas de reproducción, que generalmente están muy cerca de las playas en las que las hembras anidan. En la fase de adulto, los individuos alcanzan completamente las características morfológicas definitivas; así mismo, empiezan a tener actividades fisiológicas como la fecundidad y el ciclo reproductivo. Sólo las hembras salen a la playa para depositar sus huevos, por lo general, en la zona donde nacieron. (Fig.1).

Entre las áreas de alimentación y las de reproducción puede haber hasta miles de kilómetros de distancia.





Figura 1. Ciclo de vida de las tortugas marinas.

Fuente: <http://seaturtlestatus.org/sites/all/themes/custom/swot/img/lifecycle/lifecycle.jpg>

1.3 Características de la Tortuga Verde o Blanca (*Chelonia mydas*)

Es la tortuga más grande de la familia Cheloniidae; el nombre de Tortuga Verde se debe al color de la grasa ubicada bajo su caparazón, pero se le conoce más como tortuga blanca. Su caparazón mide aproximadamente 120 cm. de largo y puede pesar hasta 225 kg, (Márquez, R., 2003), tiene forma ovalada, presenta 4 pares de escudos laterales que a veces son irregulares aunque no aserrados como en la carey. La coloración del caparazón es algo variable en los adultos, pero normalmente tiene colores que van desde un verde pálido hasta un verde oscuro o amarillo, ocasionalmente incluyendo rayas brillantes. El plastrón tiene un tono amarillo. Su cabeza es redonda, mide aproximadamente 15 cm. en ancho y se distingue fácilmente por poseer un par de escamas prefrontales (las escamas ubicadas enfrente de sus ojos) y cuatro escamas postorbitales (detrás de cada ojo). Posee una sola uña (en ocasiones dos) en cada aleta anterior. (Fig. 2).

Es la única tortuga marina que se alimenta únicamente de plantas en edad adulta. Cuando nace es omnívora, alimentándose de gusanos marinos, crustáceos pequeños e insectos acuáticos, además de pastos y algas, pero cuando llega a la edad adulta se vuelve herbívora (alimentándose solo de praderas y algas). Sus mandíbulas son aserradas, facilitando el consumo de una dieta basada en la vegetación. Juegan un papel ecológico muy importante al ayudar a repartir los nutrientes desde áreas ricas (lechos de pastos marinos) hasta áreas pobres en nutrientes, como las playas.

Se encuentran en aguas templadas, subtropicales y tropicales a lo largo del mundo. Sin embargo, es más común encontrarlas cerca de la costa continental e islas, en bahías y costas protegidas, especialmente en áreas con lechos de pasto marino. Muy pocas veces son observadas en el mar abierto.

Es reconocida como una especie fiel a su lugar de anidación, ya que siempre regresarán a la misma playa cada vez que estén listas para anidar. Ellas anidan cada dos años y ponen de dos a tres veces por temporada, en intervalos de 11 a 15 días aproximadamente. Cada nido tiene un promedio de 65 a 118 huevos. La eclosión de los huevos se da entre los 54 y 61 días.

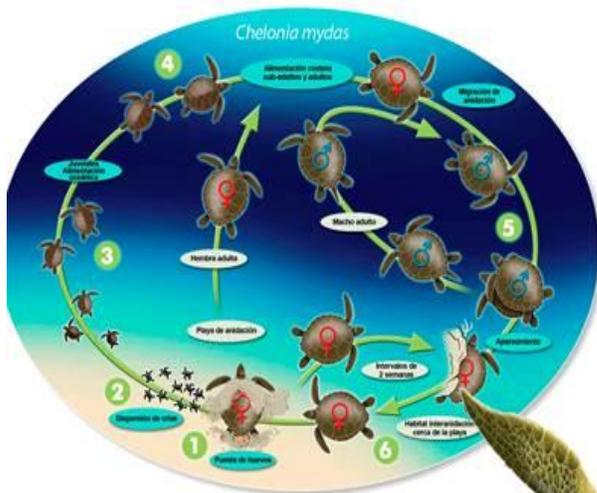
Presentan diferencias de comportamiento en la anidación. La tortuga blanca suele tardar más tiempo en hacer el nido que la caguama, debido a que normalmente hace varios nidos para confundir a los depredadores. A la hora que comienza a desovar la tortuga blanca cierra las aletas de atrás tapando el nido, mientras que la caguama las mantiene abiertas. También suele esconderse en la vegetación para hacer el nido.

Las crías cuando eclosionan y salen del nido hacia el mar, entran en un periodo de intensa actividad llamado frenesí de cría o natatorio y es usado como un mecanismo que les permite moverse de la playa hacia el mar en el menor tiempo posible, reduciendo la oportunidad de ser depredadas.



Una de las amenazas más significativas que enfrenta la tortuga blanca es la caza intencional de los adultos y la recolección de sus huevos en playas de anidación y áreas de forraje. La carne de la tortuga blanca es considerada como un manjar exótico, por esta razón se explota clandestinamente, debido a que actualmente hay una veda total y permanente que se implementó desde 1990. La captura incidental en las pesquerías marinas, la degradación del hábitat y las enfermedades son otras amenazas perjudiciales a esta especie.

Tortuga Verde o Blanca (*Chelonia mydas*)



Depredadores Naturales

Aunque los huevos y las pequeñas tortugas verdes tienen muchos depredadores naturales, las tortugas juveniles y adultas también tienen algunos.

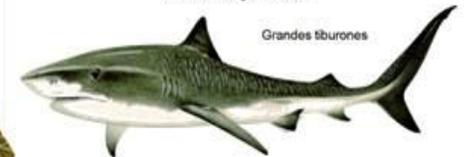
Huevos y crías



Crías en mar abierto

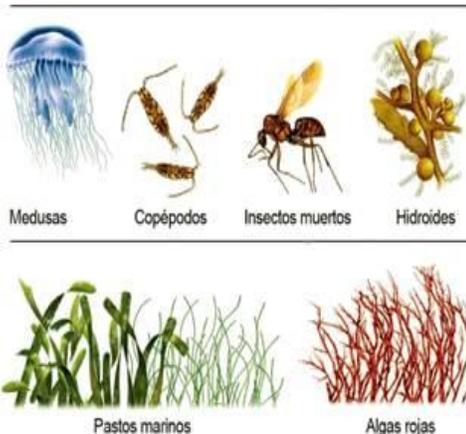


Juveniles y adultos



Dieta

Las tortugas verdes (*Chelonia mydas*) son omnívoras desde su estado juvenil, pero en su mayoría se alimentan de plantas marinas por el resto de sus vidas. Ejemplos de su alimentación se representan a continuación:



Las tortugas verdes tienen conchas lisas que varían en el patrón de color entre los individuos

Habitad

En las etapas juveniles las tortugas verdes se alimentan en la línea frontal a mar abierto y se caracterizan por ser omnívoras. Pero para el resto de sus vidas las tortugas verdes se alimentan en los pastos marinos de fondos planos arenosos y algas de arrecifes de aguas poco profundas.

Las hembras que acuden a las zonas de anidación, necesitan playas de arena fina con dunas naturales.

Figura 2. Características de la tortuga blanca (*Chelonia mydas*).

1.4 Características de la Tortuga Caguama (*Caretta caretta*)

La tortuga caguama es una tortuga un poco más pequeña que la tortuga blanca. La tortuga es conocida como caguama o cabezona debido a que su cabeza es proporcionalmente mayor que las de las otras especies, midiendo aprox. 25 cm y su cuello es ancho y corto.

Su caparazón mide aproximadamente entre 80cm y 1m y puede pesar entre 135 y 180 Kg. Es como una armadura, tiene forma de corazón, frecuentemente con balanos sobre él, es veloz y grande, con cinco pares de escudos laterales y de color marrón. El plastrón es de color amarillo-café. Las aletas frontales son pequeñas aunque más gruesas que las de otras especies, y tienen dos uñas cada una. Las aletas traseras pueden tener dos o tres uñas. (Fig. 3).

Cuando nacen son omnívoras, alimentándose principalmente de invertebrados marinos, pero en la edad adulta se vuelven carnívoras, se alimentan de cangrejos, caracolas, langostas y otros animales marinos. Se sitúan cerca de los arrecifes de coral y rocas. Tienen mandíbulas muy poderosas las cuales le permiten destrozarse las conchas y caparazones de moluscos, crustáceos y otros invertebrados que viven en el lecho del mar.

Aunque se encuentra principalmente en aguas templadas y, a veces tropicales y subtropicales a través del mundo, puede habitar a lo largo de un enorme rango marino de norte a sur. En el hemisferio occidental, sus rangos extremos han sido Groenlandia al norte y Argentina al sur. Sus áreas de alimentación preferidas son estuarios, bahías y aguas someras del talud continental.

Las hembras anidan cada dos años o más y pone entre cuatro y siete veces por temporada, en intervalos de aproximadamente 15 días. Cada nido tiene un promedio de 90 a 100 huevos. La eclosión de los huevos se da entre los 56 días.

La mayoría de la anidación dentro del Continente Americano ocurre en la costa sureste de los Estados Unidos. Sin embargo, se han reportado anidaciones en América Central y la parte norte de Sur América.

La Tortuga Caguama prefiere playas abiertas para desovar, generalmente protegidas por arrecifes, y barreras rocosas en zonas de relativa baja profundidad; a veces aisladas en bahías, que pueden ser insulares o continentales, con poca pendiente, de mediana o baja energía en el oleaje.

Las amenazas principales de la caguama son el desarrollo costero, la polución marina y las pesquerías comerciales, principalmente camaroneras de arrastre.



1.5 Características de la Tortuga Carey (*Eretmochelys imbricata*)

La tortuga carey es una de las más pequeñas de todas las tortugas marinas. Su caparazón mide aproximadamente hasta 90 cm. de largo y puede pesar hasta 80 kg. tiene forma ovalada, escudos gruesos y superpuestos, un margen posterior marcadamente aserrado y cuatro pares de escudos costales; los escudos superpuestos son una característica única de la tortuga carey. Estos presentan una fuerte pigmentación de variaciones de anaranjado, amarillo y café, por lo cual fueron muy codiciadas comercialmente para elaborar artesanías. Su plastrón es de color amarillo pálido a blanco. Tiene una cabeza relativamente estrecha (mide aproximadamente 12 cm. de ancho) con dos pares de escamas pre-frontales. La forma que tienen la cabeza y el pico de esta especie le permite extraer comida de las grietas de los arrecifes. Sus aletas delanteras son de longitud mediana en comparación con las de otras especies; además tienen dos uñas en cada aleta. (Fig. 4).

Su dieta consiste de esponjas, anémonas, calamares y camarones. La tortuga carey juega un papel ecológico importante en la salud del ecosistema de los arrecifes. Al ser altamente selectiva se alimenta solamente con tipos específicos de esponjas, lo cual le da oportunidad a otras especies para competir por el espacio y los nutrientes disponibles en el arrecife y les permite establecerse eventualmente en este espacio.

La tortuga carey es la más “tropical” de todas las especies de tortugas marinas, al encontrarse típicamente en aguas tropicales y subtropicales del Atlántico, Pacífico e Índico, donde aparece en zonas de arrecifes de coral, áreas rocosas, estuarios y lagunas costeras. Se encuentra principalmente en el Mar Caribe, el norte del Golfo de México, las Antillas Mayores y Menores y a través de América Central hacia el sur hasta Brasil. En el Pacífico Oriental ha sido observada en el Golfo de California y los estados del noroeste de México y desde las costas centroamericanas hasta Colombia y Ecuador en América del Sur.

Las hembras anidan cada dos años y ponen entre tres y cinco veces por temporada, en intervalos de aproximadamente de 15 días. Cada nido tiene un promedio de 130 a 160 huevos pequeños; sin embargo, para esta especie se registró el nido más grande de cualquier tortuga, con 240 huevos. La eclosión de los huevos se da entre los 49 y 52 días.

Son únicas en el sentido de que su pequeño tamaño en conjunto con una gran agilidad les permite anidar en playas con un acceso difícil. Por ejemplo, pueden atravesar arrecifes costeros que limitan el paso de otras especies. Aunque se considera una especie de anidación solitaria, hay sitios importantes de anidación en el Gran Caribe.

La amenaza principal a las tortugas carey es la explotación clandestina de los juveniles y los adultos por la belleza de su caparazón, con el cual se elaboran artesanías, joyería y otros productos. Esto a pesar de la prohibición del comercio de esta especie en la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora



Silvestres (CITES, 2008). Otras amenazas pueden ser directas, tales como la recolección de sus huevos, o indirectas, como la destrucción de hábitats para su supervivencia a causa del cambio climático y aumentos en sedimentos que afectan negativamente a los arrecifes de coral.

Tortuga Carey (*Eretmochelys imbricata*)

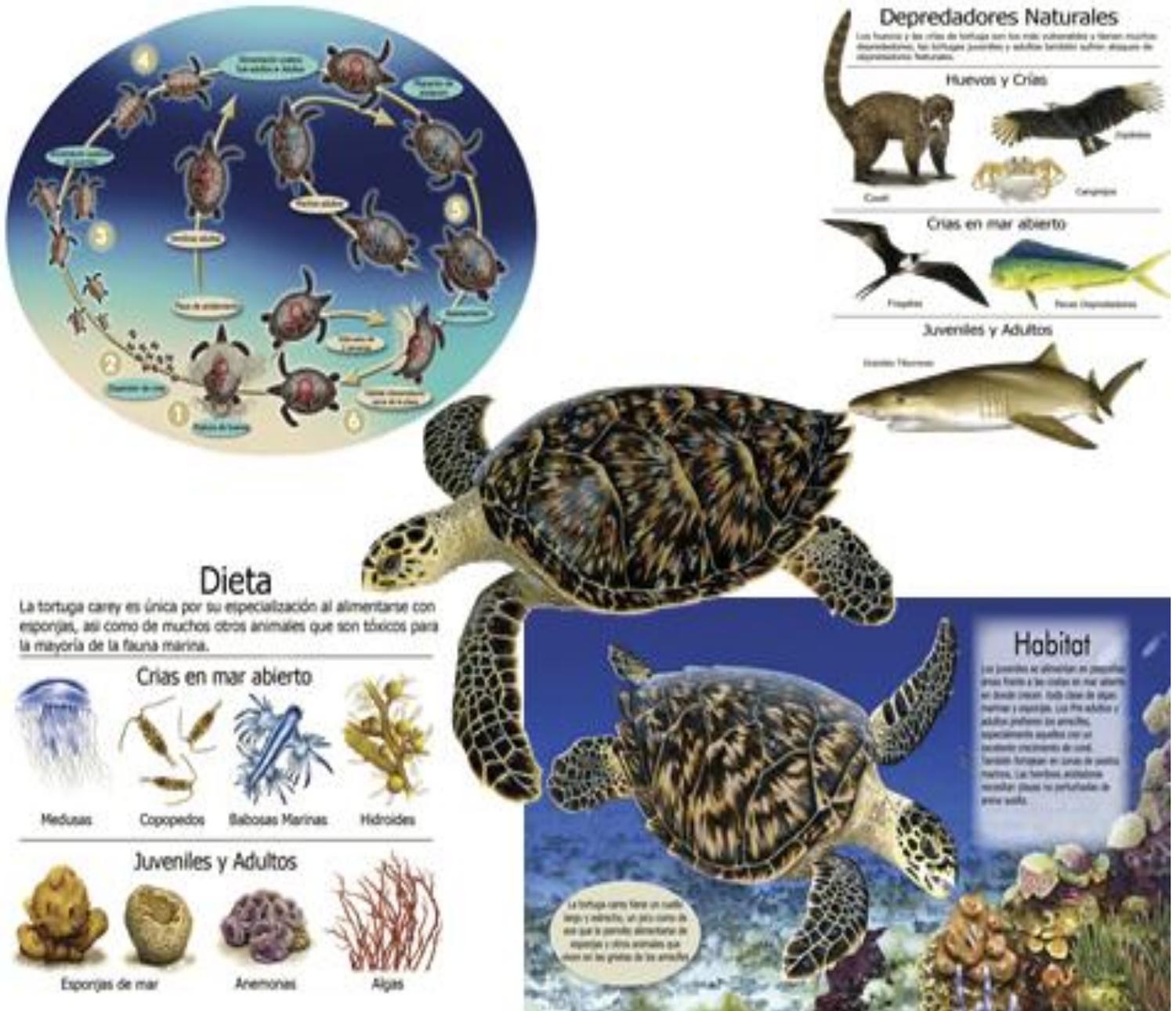


Figura 4. Características de la tortuga carey (*Eretmochelys imbricata*)

2.0 Antecedentes

Los registros de las anidaciones de las especies de tortuga blanca (*Chelonia mydas*), tortuga carey (*Eretmochelys imbricata*) y tortuga caguama (*Caretta caretta*), ayudan a la identificación de las áreas y hábitats más utilizados por las hembras grávidas. Éstas deben ser identificadas como áreas clave sobre las cuales concentrar la protección contra las principales amenazas durante la temporada de anidación. (Eckert, K. L., et al., 2000)

Al conocer el comportamiento de anidación de las tortugas marinas en 3 de las principales playas del Municipio de Benito Juárez, se obtendrán por primera vez el registro de la conducta en tres diferentes especies de tortugas marinas para implementar medidas de protección en el ambiente litoral durante la época reproductiva afectadas por presencia de zonas hoteleras.

Estos datos nos van a permitir dar una idea de los problemas a los que se enfrentan, incluyendo las principales amenazas antropogénicas, depredación y factores ambientales como el cambio climático teniendo como resultado una serie de transformaciones que pueden modificar las rutas migratorias, las áreas de alimentación, o el incremento del nivel del mar ocasionando la pérdida de playas, haciendo más difícil la tarea del proceso de anidación de las tortugas marinas.

El incremento turístico que ha experimentado el estado de Quintana Roo en las últimas décadas, lo ha llevado a tener un crecimiento vertiginoso y acelerado de infraestructura turística, sin una planificación adecuada, dando como resultado un desequilibrio entre el desarrollo turístico y el ambiental, modificando los requerimientos de las tortugas marinas para realizar con éxito su proceso de anidación.

3.0 Objetivo General

Identificar y describir las fases del comportamiento durante la anidación de las tortugas blanca (*Chelonia mydas*), carey (*Eretmochelys imbricata*) y caguama (*Caretta caretta*), en playas de zonas hoteleras, en Cancún, Q. Roo.

3.1 Objetivos Particulares

- 1) Registrar el tiempo en minutos de cada una de las fases de anidación de las 3 diferentes especies de tortugas marinas.
- 2) Determinar el tamaño promedio de la nidada de las 3 diferentes especies de tortugas marinas.



4.0 Área de Estudio

Cancún está ubicado en la costa norte del estado de Quintana Roo, se ubica al sureste de la República Mexicana. Se divide en dos áreas: una situada en la parte continental, donde está la ciudad, y otra, en una isla de 22 Km. de largo que concentra la Zona Hotelera. Delimitada al norte por la Bahía de Mujeres, al este por el mar Caribe y al oeste por la laguna Nichupté. Sus coordenadas geográficas son 21°09'38"N 86°50'51"O / 21.16056, -86.8475, y su altitud va desde 1 a 8 msnm, debido a una pendiente que crece de este a oeste, paralela a toda la ciudad.

La Zona Hotelera es una franja de arena blanca que recorre todo el este del municipio de Benito Juárez, siendo la principal atracción turística de la ciudad, donde existen 9 playas públicas con accesos señalados a lo largo de los 22 km de la isla: del km 0 al 22: Playa las Perlas, Playa Tortugas, Playa langosta, Playa Caracol, Playa Chac mool, Playa Marlín, Playa Ballenas, Playa Delfines (el famoso Mirador) y Playa Nizuc.

Cancún está situado en la costa oriental del continente, por lo que recibe la influencia de corrientes marinas calientes, principalmente la Corriente del Golfo de México, que propicia un clima cálido y lluvioso.

El clima predominante del municipio Benito Juárez se incluye dentro del grupo A, del tipo Aw, que es cálido subhúmedo, con lluvias todo el año, aunque más abundantes en verano. La temperatura media anual oscila entre 25.5 grados centígrados. El total anual de las lluvias oscila entre los 1.000 y 1.300 milímetros. Predominan los vientos del este y sureste; durante el verano la zona se ve afectada por tormentas tropicales y ciclones. La temporada de huracanes comienza a mediados de junio; los meses más afectados son septiembre y octubre.

Los patrullajes nocturnos (Fig. 5) solamente se realizaron en 5 de las 9 playas de la Zona Hotelera (Playas Chac Mool, Marlín, Ballenas, Delfines y Nizuc,), ya que los procesos de anidación de las tortugas marinas se han visto afectados por las alteraciones que sufren por la presencia del turismo en la zona, las luces que presentan los hoteles costeros e infraestructura de mesas, sillas, etc. Provocando que las tortugas se desplacen a las otras playas restantes de la zona hotelera donde el turismo es mucho menor. (Fig. 6).



Figura 5. Patrullajes nocturnos en playa Marlín, Ballenas, y Delfines.



Figura 6. Ubicación de las Zonas de anidación de las Tortugas Marinas (12km)

★ Principales playas de anidación y lugar donde se realizó el estudio

Fuente: Fotos Bel Air Collection Mapa Cancún

5.0 Metodología

Realicé durante la temporada de anidación (Abril a Septiembre del 2012) patrullajes nocturnos en las 3 playas de la zona turística (Playa Marlin, Ballenas, y Delfines), que se encuentran dentro del programa de Protección de las Tortugas Marinas de la Dirección General de Ecología en el Municipio de Benito Juárez. Se realizaron recorridos diarios a pie, de las 21:30 a las 06:00 hrs. del día siguiente a lo largo de la playa. Durante el recorrido se detectaron los nidos de tortuga, así como las huellas sobre la arena, que sirvieron para conocer la ubicación del nido y determinar la especie de tortuga que anido, se pudo contabilizar también la cantidad de huevos depositados en el nido.

Para determinar las fases del comportamiento anidatorio, se estudiaron 46 hembras, 26 *Chelonia mydas* (tortuga blanca), 10 *Caretta caretta* (tortuga caguama) y 10 *Eretmochelys imbricata* (tortuga Carey) en las playas Marlin, Ballenas y Delfines.

Es muy importante anotar correctamente los datos de los nidos que nos van a dar la información de la especie de tortugas que están siendo sembradas en su corral de protección correspondiente, escribiendo en una tablita el número de nido, la fecha de desove, la especie de la tortuga, la cantidad de huevos, su ubicación en la playa y distancia al mar. (Fig. 7).



Figura 7. Datos de los nidos sembrados en el corral de protección.

5.1 Observación de Tortugas y Colecta de Datos

Siempre se detectó un rastro antes de observar a la tortuga. La identificación de la especie se realizó a partir del rastro, y se determinó si este era “fresco” o no. Los rastros frescos son perceptibles en la porción más húmeda de la playa, debajo de la línea de la marea o inmediatamente sobre ella. Son muy oscuros en la porción húmeda de la playa, y muy pálidos en la zona seca. Los rastros frescos están generalmente limpios; es decir, no estropeados por pisadas, huellas de cangrejo, etc. Por otro lado, los rastros más viejos se encontraron exclusivamente sobre la marca de marea alta, y por lo general estaban recubiertos por huellas de animales y/o de personas (por ejemplo, cangrejos, tlacuaches, aves marinas, etc.).

Se tomaron muchas precauciones al acercarse a una tortuga anidando, evitando el uso de cualquier luz artificial. Las hembras, sobre todo durante las fases tempranas de la anidación (previo a la oviposición), son muy cautas y pueden asustarse fácilmente por perturbaciones, de luz artificial o ruidos extraños. Estos pueden causar el abandono del proceso de la anidación. Uno debe aproximarse a las tortugas por detrás y sólo después de que el proceso de excavar la “cama” y el “nido” haya terminado. “Esta fase puede descubrirse por la presencia de arena húmeda (más oscura) rodeando a la tortuga, y por el movimiento de todas sus aletas (en contraste con lo que ocurre cuando excava el nido, que involucra sólo las aletas traseras).” (Eckert, K., 2000).

El contacto con la tortuga sólo ocurrió hasta que comenzó a depositar los huevos en la cámara, ese es el momento en donde la tortuga entra en trance, desde ese instante se pudo llevar a cabo con una luz suave o luz roja la observación de la tortuga y confirmar la especie, así como llevar a cabo el conteo de huevos de la nidada. (Fig. 8).

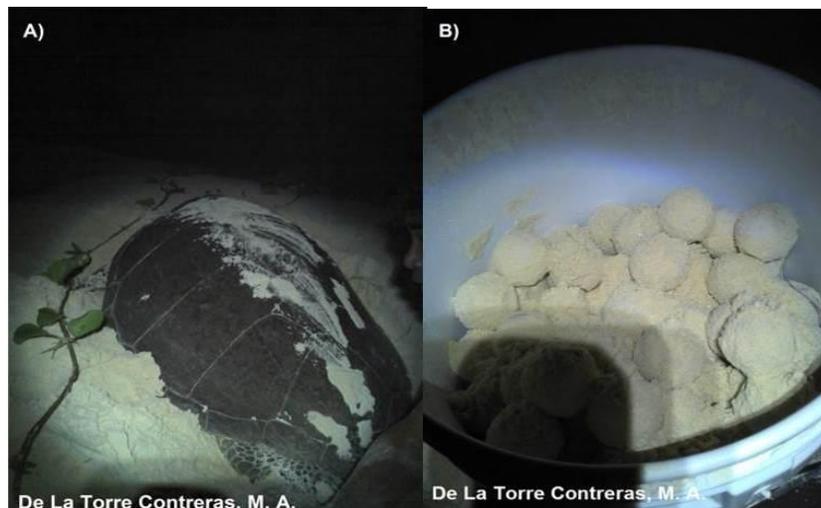


Figura 8. **A)** Observación de la tortuga para la identificación de la especie **B)** Conteo de huevos.

Durante las observaciones se utilizaron formatos para el registro continuo de los diferentes datos, que posteriormente fueron procesados. Las observaciones in situ se realizaron a una distancia de 2 a 3 metros de la tortuga.

El registro del tiempo total de anidación se tomó con un cronómetro digital, activándolo al momento en que se observó la tortuga en la zona húmeda de la playa, hasta donde hizo el nido y se terminó el registro una vez que la tortuga ingresó al mar. También se anotó el tiempo para cada fase del comportamiento de anidación.

Los datos obtenidos sobre las diferentes especies de tortuga; las fases de anidación identificadas, el tiempo establecido para cada una de ellas, el número de nidos y de huevos depositados se vaciaron en una hoja de captura de información, para ser analizados posteriormente y elaborar las gráficas correspondientes.

6.0 Resultados

Durante la temporada de anidación comprendida de Abril a Septiembre del 2012 en las playas de la zona hotelera del Municipio de Benito Juárez, Cancún, identifiqué y describí las fases del comportamiento durante el proceso anidatorio en tres de las diferentes especies de tortugas marinas (*Chelonia mydas*, *Eretmochelys imbricata* y *Caretta caretta*) que se estudiaron en las playas Marlín, Ballenas y Delfines, siguiendo la metodología del presente trabajo.

En base a observaciones preliminares hechas en la playa y consultando la bibliografía de trabajos realizados con otras especies de tortugas, se establecieron las siguientes ocho fases de anidación para las tortugas marinas:

1. Emergencia del mar
2. Selección de un sitio de anidación específico
3. Remoción de arena para formar la “cama”
4. Excavación de la cámara de incubación
5. Desove
6. Tapado de la nidada
7. Camuflaje del nido
8. Regreso al mar

Se registraron estas ocho fases en el comportamiento anidatorio de la tortuga blanca (*Chelonia mydas*), tortuga carey (*Eretmochelys imbricata*) y tortuga caguama (*Caretta caretta*). (Fig. 9). Las categorías identificadas en general concuerdan con las descritas para las otras especies de tortugas marinas.

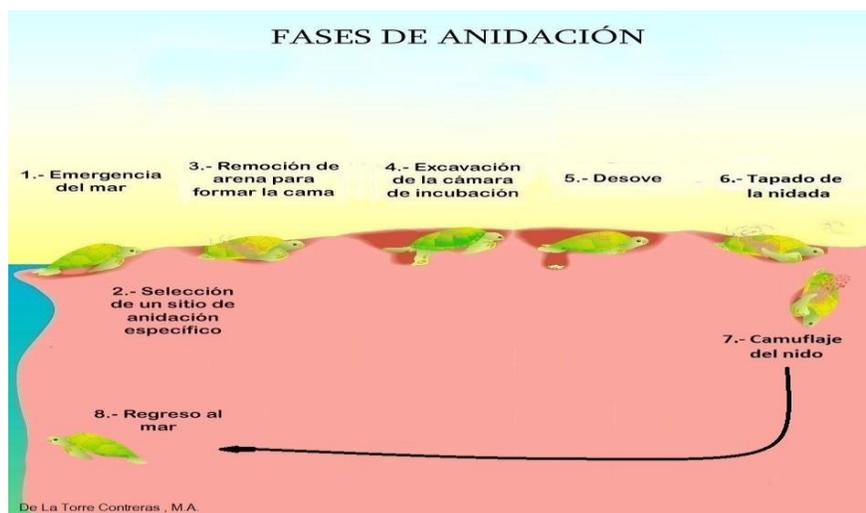


Figura 9. Descripción de las fases del comportamiento anidatorio de las tortugas marinas.

1. Emergencia del Mar y 2. Selección de un sitio de Anidación específico

Una vez que la tortuga emergió del mar (Fig. 10.), si no hay ninguna perturbación se dirige en línea recta hacia la parte alta de la playa. En el caso de la tortuga blanca (*Chelonia mydas*) se observó que al salir del mar, el recorrido que realiza es mucho más largo, ya que por lo general casi nunca desova al primer intento, debido a la compactación de la arena, el lugar de anidación es indistinto para ella, puede ser al inicio de la playa o pegado al muro de contención de los hoteles, siempre buscando espacios libres de vegetación. Por el contrario, la tortuga carey (*Eretmochelys imbricata*), aunque también sube a la segunda terraza como se le dice, no efectúa recorridos tan extensos y es muy frecuente encontrarla anidando hasta los muros de contención o si hay vegetación, entre los arbustos. La tortuga caguama (*Caretta caretta*) siempre anida en la parte intermedia de la playa (Fig.11), esta tortuga no avanza mucho pero si lo suficiente para alejarse de la humedad del oleaje por si sube la marea, en lugares libres de vegetación y comúnmente al primer intento.



Figura 10. Emergencia del mar. Fuente: <http://2.bp.blogspot.com/>



Figura 11. Selección de un sitio de anidación (*Caretta caretta*)

3. Remoción de arena para formar la “cama” y 4. Excavación de la cámara de incubación.

La forma, tamaño y profundidad del nido varía con las diferentes especies y se relaciona directamente con la talla de las tortugas. El nido está formado por una amplia oquedad o trinchera ovalada y somera llamada cama que aloja el cuerpo de la tortuga; cerca de su parte posterior excava un hoyo más pequeño y más profundo, con forma de cántaro (Fig. 12), donde, según la especie, son depositados entre 70 y 240 huevos.

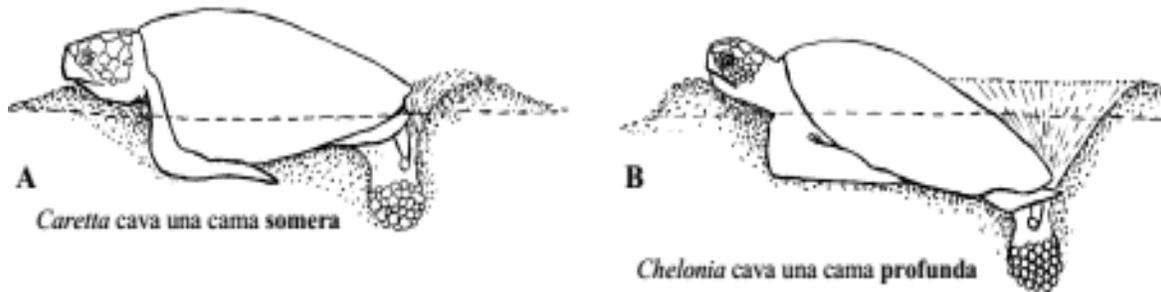


Figura 12. Tipos de cama. A) Cama Somera, B) Cama Profunda
Fuente: Eckert, K., 2000.

Las diferentes especies de tortugas marinas desarrollan la misma rutina durante la anidación, sin embargo, para que la incubación tenga éxito el nido, debe ser construido más arriba de la línea de marea alta. De alguna manera las hembras perciben el lugar apropiado para construir el nido guiándose por la consistencia de la arena, la humedad, la temperatura y quizá el olor del sitio escogido. Una vez alcanzado el lugar donde habrán de anidar; con las aletas anteriores desalojan la arena seca y suelta, formando la cama, la cual es mayor y más profunda para la tortuga blanca (*Chelonia mydas*) y muy somera para la tortuga carey (*Eretmochelys imbricata*) y la tortuga caguama (*Caretta caretta*). (Márquez, R., 2003).

Terminada la cama, con movimientos alternos de las aletas posteriores inicia la excavación de la cavidad donde se habrán de alojar los huevos (Fig. 13). La capacidad de esta oquedad tiene que ser adecuada según la especie para contener de manera óptima todos los huevos desovados en cada ocasión. La tortuga detiene la excavación en el momento en que sus aletas ya no son capaces de extraer más arena. En este momento la tortuga interrumpe todos los movimientos para iniciar el desove. (Márquez, R., 2003).

Por lo general, en la primera fase del anidamiento (desde la salida del mar hasta que terminan de excavar el hoyo para los huevos) las tortugas son muy sensibles a las perturbaciones externas y en cualquier momento pueden interrumpir el proceso de anidación y regresar al mar, pero una vez que inician el desove se les puede manipular fácilmente, durante la noche son más sensibles a la luz que a los ruidos extraños, si apenas estaban saliendo del mar, con cualquiera de estas perturbaciones inmediatamente se regresarán.



Figura 13. A) Remoción de arena para formar la cama, B) Excavación de la cámara (*Chelonia mydas*). Fuente: www.tortuamigos.com

5. Desove, 6. Tapado de la nidada y 7. Camuflaje del nido

Inmediatamente después de terminar de realizar la cámara de incubación las tortugas comienzan a desovar, proceso durante el cual los huevos van cayendo acompañados de un líquido mucoso, lubricante que además parece tener propiedades bacteriostáticas y fungicidas. Los huevos salen de uno en uno o en cantidades de tres o cuatro. (Márquez, R., 1996) Es en esta etapa donde la tortuga entra en trance y es posible acercarse a ella por detrás y llevar a cabo con seguridad la examinación, con una luz suave para la medición de la tortuga y confirmar la especie, identificar las marcas potencialmente ocultas y documentar lesiones.

Terminado el desove, la tortuga inmediatamente jala la arena con las aletas posteriores que tienen forma de palas, cubre los huevos y empieza a tapar el nido. (Fig. 14). A continuación, con las aletas anteriores acarrea la arena que había desalojado y termina de cubrirlo, tratando de disimular el lugar donde dejó el nido. (Márquez, R., 2003; Eckert, K., 2000).



Figura 14. A) Desove, B) Tapado de la nidada y C) Camuflaje del nido

Fuente: <http://www.nmfs.noaa.gov/pr/images/turtles/greenturtle13>

8. Regreso al mar



Al concluir el ocultamiento del nido la tortuga se vuelve a orientar hacia el mar y generalmente en línea recta regresa lo más pronto posible a él (Fig.15).

Este proceso lleva tiempo ya que las tortugas al regresar al mar ya se encuentran cansadas por toda la trayectoria realizada para el desove, así que realizan algunas paradas para descansar, hasta que logran entrar al agua, donde pueden moverse con mayor agilidad y desaparecer en las profundidades del mar.

Figura 15. Regreso al mar
Fuente: www.ecotoursdemexico.com

6.1 Interpretación de Datos y Discusión

FASES DE ANIDACIÓN			
	(27)BLANCA min.	(10)CAREY min.	(10)CAGUAMA min.
EMERGENCIA DEL MAR	5	5	5
SELECCIÓN DE UN SITIO DE ANIDACIÓN ESPECÍFICO	20	10	5
REMOCIÓN DE ARENA PARA FORMAR LA CAMA	10	5	5
EXCAVACIÓN DE LA CÁMARA DE INCUBACIÓN	25	10	10
DESOVE	10	5	5
TAPADO DE LA NIDADA	15	7	5
CAMUFLAJE DEL NIDO	25	10	10
REGRESO AL MAR	10	8	5
TOTAL EN MINUTOS PROMEDIO	120	60	50

Tabla 2. Valor promedio de tiempo en minutos de cada una de las fases de anidación de las tres diferentes especies de tortugas.

Los datos obtenidos sobre las 3 diferentes especies de tortugas marinas (*Chelonia mydas*, *Eretmochelys imbricata* y *Caretta caretta*) sobre el tiempo promedio en minutos de cada una de las fases de anidación y el tiempo de anidación total de cada especie desde el momento en que la tortuga sale del mar, hasta el momento de su regreso, se muestran en la Tabla 2, a los cuales:

- Se les aplicó el método estadístico (Q-Q Plot o Cuantil-Cuantil), para probar la normalidad de los datos, pero no fue posible sacar la normalidad ya que solo hay un valor para cada fase (los datos se obtuvieron de gabinete).
- Posteriormente se procedió al (ANOVA) análisis de varianza de dos factores con una sola muestra (Excel 2010). (Tabla 3).

Anova de dos factores				
F1= tipo de tortuga, 3 niveles				
F2= tipo de conducta 8 niveles				
Análisis de varianza de dos factores con una sola muestra por grupo				
<i>RESUMEN</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
EMERGENCIA DEL MAR	3 sp	15 min.	5 min.	0
SELECCIÓN DE UN SITIO DE ANIDACIÓN ESPECÍFICO	3	35	11.66666667	58.33333333
REMOCIÓN DE ARENA PARA FORMAR LA CAMA	3	20	6.666666667	8.333333333
EXCAVACIÓN DE LA CÁMARA DE INCUBACIÓN	3	45	15	75
DESOVE	3	20	6.666666667	8.333333333
TAPADO DE LA NIDADA	3	27	9	28
CAMUFLAJE DEL NIDO	3	45	15	75
REGRESO AL MAR	3	23	7.666666667	6.333333333
BLANCA (27)	8 # de fases	120	15	57.14285714
CAREY(10)	8	60	7.5	5.428571429
CAGUAMA(10)	8	50	6.25	5.357142857

ANÁLISIS DE VARIANZA						
<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Filas (conductas)	315.1666667	7	45.02380952	3.931392931	0.014064948	2.764199257
Columnas (tortugas)	358.3333333	2	179.1666667	15.64449064	0.000269742	3.738891832
Error	160.3333333	14	11.45238095			
Total	833.8333333	23				

Tabla 3. Análisis de varianza de dos factores con una sola muestra por grupo.

Las hipótesis a probar son:

Ho: No hay diferencia entre los valores para las diferentes especies de tortugas, en cuanto al tiempo invertido en las fases de anidación.

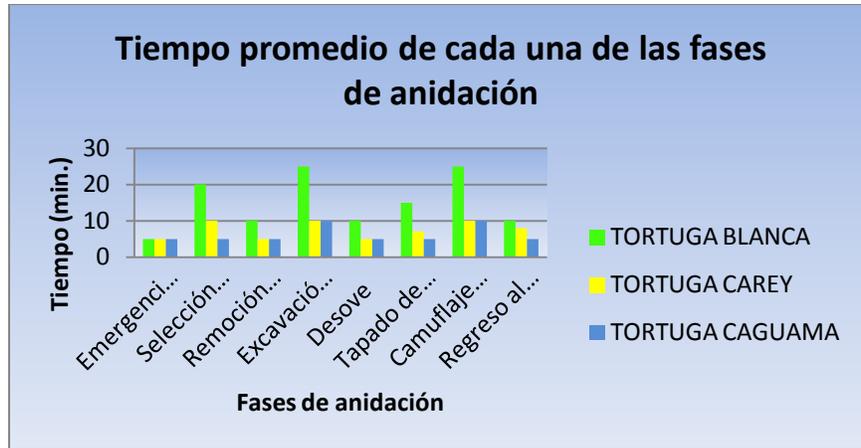
Ha: Hay diferencia por lo menos en una de las tortugas, en cuanto al tiempo invertido en las fases de anidación.

Se debe de rechazar la hipótesis nula (Ho) si el valor de F calculado es mayor que el valor crítico, para un alfa de 0.05 de probabilidad.

Y como resultado en nuestra tabla de ANOVA (Tabla 3), se muestra que el valor de F calculado es mayor que el valor crítico para un alfa de 0.05 de probabilidad, por lo tanto se rechaza la hipótesis nula, lo que indica que al menos una de las fases de anidación es diferente.



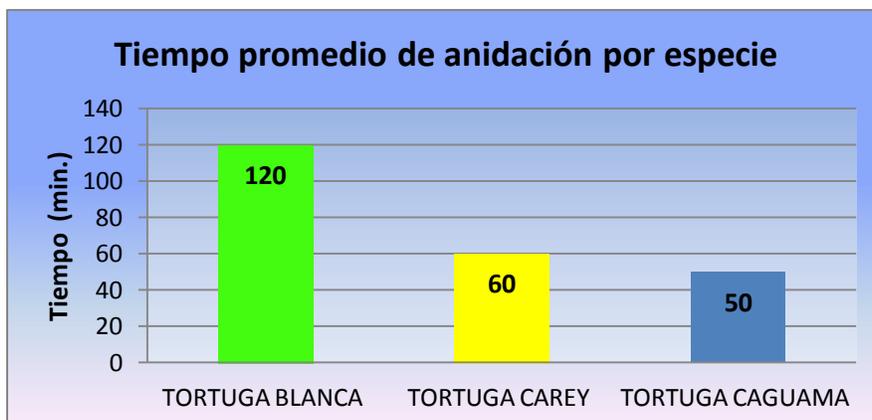
El resultado obtenido (Gráfica 1) muestra que las tres especies, tanto la tortuga blanca (*Chelonia mydas*), tortuga carey (*Eretmochelys imbricata*) y tortuga caguama (*Caretta caretta*) presentan las mismas fases del comportamiento durante la anidación, lo que varía entre estas especies es el tiempo en que realizan cada una de las fases de anidación.



Gráfica 1. Valor de tiempo promedio en minutos de cada una de las fases de anidación de las tres diferentes especies de tortugas marinas.

La conducta de *Chelonia mydas* observada en el presente estudio coincidió con las descripciones referidas por Broderick & Godley (1999) en Playa Alagadi, al norte de Chipre. Y menciona que pocos estudios han sido orientados para comprender o especificar las diferentes fases en el comportamiento anidatorio de la tortuga blanca (*Chelonia mydas*), tortuga carey (*Eretmochelys imbricata*) y tortuga caguama (*Caretta caretta*). (Azanza et al., 2003).

En los resultados del tiempo promedio de anidación, es decir el tiempo total de todo el proceso de desove, la tortuga carey (*Eretmochelys imbricata*) y la tortuga caguama (*Caretta caretta*), que son más pequeñas completaron el proceso en un tiempo promedio de 50 min. a 1 hora, y la tortuga blanca (*Chelonia mydas*), de mayor tamaño, completó el proceso en un tiempo promedio de 2 horas, como se muestra en la Gráfica 2.



Gráfica 2. Tiempo promedio de anidación por especie.



Como Eckert, K., 2000, señalaba “El comportamiento de la anidación es altamente estereotipado, aunque existen diferencias entre especies en algunos parámetros como las preferencias del hábitat de anidación, estrategia de anidamiento (masivo vs. solitario), talla en la primera reproducción, número de huevos por nido y algunos detalles en el tamaño y tipo de la construcción del nido”. (Eckert, K., 2000).

Las playas de Cancún prácticamente están desapareciendo, debido al fuerte problema de erosión que presenta, con solo 6 o 7 metros de playa, cuando en un inicio las playas eran de casi 30 metros de ancho. La construcción de hoteles muy altos, demasiado pesados y muy cerca de la costa, así como el retiro de la vegetación en las playas con el fin de volverlas más cómodas para los turistas, han contribuido a la erosión masiva. La solución a este problema ha sido el relleno de playas convirtiendo así el entorno del medio ambiente natural a un ambiente artificial, por tal motivo se observaron cambios en los lugares de anidación (Fig.16) de las diferentes especies de tortugas que llegan a desovar a las playas de Cancún.



Figura 16. Desaparición del hábitat de la tortuga blanca (*Chelonia mydas*).

Fuente:<http://relatosdelanaturaleza.files.wordpress.com/2013/09/p6250060b-copyright.jpg>

Se observó que la tortuga blanca (*Chelonia mydas*) casi nunca desova al primer intento, debido a la compactación de la arena. El lugar de anidación es indistinto para ella, puede ser al inicio de la playa o pegado al muro de contención de los hoteles. A la hora que comienza a desovar la tortuga blanca cierra las aletas de atrás tapando el nido. La tortuga Carey (*Eretmochelys imbricata*) por el contrario desde que sale del mar se va directo hasta los muros de contención o si es posible suele esconderse en la vegetación para desovar y la tortuga caguama (*Caretta caretta*) siempre anida en la parte intermedia de la playa, esta tortuga no avanza mucho pero si lo suficiente para alejarse de la humedad del oleaje por si sube la marea. A la hora que comienza a desovar, al contrario de la tortuga blanca, ésta mantiene abiertas las aletas de atrás dejando el nido al descubierto. (Fig. 17).

Se Zonificó la playa de acuerdo al límite de la pleamar y de la franja de vegetación, de la siguiente manera. (Fig. 17).

- Zona A: área donde la pleamar (marea más alta) puede inundar la nidada.
- Zona B: porción de la playa arenosa que se caracteriza porque la pleamar ya no afecta y donde no hay vegetación (50m aprox.).
- Zona C: caracterizada por presentar la franja de vegetación predominante.



Figura 17. Sitios de anidación y zonificación de playa de las tortugas.

A diferencia de lo señalado por Márquez, R. 2003). “En el caso de la tortuga blanca (*Chelonia mydas*) el recorrido que realiza es mucho más largo, ya que por lo general sube hasta la segunda terraza, pero casi nunca desova al primer intento y en múltiples ocasiones recorre tramos de más de cien metros antes de hacer el nido definitivo, siempre buscando espacios libres de vegetación. Por el contrario, la tortuga de carey (*Eretmochelys imbricata*), aunque también sube a la segunda terraza, no efectúa recorridos tan extensos y es muy frecuente encontrarla anidando entre la vegetación. La tortuga caguama (*Caretta caretta*) busca una situación intermedia, ya que anidan al final de la primera terraza, en lugares libres de vegetación y comúnmente al primer intento”. (Márquez, R. 2003). (Fig. 18).

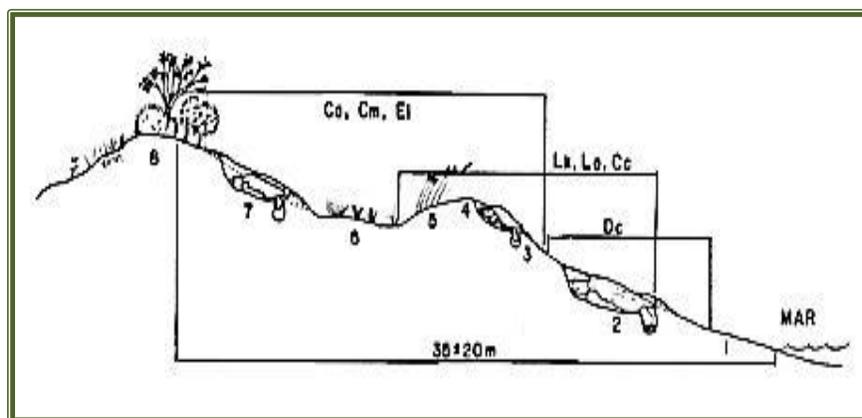


Figura 18. Sitios de anidación de las tortugas en la playa, según la conducta de las diferentes especies. Ca, Cm: *Chelonia*, Cc: *Caretta*; Ei: *Eretmochelys*; Lk, Lo: *Lepidochelys*, Dc: *Dermochelys*”. (Márquez, R. 2003).



Uno de los principales problemas que afectan a las tortugas marinas es el efecto de actividades humanas como son los turistas, algunos pasados de copas, toman fotografías por la noche a las tortugas, por lo que tienen que usar el flash de la cámara lo que las espanta, esto sumado al acercamiento y ruido afectan el comportamiento anidatorio de las tortugas (Fig. 19), al parecer es muy común que aborten el proceso de anidación al detectar cualquiera de estos factores de disturbio.



Figura 19. Actividad humana que perturba a las tortugas y afecta el proceso de anidación.

Fuente:<http://1.bp.blogspot.com>

Fuente:https://www.google.com.mx/search?q=chelonias+mydas+desovando&biw=1431&bih=694&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=0CAYQ_AUoAWoVChMI-M-fy66FyQIVikUmCh3fHQD2&dpr=0.9#tbn=isch&q=direccion+de+ecologia+cancun&imgcr=VkvCI9fEL7RtrM%3a

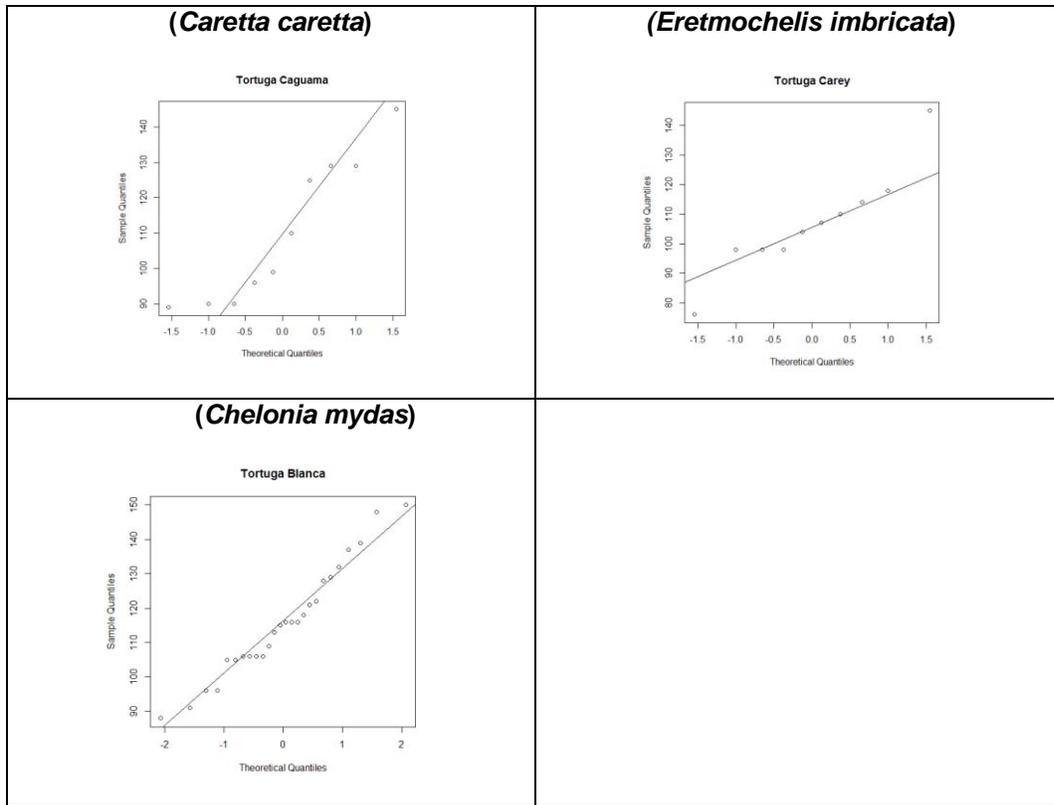
				
		BLANCA(huevos)	CAGUAMA(huevos)	CAREY(huevos)
NIDADA 1		109	114	96
NIDADA 2		116	107	90
NIDADA 3		105	118	90
NIDADA 4		106	98	110
NIDADA 5		106	98	129
NIDADA 6		115	98	129
NIDADA 7		139	145	145
NIDADA 8		122	76	99
NIDADA 9		105	104	89
NIDADA 10		96	110	125
NIDADA 11		106		
NIDADA 12		106		
NIDADA 13		118		
NIDADA 14		121		
NIDADA 15		113		
NIDADA 16		148		
NIDADA 17		116		
NIDADA 18		91		
NIDADA 19		96		
NIDADA 20		116		
NIDADA 21		137		
NIDADA 22		132		
NIDADA 23		88		
NIDADA 24		128		
NIDADA 25		150		
NIDADA 26		129		
PROMEDIO		115.9	106.8	110.2

Tabla 4. Valor promedio de cantidad de huevos por nidada, de cada especie de tortugas.

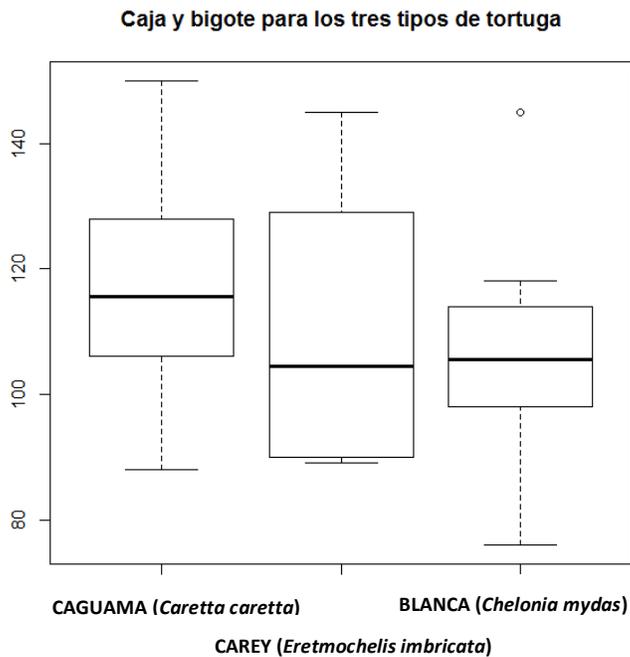
Los datos obtenidos para determinar el tamaño promedio de la nidada de las 3 diferentes especies de tortugas marinas (26 *Chelonia mydas*, 10 *Eretmochelys imbricata* y 10 *Caretta caretta*) se utilizaron para:

- La comprobación de la normalidad de los datos (Q-Q Plot o Cuantil-Cuantil y Caja de Bigote).

La normalidad resultó ser correcta, los datos en el promedio de las nidadas presentan una distribución normal (Gráfica 3).



Gráfica 3. Prueba de normalidad Q-Q Plot para el tamaño promedio de la nidada.



Gráfica 4. Caja de Bigote.

- Posteriormente se procedió al análisis de varianza de un factor con diferente tamaño de muestra (Excel 2010).

Análisis de varianza de un factor							
RESUMEN							
Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza	d.Estandar	C.V	Rango
Columna 1	26 sp.	3014 huevos	115.9230769	267.7538462	16.3631857	14.11555501	62
Columna 2	10	1068	106.8	315.0666667	17.75011737	16.61996008	69
Columna 3	10	1102	110.2	414.4	20.35681704	18.47261074	56
ANÁLISIS DE VARIANZA							
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F	
Entre grupos	680.6929766	2	340.3464883	1.10377	0.3408	3.214480328	
Dentro de los grupos	13259.04615	43	308.3499106				
Total	13939.73913	45					

Tabla 5. Análisis de varianza de un factor con diferente tamaño de muestra.

Las hipótesis a probar son:

Ho: No hay diferencia en el promedio de las nidadas para las diferentes especies de tortugas.

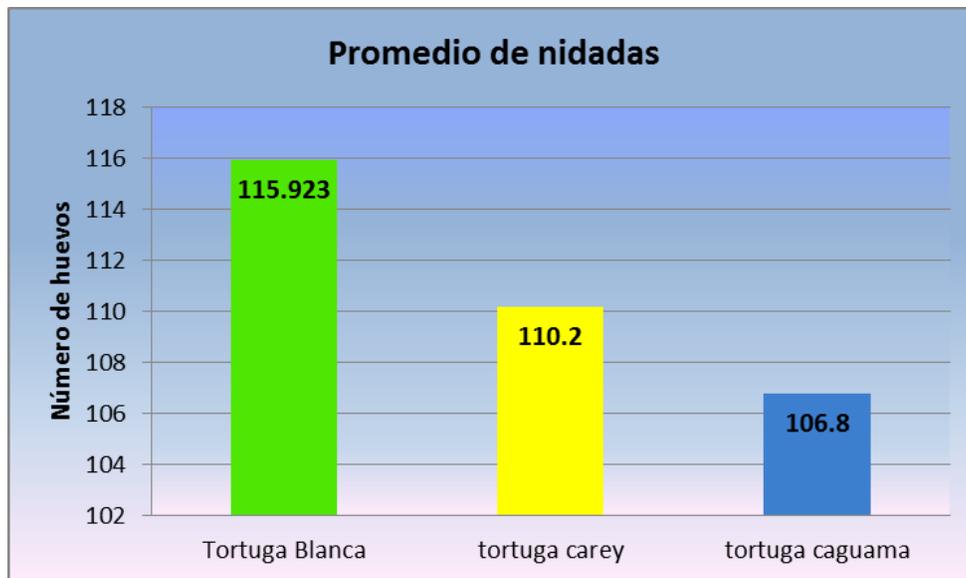
Ha: Hay diferencia en el promedio de las nidadas, por lo menos en una de las diferentes especies de tortugas.

Se debe de rechazar la hipótesis nula (Ho) si el valor de F calculado es mayor que el valor crítico, para un alfa de 0.05 de probabilidad.

Y como resultado en la tabla de ANOVA (Tabla 5) se muestra que el valor de F calculado es menor que el valor crítico para un alfa de 0.05 de probabilidad, por lo tanto no se rechaza la hipótesis nula (Ho), lo que indica que no hay diferencia significativa entre los promedios de las nidadas. (Fig. 20).



Figura 20. Tortuga blanca (*Chelonia mydas*) anidando.



Gráfica 5. Promedio de Nidadas (huevos por nido).

Para tratar de explicar las diferencias en cuanto al éxito de anidación encontradas entre las playas se debe partir primeramente de la alta filopatría que tiene esta especie. Aunque ellas pueden ir a varias playas tratando de encontrar aquella en la que históricamente anidan, solamente o con mayor probabilidad, anidará en esta última. (Azanza et al., 2003).

La hora en la que se observó que hay mayor arribo de tortugas es variado, esto depende de cada especie, en el caso de la tortuga blanca (*Chelonia mydas*) hay una tendencia a realizar el mayor número de salidas entre las 9:00pm y hasta la 1:00am horas y la tortuga carey (*Eretmochelys imbricata*) y la tortuga caguama (*Caretta caretta*) comienzan a salir entre las 2:30am hasta las 4:00am de la madrugada.

Durante los patrullajes nocturnos en los meses de Mayo a Octubre, hubo un notorio índice de mayor arribo de tortugas en los tres puntos de las playas siguientes:

- 1er punto –Playa Marlín
- 2do punto - Playa Ballenas
- 3er punto - Playa Delfines, Iberostar

A diferencia de lo señalado por Azanza et al., (2003,237). “Las salidas por intervalo de horarios manifiestan diferencias entre playas y años. En los años pares se observa una tendencia a realizar el mayor número de salidas en el período comprendido entre las 10:00pm y 2:00am horas, aunque en Caleta de los Piojos se observa un descenso en el número de salidas en el período comprendido entre las 12:00am y la 1:00am de la madrugada. Distintivamente, en playa Antonio este período es el que presenta el mayor número de salidas de toda la noche”. (Azanza et al., 2003).

El tipo de rastro que tiene cada especie de tortugas también es diferente ya que varía dependiendo del tamaño y peso. La tortuga blanca (*Chelonia mydas*) deja un rastro simétrico, la tortuga carey (*Eretmochelys imbricata*) deja un rastro alterno y la tortuga caguama (*Caretta caretta*) también presenta un rastro alterno pero a diferencia del anterior este es ancho. (Fig. 21).

La forma, tamaño y profundidad de la cama varía dependiendo la especie. En el caso de la tortuga blanca (*Chelonia mydas*) forma una cama profunda, a diferencia del caso de la tortuga carey (*Eretmochelys imbricata*) y la tortuga caguama (*Caretta caretta*) que realizan una cama somera (menos profunda). (Fig. 21).

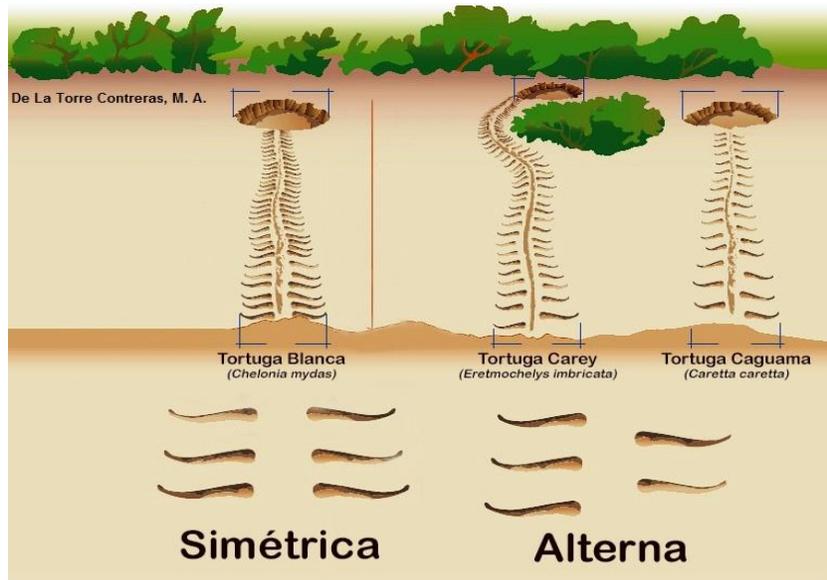


Figura 21. Tipos de camas y huella o rastro.

Como Eckert (2000) señalaba “Rasgos de importancia para ser usados en la diferenciación de rastros de tortugas marinas incluyen el ancho del rastro (cm), profundidad de la cama (somera vs. profunda) y si las huellas hechas por las aletas delanteras a uno y otro lado del rastro quedan dispuestas en patrones simétricos o asimétricos. Algunas tortugas (*Caretta*, *Eretmochelys*, *Lepidochelys* y *Natator*) cavan una cama muy somera o casi inexistente. Otras (*Dermochelys*, *Chelonia*), dejan unas camas muy profundas debido a que la hembra anidante remueve grandes cantidades de arena al construir y cubrir sus nidos. Una huella simétrica se genera cuando las aletas delanteras se articulan de manera sincrónica al jalar la tortuga sobre la superficie de la arena, ocasionando una huella en la que las mitades derecha e izquierda aparecen casi como imágenes reflejadas una de la otra. Una huella asimétrica se forma cuando las aletas delanteras se mueven de manera alternada (derecha, izquierda, derecha, izquierda, etc.) al arrastrar a la tortuga”. (Eckert, K., 2000).

El promedio de la nidada por temporada (Gráfica 6), varía según la especie, la tortuga blanca (*Chelonia mydas*) pone 120 huevos durante los meses de Mayo a Septiembre, con una desviación estándar de 43 huevos por debajo o por arriba de los 120 huevos, la tortuga carey (*Eretmochelys imbricata*) pone 136 huevos en los meses de Abril a Agosto, con una desviación estándar de 51 huevos por debajo o por arriba de los 120 huevos y la tortuga caguama (*Caretta caretta*) pone 100 huevos durante los meses de Mayo a Agosto con una desviación estándar de 33 huevos por debajo o por arriba de los 120 huevos.



Gráfica 6. Tamaño promedio de la nidada por temporada de desove.

Cabe mencionar que la puesta promedio por temporada varía entre cada especie, la tortuga blanca (*Chelonia mydas*) anida cada dos o tres años y ponen en promedio 3 veces por temporada, la tortuga carey (*Eretmochelys imbricata*) anida cada dos años y pone en promedio también 3 veces por temporada y la tortuga caguama (*Caretta caretta*) anida cada 2 años y pone en promedio 4 veces por temporada de anidación.

Son muchas las amenazas que enfrentan las tortugas en la actualidad. La principal amenaza son los impactos que el turismo ha provocado en la zona, esta es la destrucción o modificación de su hábitat, entre los que se incluyen playas, lagunas costeras, arrecifes coralinos, e inclusive el océano abierto. Hoy en día existe tecnología para construir grandes puertos, marinas, complejos turísticos y otro tipo de obras de infraestructura que representan la destrucción de grandes extensiones de vegetación costera, o la modificación de la dinámica natural de playas y lagunas; también significan la generación de desechos y otras fuentes de contaminación, como el ruido o la luz artificial excesiva, la cual provoca que las adultas que salen a desovar y las crías que emergen de los nidos se desorienten y les impida cumplir con su ciclo de reproducción. El gran ascenso turístico que ha experimentado el estado de Quintana Roo en las últimas décadas, lo ha llevado a tener un crecimiento vertiginoso y acelerado sin una planificación adecuada, por lo que

ha sido difícil mantener un equilibrio entre el desarrollo turístico y el bienestar social, ambiental y cultural.

Otra amenaza muy importante que se debe mencionar son sus depredadores naturales como las aves, los mapaches y los cangrejos que atacan los huevos y neonatos, cuando éstos se encuentran aún en el nido (Fig. 22). Una vez que emergen, los neonatos son presa fácil para las aves, cangrejos y depredadores marinos como peces y tiburones. Después de convertirse en adultos, las tortugas marinas son relativamente inmunes a los depredadores, excepto por ataques ocasionales de tiburones, jaguares y cocodrilos.



Figura 22. Depredadores naturales.

Fuente: <http://www.seaturtles911.org/image/hatchling-predators.jpg>,

Fuente: <http://cruiser.mototribe.com/sites/default/files/styles/large/public/photos/new/Crocodile%20and%20Turtle.png?itok=XIJD4AGL>

Anteriormente las tortugas marinas eran muy abundantes, pero en los últimos 40 años, la explotación clandestina por la demanda de la carne de tortuga, huevos, piel y caparazones, ha disminuido enormemente sus poblaciones. (Fig. 23).



Figura 23. Explotación clandestina

Fuente: <http://www.noaanews.noaa.gov/stories2005/images/marine-debris-entangledturtle.jpg>

Además de los factores ambientales como el cambio climático (consecuencia de actividades antropogénicas), dando como resultado una serie de transformaciones que pueden modificar las rutas migratorias, las áreas de alimentación, o el incremento del nivel del mar ocasionando la pérdida de playas (Fig. 24), pero también se puede incrementar la temperatura de incubación de la arena, haciendo más difícil la tarea del proceso de anidación de las tortugas marinas.



Figura 24. Incremento del nivel del mar.

Fuente: http://fotos.eluniversal.com.mx/coleccion/muestra_fotogaleria.html?idgal=11551

Coincidiendo con esto Azanza et al., (2003) comenta que una de las principales amenazas a las que se enfrentan estas especies es la caza intencional de adultos, así como el saqueo intensivo de sus huevos, ya que la carne de la tortuga blanca es considerada como un manjar exótico, y aún se consume a pesar de ser ilegal. También hace mención a la pérdida o degradación de su hábitat de anidación por el desarrollo costero. (Azanza et al., 2003).

7.0 Conclusiones

Durante la temporada de anidación comprendida de Abril a Septiembre del 2012 en las playas Marlin, Ballenas y Delfines, de la zona hotelera del Municipio de Benito Juárez, Cancún, se registraron en tres de las diferentes especies de tortugas marinas (*Chelonia mydas*, *Eretmochelys imbricata* y *Caretta caretta*). ocho fases en el comportamiento anidatorio (1. Emergencia del mar, 2. Selección de un sitio de anidación específico, 3. Remoción de arena para formar la “cama”, 4. Excavación de la cámara de incubación, 5. Desove, 6. Tapado de la nidada, 7. Camuflaje del nido, 8. Regreso al mar.).

Las tres especies de tortugas, tanto la blanca (*Chelonia mydas*), la carey (*Eretmochelys imbricata*) y la caguama (*Caretta caretta*) presentan las mismas fases del comportamiento durante la anidación, lo que varía entre estas especies es el tiempo en que realizan cada una de las fases.

Los resultados obtenidos entre las 3 diferentes especies de tortugas marinas (*Chelonia mydas*, *Eretmochelys imbricata* y *Caretta caretta*) sobre el tiempo promedio en minutos de cada una de las fases de anidación que se muestran en la Tabla 3. fueron los esperados,

es decir, se rechaza la hipótesis nula, ya que el valor de F calculado es mayor que el valor crítico, para un alfa de 0.05 de probabilidad, lo que indica que al menos una de las fases de anidación es diferente en cuanto al tiempo.

Pocos estudios han sido orientados para comprender o especificar las diferentes fases en el comportamiento anidatorio de la tortuga blanca (*Chelonia mydas*), tortuga carey (*Eretmochelys imbricata*) y tortuga caguama (*Caretta caretta*). (Azanza et al., 2003).

En la Gráfica 2, los resultados del tiempo promedio de anidación, nos muestra que la tortuga carey (*Eretmochelys imbricata*) y la tortuga caguama (*Caretta caretta*), completaron el proceso en un tiempo promedio de 50 min. a 1 hora, y la tortuga blanca (*Chelonia mydas*), de mayor tamaño, completó el proceso en un tiempo promedio de 2 horas.

La selección del sitio de anidación de las 3 diferentes especies de tortugas que llegan a desovar a las playas de Cancún, ha sido modificada drásticamente gracias a la actividad humana, convirtiendo su entorno de medio ambiente natural a un medio ambiente artificial debido al crecimiento de la población y el constante cambio en los hábitos que se generan en la vida moderna representando así, una seria amenaza para muchos tipos de hábitat, sin olvidar mencionar la depredación y los factores ambientales.

Los resultados obtenidos para el tamaño promedio de la nidada de las 3 diferentes especies de tortugas marinas que se muestran en la Tabla 5, no fueron los esperados, debido a que no se rechaza la hipótesis nula, ya que el valor de F calculado es menor que el valor crítico, para un alfa de 0.05 de probabilidad, lo que indica que no hay diferencia significativa entre los promedios de las nidadas.

La tortuga blanca (*Chelonia mydas*) tiene un tipo de rastro simétrico y realiza una cama profunda, mientras que la tortugas carey (*Eretmochelys imbricata*) y tortuga caguama (*Caretta caretta*) tienen un tipo de rastro alterno y realizan una cama somera.

Se observó que la mayor actividad de anidación para la tortuga blanca (*Chelonia mydas*) se llevó a cabo entre las 9:00pm y 1:00am, mientras que para la tortuga carey (*Eretmochelys imbricata*) y tortuga caguama (*Caretta caretta*) se llevó a cabo entre las 2:30am y las 4:00am ya más entrada la noche, que son las horas más oscuras y sin posibles depredadores.

El promedio de la nidada por temporada, va a variar según la especie de tortuga, en cuanto a los meses de anidación, el número de desoves por temporada y la cantidad de huevos sembrados.

En conclusión, por razón de sus características biológicas, la conservación de las tortugas marinas es compleja, difícil de predecir acertadamente y requiere de compromisos a largo plazo. En muchas maneras, la condición de estos animales sirve como un barómetro que mide la manera en que las sociedades modernas están cuidando un ambiente del que todos dependemos.



8.0 Bibliografía Consultada

- Aguilar-Muñoz, R. M., E. Santos-C.; F. Sario-R.; C. Peñaflores y L. Sarti. 2007. Protección de las poblaciones anidadoras de tortugas marinas, con especial atención a la laúd (*Dermodochelys coriacea*) en la playa Barra de la Cruz, Oax. Informe final de las actividades de conservación. Temporada 2006-2007. CMT-CONANP, SEMARNAT Y KUTZARI. México. 15pp.
- Azanza, J., M.E. Ibarra, G. Espinosa, R. Díaz-Fernández, G. González-Sansón 2003: Conducta de anidación de la tortuga verde (*Chelonia mydas*) en la Península de Guanahacabibes, Cuba. Rev. Invest. Mar. 24(3):231-240.
- Briseño-Dueñas, R. y F. A. Abreu Grobois. 1998. Las tortugas y sus playas de anidación en México. Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología. Informe final SNIBCONABIO proyecto No. P066. México D. F. 56pp.
- Carranza-Edwards, a.2009.Causas y consecuencias de la erosión de playas. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología. UNAM.
[http://www.tuobra.unam.mx/obrasPDF/96:\)1890:\).c.PDF](http://www.tuobra.unam.mx/obrasPDF/96:)1890:).c.PDF)
- Chacón-Chaverrí. D.2001. El papel cultural y económico de las tortugas marinas. En: Eckert, K. L. y F. A. Abreu-Grobois (eds). Conservación de Tortugas Marinas en la Región del Gran Caribe – Un diálogo para el Manejo Regional Efectivo. Traducción al español por R. Briseño-Dueñas y F. A. Abreu-Grobois. WIDECAS, UICN/CSE Grupo Especialista en Tortugas Marinas (MTSG, WWF y el Programa Ambiental del Caribe del PUMA. Estados Unidos de América. p.3-18.
- CICC.2007. Estrategia Nacional de Cambio Climático. Comisión Intersecretarial de Cambio Climático, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, México.
http://meteorología.semarnat.gob.mx/cambio_climático/estrategias.pdf.
- CITES, 1999. Guía de Identificación de las tortugas protegidas por la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Flora y Fauna Silvestres. Ministerio del Medio Ambiente de Canadá. Iniciativa del ministerio del medio ambiente de Canadá y PROFEPA, (SEMARNAP).
- CITES. 2008. Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Flora and Fauna. <www.cites.org>
- De la Torre, Y. A. 2012. Guía Ilustrada de Tortugas Marinas para los campamentos tortugeros. Fondo Oaxaqueño por la Conservación de la Naturaleza. México, D.F. 59pp.



- Diario Oficial de la Federación.1990. Acuerdo por el que se establece veda para las especies y subespecies de tortuga marina, en aguas de jurisdicción federal del Golfo de México y Mar Caribe, así como en las del Océano Pacífico, incluyendo el Golfo de California. México.
<http://www.profepa.gob.mx/innovaportal/files/3427/1/Acuerdo%20por%20el%20que%20se%20establece%20veda%20para%20las%20especie%20y%20subespecies%20de%20tortuga%20marina%20en%20aguas%20de%20jurisdicci%F3n%20Federal%20del.pdf>
- Eckert, K. L., K. A. Bjorndal, F. A. Abreu-Grobois y M. Donnelly (Editores). 2000 (Traducción al español). Técnicas de Investigación y Manejo para la Conservación de las Tortugas Marinas. Grupo Especialista en Tortugas Marinas UICN/CSE Publicación No. 4. 270pp.
- Fish, M. R. y C. Drews. 2009. Adaptación al cambio climático: opciones para las tortugas marinas. Informe de WWF, San José, 20pp.
- Harold, Sera y Karen L. Eckert. 2005. Tortugas Marinas del Caribe en Peligro: Un Manual para Educadores. Red de Conservación de Tortugas Marinas en el Gran Caribe (WIDECAST) Informe Técnico No. 3. Beaufort, North Carolina. 176 pp.
- INE. 2000. Instituto Nacional de Ecología. Programa Nacional de Protección, Conservación, Investigación, y Manejo de Tortugas Marinas.
- Márquez, M. R. 2003. Las Tortugas Marinas y Nuestro Tiempo. Fondo de Cultura Económica. México, D. F. 197pp.
- SEMARNAP, 2000. Programa Nacional de Protección, Conservación, Investigación y Manejo de Tortugas Marinas.106 pp.
- Semarnap.1996. Programa de Áreas Naturales Protegidas de México 1995-2000.
- Zurita J.C. y J. L. Miranda. 1993. Comité de protección de las tortugas marinas en Isla Cozumel, Q. Roo. 159-168. En: J. Frazier (ed.). Memorias del IV Taller Regional de Conservación de Tortugas Marinas, Península de Yucatán. UADY., Mérida, Yuc., México.

Fuentes:

- <http://www.imagenesINBio.com>
- <http://seaturtlestatus.org/sites/all/themes/custom/swot/img/lifecycle/lifecycle.jpg>
- Fotos Bel Air Collection Mapa Cancún



- <http://2.bp.blogspot.com/>
- www.tortuamigos.com
- <http://www.nmfs.noaa.gov/pr/images/turtles/greenturtle13>
- www.ecotoursdemexico.com
- http://www.biodiversidad.gob.mx/especies/especies_priori/fichas/pdf/tortugaCagua.ma.pdf
- CaribbeanConservationCorporation& Sea TurtleSurvival League (www.cccturtle.org)
- NOAA Fisheries Office of ProtectedResources(www.nmfs.noaa.gov/pr/species/turtles)
- Pritchard, P.C.H. y J.A. Mortimer. Taxonomía, Morfología Externa e Identificación de las Especies, p. 21-38. En: Eckert, K.L., K.A. Bjorndal, F.A. Abreu-Grobois y M.A. Donnelly (Editores). 2000 (Traducción al español). Técnicas de Investigación y Manejo para la Conservación de las Tortugas Marinas. Grupo Especialista en Tortugas Marinas UICN/CSE Pub. No. 4. WiderCaribbean Sea TurtleConservation Network (www.widecast.org).
- <http://relatosdelanaturaleza.files.wordpress.com/2013/09/p6250060b-copyright.jpg>
- <http://www.conserveturtles.org/pdf/education/SeaTurtleEducatorsGuide-Spanish.pdf>.
- <http://www.seaturtles911.org/image/hatchling-predators.jpg>.
- <http://cruiser.mototribe.com/sites/default/files/styles/large/public/photos/new/Crocodile%20and%20Turtle.png?itok=XIJD4AGL>
- https://www.google.com.mx/search?q=chelonia+mydas+desovando&biw=1431&bih=694&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0CAYQ_AUoAWoVChMI-Mfy66FyQIVikUmCh3fHQD2&dpr=0.9#tbm=isch&q=direccion+de+ecologia+cancun&imgcr=VkvCI9fEL7RtrM%3A
- <http://1.bp.blogspot.com>
- <http://www.profepa.gob.mx/innovaportal/files/3427/1/Acuerdo%20por%20el%20que%20se%20establece%20veda%20para%20las%20especie%20y%20subespecies%20de%20tortuga%20marina%20en%20aguas%20de%20jurisdicci%20F3n%20Federal%20del.pdf>

