



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO**

---

---

**FACULTAD DE CIENCIAS**

**ANIDACIÓN, PROTECCIÓN Y MANEJO DE LA  
TORTUGA CAGUAMA (*Caretta caretta*) EN LA  
PLAYA XCACEL-XCACELITO, Q.ROO, MÉXICO,  
EN LA TEMPORADA 2011**

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**

**BIÓLOGO**

**P R E S E N T A:**

**DANIELA ELOISA MEJÍA FIGUERAS**



**DIRECTORA DE TESIS:**

**M. EN C. MARÍA DEL PILAR TORRES GARCÍA**

**2014**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**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.

## **Datos del jurado**

### **1. Datos del alumno**

Mejía  
Figueras  
Daniela Eloisa  
55749876  
Universidad Nacional Autónoma de  
México  
Facultad de Ciencias  
Biología  
303567275

### **2. Datos del tutor**

M. en C  
María del Pilar  
Torres

### **3. Datos del sinodal 1**

M. en C.  
Adriana Laura  
Sarti  
Martínez

### **4. Datos del sinodal 2**

M. en C.  
Patricia  
Fuentes  
Mata

### **5. Datos del sinodal 3**

M. en C.  
María Isabel  
Rodríguez  
Romero

### **6. Datos del sinodal 4**

M. en C.  
María de Jesús  
Hernández  
León

### **7. Datos del trabajo escrito.**

Anidación, protección y manejo de la tortuga caguama (*Caretta caretta*) en la playa Xcacel-Xcacelito, Q. Roo. México, en la temporada 2011  
86 p.  
2014

***"El peor pecado para con nuestras criaturas amigas, no es el odiarlas, sino ser indiferentes con ellas, esa es la esencia de la inhumanidad"***

**George Bernard Shaw**



**Dedicado a las tortugas marinas, unos maravillosos seres que me enamoraron desde el primer instante, que me enseñaron sobre la fortaleza, la paciencia y la perseverancia, y que además siempre tienen el poder de sanar mi corazón y mi alma.**



**Y a todos los tortugeros que me han acompañado durante muchos días con sus largas noches y con quienes he compartido bellas experiencias, numerosas aventuras, risas, enojos, desvelos.... porque de todos he aprendido algo.**

# Agradecimientos

Agradezco en primer lugar a mis papás y a mi hermana, que siempre me han apoyado, creído en mí y han comprendido mi pasión por los animales

A mi tía Oli porque fue quien hace algunos años me sugirió el voluntariado en un campamento tortuguero, un lugar en el que aprendí muchísimas cosas y en donde conocería a uno de los amores de mi vida, las tortugas marinas.

A Leo una de las personas más extraordinarias que he conocido, por enseñarme tantas cosas sobre las tortugas y también sobre la vida, un excelente maestro pero sobretodo un gran amigo.

A Alejandro Arenas, quien también es un gran maestro tortuguero.

A Miriam Tzeek, muchas gracias por ayudarme con los datos que necesitaba.

A Flora, Fauna y Cultura de México A.C por darme la oportunidad de participar como voluntaria en el programa y sobre todo por permitirme hacer uso de la información recabada.

A todos los tortugueros que me acompañaron durante la temporada 2011, especialmente a Edith, Chucho, Magda, Javi, Nadia, Arely P., Arely F., Brenda, Tito, Rodolfo y Karina.

A un revisor anónimo por brindarme su tiempo, hacerme reflexionar y ayudarme enormemente a darle forma a esta tesis.

A los chicos del Laboratorio de Invertebrados porque fueron una parte importante de este largo proceso y por hacer más amenos esos días en el laboratorio.

A la M. en C. María del Pilar Torres García y la Biol. Erika Samanta Palacios por su asesoría, su apoyo, sus consejos y el cariño que me brindaron desde el principio.

A la M. en C. María de Jesús Hernández León por su valiosa ayuda con el análisis estadístico.

A las sinodales M. en C. Adriana Laura Sarti Martínez, M en C. María Isabel Rodríguez Romero y M. en C Patricia Fuentes Mata por hacer la revisión de mi tesis.

## ÍNDICE

1.0	INTRODUCCIÓN .....	1
1.1	Tortugas marinas en México.....	2
2.0	ANTECEDENTES:TORTUGAS MARINAS EN QUINTANA ROO.....	7
3.0	CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA TORTUGA CAGUAMA ( <i>Caretta caretta</i> ).....	10
3.1	Tortuga caguama en México.....	15
3.2	Importancia de la tortuga caguama en Quintana Roo .....	16
3.2.1	Principales amenazas .....	17
4.0	OBJETIVOS .....	21
5.0	JUSTIFICACIÓN .....	20
6.0	ÁREA DE ESTUDIO.....	21
7.0	METODOLOGÍA.....	28
7.1	Número de hembras registradas, éxito de anidación y eficiencia de marcado .....	32
7.2	Distribución y abundancia de anidaciones .....	33
7.3	Distribución de frecuencia de la hora de salida de hembras anidantes .....	33
7.4	Distribución de frecuencia de tallas.....	33
7.5	Frecuencia de anidación observada (FAO) .....	35
7.6	Intervalo de días de anidación.....	35
7.7	Distribución de anidaciones en las diferentes zonas de la playa ..	35
7.8	Condición física de las hembras .....	37
7.9	Distribución de anidaciones por zona y por manejo de nidada ....	40
7.10	Tamaño promedio de nidada .....	40
7.11	Periodo de incubación .....	40
7.12	Distribución y abundancia de emergencia de crías.....	40
7.13	Estado de los nidos: prtegido, depredado, destruido y no analizado .....	41
7.14	Porcentajes de eclosión, emergencia y sobrevivencia .....	41
7.15	Número de crías liberadas .....	42



<b>8.0 RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>43</b>
8.1 Número de hembras registradas, éxito de anidación y eficiencia de marcado .....	43
8.2 Distribución y abundancia de anidaciones .....	43
8.3 Distribución de frecuencia de la hora de salida de hembras anidantes .....	44
8.4 Distribución de frecuencia de tallas.....	46
8.5 Frecuencia de anidación observada (FAO) .....	48
8.6 Intervalo de días de anidación.....	49
8.7 Distribución de anidaciones en las diferentes zonas de la playa ..	50
8.8 Condición física de las hembras .....	52
8.9 Distribución de anidaciones por zona y por manejo de nidada en Xcachel .....	57
8.10 Distribución de anidaciones por zona y por manejo de nidada en Xcachelito .....	58
8.11 Tamaño promedio de nidada .....	59
8.12 Periodo de incubación.....	61
8.13 Distribución y abundancia de emergencia de crías.....	63
8.14 Estado de los nidos: prtégido, depredado, destruido y no analizado .....	64
8.15 Porcentajes de eclosión, emergencia y sobrevivencia .....	65
8.16 Porcentaje de eclosión de nidos <i>in situ</i> en las diferentes zonas ..	70
8.17 Número de crías liberadas .....	72
<b>9.0 CONCLUSIONES.....</b>	<b>73</b>
<b>10.0 RECOMENDACIONES .....</b>	<b>75</b>
<b>11.0 GLOSARIO.....</b>	<b>76</b>
<b>12.0 BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA.....</b>	<b>77</b>

# 1.0 INTRODUCCIÓN

Las tortugas marinas han estado presentes en los ecosistemas marinos y litorales desde hace más de 100 millones de años (Hirayama, 1998), teniendo un relevante papel ecológico al contribuir con la salud y mantenimiento de los arrecifes coralinos, las praderas de pastos marinos, los estuarios y las playas arenosas (Bouchard y Bjorndal, 2000), además han sido a lo largo de la historia humana una fuente importante de recursos económicos para las comunidades costeras.

Actualmente comprenden ocho especies organizadas en seis géneros y dos familias. Una familia, Cheloniidae, incluye siete de las ocho especies: *Caretta caretta* (Linnaeus), *Chelonia mydas* (Linnaeus), *Chelonia agassizii* (Bocourt), *Eretmochelys imbricata* (Linnaeus), *Lepidochelys kempfi* (Garman), *Lepidochelys olivacea* (Eschscholtz) y *Natator depressus* (Garman). La otra familia, Dermochelyidae, incluye sólo una especie, *Dermochelys coriacea* (Vandelli) (Frazier, 1999).

Todas las tortugas marinas poseen fases juveniles oceánicas, a excepción de la tortuga *Natator depressus* (kikila) endémica de Australia. La historia de vida generalizada de las tortugas marinas incluye dos etapas entre la eclosión y la madurez sexual, que consisten en etapa juvenil y subadulto. Las crías emergen del nido, se dirigen hacia el agua y comienzan a nadar con frenesí hacia las corrientes alejadas de la costa. Los juveniles pasan algunos años en el hábitat oceánico antes de cambiar a la etapa subadulto (en aguas más someras) en las áreas de alimentación donde permanecen aproximadamente una década antes de alcanzar la madurez. Esta conducta no aplica para la tortuga aplanada o kikila, por no presentar la fase juvenil oceánica, y en el caso de la tortuga laúd, su biología antes de la maduración es desconocida, por lo que el estudio de este aspecto es prioritario para su conservación (Bowen, y Karl 2007).

Con excepción de la tortuga lora y kikila, las tortugas marinas son cosmopolitas y habitan todas las cuencas oceánicas, con representación de algunas especies desde el Ártico hasta Tasmania. La tortuga lora está concentrada principalmente

en el Golfo de México y la costa oriental de Estados Unidos (Meylan y Meylan, 2000).

Las 8 especies de tortugas marinas han sufrido una importante regresión de sus poblaciones, debido principalmente a factores antropogénicos como la sobrepesca, destrucción de su hábitat y contaminación. Como consecuencia de esto, actualmente todas las especies están catalogadas como “Críticamente amenazadas”, “Amenazadas”, o “Vulnerables” por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) (Eckert et al ,1999) y se encuentran incluidas en el apéndice I de los Acuerdos de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Flora y Fauna Silvestre (CITES, por sus siglas en inglés), y en México en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2001 en la categoría de “En Peligro de Extinción” . Ante dicha situación se han creado programas de conservación que tienen como finalidad recuperar y mantener el equilibrio entre las poblaciones de tortugas marinas (Bárceñas y Maldonado, 2009). Sin embargo, para lograr un buen manejo es indispensable una comprensión de la biología de la reproducción y la anidación de estos organismos, siendo el ambiente en las playas de anidación el que proporciona una muy importante oportunidad para estudiar estos aspectos, sin este conocimiento los esfuerzos de conservación podrían resultar perjudiciales (Richardson,2000).

## 1.1 Tortugas marinas en México

México posee 7 de las 8 especies de tortugas marinas que existen en el mundo (Fig.1) y presenta los principales sitios de anidación de 5 especies (Márquez, 1990). En las costas del Golfo de México la tortuga lora (*L. kempii*) es endémica, el sitio de mayor importancia para su anidación está en Rancho Nuevo, Tamaulipas. Las principales áreas de anidación de la tortuga carey (*E. imbricata*) son las costas de la península de Yucatán (Yucatán Q. roo y Campeche). Las anidaciones de caguama (*C. caretta*) y blanca (*C. mydas*) en Quintana Roo son de interés para la conservación a nivel regional. Para la costa del pacífico, la tortuga golfina (*L. olivacea*) tiene una gran concentración de anidación en la playa La Escobilla,

Oaxaca; para la laúd (*D. coriacea*) Michoacán, Guerrero y Oaxaca; y la negra o prieta (*C. agassizii*) las costas de Michoacán presentan las principales colonias de anidación (Zurita et al., 1993).



**Figura 1. Especies de tortugas marinas de México**

En México las tortugas marinas son importantes desde diversos puntos de vista, como los de índole religioso, cultural, educativo, estético, biológico, ecológico, económico, investigación y conservación, entre otros (SEMARNAP, 2001).

Para la protección de las tortugas marinas, el Gobierno de México ha dictado y vigilado el cumplimiento de diversas reglamentaciones jurídicas tales como leyes, decretos y acuerdos que protegen a las especies que habitan el territorio. Incluye vedas, creación de áreas naturales para conservación de las especies y elaboración de normas y leyes que involucran acciones para la conservación de las tortugas marinas (CONANP, 2011).

México es uno de los pocos países en el mundo que tiene un programa nacional de protección de tortugas marinas, el cual se ratificó en 1990, cuando se decretó la veda total y permanente para todas las especies, sus productos y derivados en territorio y aguas nacionales (Iturbe-Darkistade, 2011).

Los primeros estudios sobre tortugas marinas en México se iniciaron entre 1962 y 1963, por parte del gobierno federal a través del Instituto Nacional de Investigaciones Biológico Pesqueras. Los biólogos Aurelio Solórzano y Dilio Fuentes organizaron las primeras prospecciones en las áreas donde había registros de captura, particularmente en el sureste, en la península de Yucatán, donde se desarrollaba una pesquería formal de tortuga marina, la cual exportaba sus productos a Florida, varias docenas de tortugas blancas vivas que se capturaban en los alrededores de las islas Holbox, Mujeres y Cozumel y frente a Playa del Carmen y Boca Paila. A estos primeros investigadores se les sumaron los biólogos Juan Manuel de la Garza, Manuel Solís y René Márquez, quienes además de las investigaciones en las áreas de anidación de esa región caribeña, también iniciaron trabajos de muestreo de la captura comercial (Márquez 2002).

El Programa Nacional de Tortugas Marinas se inició en 1964, por instrucciones del subdirector de pesca, Dr. Rodolfo Ramírez G., este programa fue organizado dentro de la Sección de Herpetología, a cargo de René Márquez, la cual formaba parte de la división de Vertebrados Marinos, que dirigía el biólogo Ernesto Ramírez. A partir de entonces, en todo el país se intensificaron las prospecciones para determinar las principales áreas de anidación y de pesca y en 1966 se instalaron, por primera vez, los campamentos tortugeros móviles: en Rancho Nuevo y Barra de Calabazas en Tamaulipas; Boca de Apiza en Michoacán; y boca de Pascuales en Colima. En 1967 surgió La Escobilla en Oaxaca; Piedra del Tlalcoyunque en Guerrero; y Playón de Mismaloya en Jalisco. Con el tiempo se establecieron más de 14 campamentos con apoyo de la Secretaría de Pesca, que después se convertiría en 1994 en la Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP) y posteriormente en 2000 al cambiar la Ley de Administración Pública Federal se convirtió en la Secretaría del Medio Ambiente

y Recursos Naturales (SEMARNAT). Para esto se contó, con el apoyo de la Secretaría de Marina y del sector pesquero. La SEMARNAP inició actividades para la instalación de centros de investigación para tortugas marinas en 6 de las más importantes playas de anidación: Rancho Nuevo, Tamaulipas; Isla Aguada Campeche; Ría Lagartos, Yucatán; el Verde Camacho, Sinaloa; La Escobilla y Barra de la Cruz, Oaxaca; además de la construcción del Centro Mexicano de la Tortuga en la región de Mazunte, Oaxaca (Márquez, 2002).

En 1986 se decretaron como zonas de reserva y sitios de refugio para la protección, conservación, repoblación, desarrollo y control de las diversas especies de tortugas marinas, a los lugares en que anidan y desovan dichas especies; pero a pesar de estas disposiciones la captura no disminuyó, razón por la cual se decretó la veda total y permanente en 1990; en este año también se ratifica el Programa Nacional de Protección y Conservación de las Tortugas Marinas a cargo de la entonces Secretaria de Desarrollo Urbano y Ecología (SEDUE ) (Iturbe-Darkistade, 2011).

En 1992 México se adhiere a la Convención sobre Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Flora y Fauna Silvestres (CITES); en 1993 se constituye el Comité Nacional para la Protección y Conservación de Tortugas Marinas, integrado por representantes de los sectores productivo, académico y gubernamental. También en este año se establece el uso obligatorio en las embarcaciones pesqueras de dispositivos excluidores de tortugas marinas (DET) en el Golfo de México y Caribe (Iturbe-Darkistade, 2011).

En 1994 se publica la Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-1994, por la que se determina que las 7 especies de tortuga marina se ubiquen en la categoría de “en peligro de extinción”. En 1996 se publica la Norma Oficial de Emergencia NOM-EM-001-PESC-1996, en la que se establece el uso obligatorio de dispositivos excluidores de tortugas marinas en las redes de arrastre durante las operaciones de pesca de camarón en el Océano Pacífico, incluyendo el Golfo de California. (Iturbe-Darkistade, 2011).

Actualmente en México la protección y conservación de las tortugas marinas se lleva a cabo principalmente en los campamentos tortugeros, dentro del Programa Nacional de Protección, Conservación, Investigación y Manejo de Tortugas Marinas, el cual, a partir del año 2005, pasó de la Dirección General de Vida Silvestre (DGVS) a la Dirección General de Operación Regional de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP). Existen 27 campamentos, denominados Centros de Protección y Conservación de las Tortugas Marinas (CPCTM), 9 en el Golfo de México (Tamaulipas, Veracruz y Campeche), 3 en el Caribe (Yucatán y Quintana Roo) y 15 en el Pacífico (Sinaloa, Nayarit, Jalisco, Colima, Michoacán, Guerrero, Oaxaca y Chiapas), incluido el Centro Mexicano de la Tortuga, ubicado en Mazunte, Oaxaca.

En estos campamentos, la especie que cuenta con la mayor atención es la golfinia (con 15 campamentos), seguida de la laúd (con 11 campamentos) y la blanca (con 10 campamentos). Las tortugas que reciben menor atención son la carey y la prieta (con 3 campamentos cada una) y la caguama (1 campamento). Además de los CPCTM, existen otros 174 campamentos tortugeros, tanto fijos como temporales, que también llevan a cabo acciones de protección y conservación, además de ser operados bajo convenios de colaboración por organismos no gubernamentales, dependencias de gobiernos estatales, centros de investigación, hoteles y con la participación de las comunidades costeras (SEMARNAT, 2009).

Los campamentos tortugeros fueron diseñados originalmente para la conservación, sin embargo, al mismo tiempo se empezó a desarrollar un archivo de información básica, particularmente sobre la importancia de las playas de anidación, se llevaron a cabo evaluaciones para estimar el tamaño de las poblaciones anidadoras, mediciones morfométricas y se inició un programa de marcado, también de carácter nacional. Mediante el marcado y los datos básicos que se toman al momento de realizar el manejo de las hembras anidadoras, se ha podido tener una mejor comprensión del ciclo de vida de las especies (Márquez, 2002).

Otra de las estrategias que ha servido directa o indirectamente para la protección de las tortugas marinas ha sido la creación de áreas naturales protegidas (ANP's).

Aunque algunas de ellas han sido creadas directamente para la protección de estos animales, otras las han incluido paralelamente dentro de sus objetivos. Para el año 2008, 24 ANP federales decretadas incluyeron entre sus objetivos la protección de las tortugas marinas (SEMARNAT, 2009).

## 2.0 ANTECEDENTES: TORTUGAS MARINAS EN QUINTANA ROO

En las costas de Quintana Roo se encuentran 4 especies de tortugas marinas; la caguama y la blanca son las que anidan con mayor frecuencia, seguidas de la tortuga carey y en raras ocasiones la laúd.

Debido al desarrollo económico de la zona central del estado, se presenta una problemática especial para estas cuatro especies, por un lado el saqueo de nidos, caza de organismos para la obtención de carne y la pesca incidental con anzuelos y redes; y por otro lado el hecho de que es una zona turística, lo que ha traído como consecuencia la invasión y/o destrucción de las áreas de anidación por parte de los desarrollos turísticos (Iturbe-Darkistade, 2011).

En Quintana Roo se han realizado acciones de conservación de tortugas marinas desde el inicio del Programa Nacional (Zurita- Guitierrez et al, 1993).

A partir de la década de los ochenta, la participación de los diferentes sectores de la sociedad (gobierno, ONG, academia, cooperativas pesqueras, empresarial, prestadores de servicios) ha contribuido en acciones de protección y generación de conocimiento de las especies de tortugas marinas a través de campamentos de protección en las playas de anidación (Aviña, s/a;García et al., 1993; Zurita y Prado, 2007). En 1984 se realizó la primera reunión interinstitucional para la protección de tortugas en el estado; al año siguiente, se definieron las áreas correspondientes para cada institución en la instalación de campamentos para coordinar esfuerzos y recursos. La SEDUE inició en 1984 un programa de



protección en Isla Contoy, en 1985 continuó las labores de protección y estableció dos campamentos más, uno en las cercanías de Tulum y otro en Mahahual, al sur del estado, en donde continuaron trabajando hasta 1991. El Centro de Investigaciones de Quintana Roo (CIQRO) tuvo un programa de protección de 1983 a 1985, luego se suspendió y a partir de 1987 se le dio seguimiento a las poblaciones de tortugas marinas que anidan en el litoral central de Quintana Roo; además, en 1988 se monitorearon los primeros 8 km de playa en isla Holbox. Posteriormente PRONATURA ha continuado la protección de las playas de dicha isla desde 1990 (Gil y Miranda 1990). En 1990 comenzó el registro de las poblaciones de tortugas marinas en isla Cozumel, formando el primer Comité de Protección de Tortugas Marinas a nivel municipal, en coordinación con instituciones y la comunidad cozumeleña. En 1991, Amigos de Sian Ka'an, inició la protección de tortugas en Punta Pájaros, dentro de la Reserva de la Biósfera de Sian Ka'an (Zurita-Gutiérrez et al, 1993).

A mediados de 1995 el CIQRO desaparece, por lo que el Parque Xcaret decide continuar con las labores de protección y registro, el personal encargado del programa se traslada a El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR) en Chetumal, sin embargo, después se cede definitivamente al Parque Xcaret que opera el programa hasta el año 2001, en 2002 se decide ponerlo en manos de la Asociación Civil Flora, Fauna y Cultura de México sumando esfuerzos con diversos sectores involucrados en la protección y conservación del recurso, tales como SEMARNAT, PROFEPA, organismos de la sociedad civil, gobiernos estatal y municipal y otras empresas, asegurando así la continuidad del Programa de Protección y Conservación de Tortugas Marinas en el Litoral Central del Estado de Quintana Roo (Iturbe-Darkistade, 2011). Actualmente este programa protege 12 playas, en 4 de ellas existe un campamento donde se alojan trabajadores y voluntarios: Aventuras –DIF, Xcacel, Xel-Ha, y Cahpechen; 3 playas en las que se realizan recorridos nocturnos con el apoyo de los campamentos establecidos: Tankah, Chemuyil y Kanzul. Además, existen 5 playas en las que no hay campamentos, por lo que solo se llevan a cabo recorridos diurnos cada 15 días para identificar las nidadas, estos son: Punta Venado, Paa mul, Punta Cadena,

Yu-yum y San Juan (Iturbe-Darkistade, 2011). En estas playas se protegen las especies de tortuga verde y caguama, y los trabajos de monitoreo han permitido obtener información sobre la biología de estas especies y contribuido a su protección y conservación.

En 2001 se estableció la Mesa de Trabajo para la Protección, Conservación y Recuperación de las Tortugas Marinas en el Estado de Quintana Roo, denominándose a partir del 2005 Comité Estatal para la Protección, conservación, Investigación y Manejo de Tortugas Marinas en Quintana Roo. El Comité de Protección siempre ha contado con la participación de centros de investigación o escuelas de nivel superior, quienes han desarrollado programas de investigación sobre tortugas marinas, y tiene el respaldo de las comunidades costeras a través de las ONG que han desarrollado programas educativos (Zurita y Prado, 2007) .

### 3.0 CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA TORTUGA CAGUAMA (*Caretta caretta*)

- **Taxonomía:**

Reino: Animalia

Phylum: Chordata

Clase: Reptilia

Subclase: Anapsida

Orden: Testudines

Suborden: Cryptodira

Superfamilia: Chelonioidae

Familia: Cheloniidae

Género: *Caretta*

Especie: *C. caretta*

- **Categoría de riesgo**

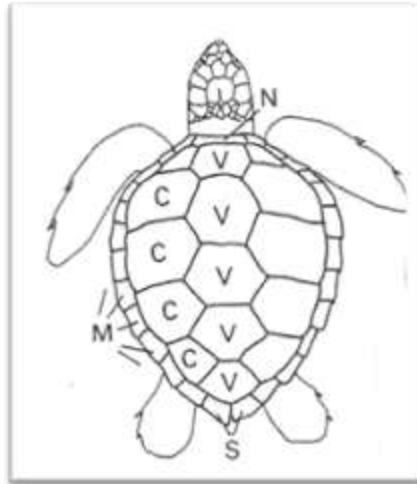
**NOM-059-SEMARNAT-2001.** P, En peligro de extinción (SEMARNAT, 2010).

**IUCN.** En Peligro. En A2bd, (IUCN, 2010).

**CITES:** Apéndice I, Peligro de extinción (CITES, 2010).

- **Morfología**

La cabeza es grande en relación a su cuerpo y en comparación con las otras especies, con un ancho hasta de 28 cm, con dos pares de escamas prefrontales y pico córneo muy grueso. El carapacho es cardiforme, cubierto con 15 escudos mayores yuxtapuestos: cinco dorsales y 5 pares laterales. Generalmente poseen 12 (a veces 13) pares de escudos marginales, incluyendo el escudo supracaudal (Fig. 2). El plastrón con tres escudos inframarginales en cada puente, sin poros. Las aletas delanteras son relativamente cortas en comparación con las de otras especies, posee dos uñas en el borde anterior de cada aleta.



**Figura 2. Morfología de *Caretta caretta* vista dorsal tomado de Kamezaki, 2010. V: escudos vertebrales o dorsales; C: escudos costales; M: escudos marginales; N: escudos nucales; S: escudos supracaudales**

Las crías son de color café oscuro con márgenes claros, excepto las quillas del plastrón (Fig 3). Los adultos dorsalmente son café rojizos, con manchas irregulares claras y oscuras, flancos anaranjados y parte ventral cremosa (Fig.4)

La longitud del carapacho en adultos va de 72.89 a 103.9 cm y el peso de 65.7 a 107 kg (Márquez, 2002).



**Figura 3. Cría de tortuga caguama**



Figura 4. Tortuga caguama adulta

- **Aspectos biológicos**

Las crías de caguama se han localizado en mar abierto en el ambiente pelágico asociado a comunidades flotantes de *Sargassum*, donde permanecen durante varios años hasta la etapa juvenil cuando abandonan el hábitat pelágico y emigran hacia aguas costeras y estuarinas donde se desarrolla la etapa subadulta. Se estima que su edad de maduración es entre 12 -30 años (Briseño-Dueñas y Abreu-Grobois,1998). Los machos migran con las hembras desde las áreas de alimentación hacia las áreas de reproducción donde se aparean desde finales de marzo hasta junio y al término los machos parten de regreso a las áreas de alimentación. Las hembras se quedan para depositar los huevos en las playas y llegan a tener entre una y seis anidaciones por año, con un máximo reportado de 7 (Lenarz, et al, 1981), en intervalos de 12 a 16 días. El tamaño de la nidada es de 100-126 huevos. La incubación de los huevos es de 55 a 60 días en promedio, dependiendo de la temperatura de incubación (Miller et al., 2003).

Es común en esta especie las salidas a anidar sin puesta, se indican valores hasta del 50% en la proporción de salidas sin éxito de anidación, por razones que van desde la actividad humana hasta factores intrínsecos de las hembras (CONANP, 2011<sub>a</sub>). Los ciclos de anidación de esta especie son de 2, 3 y 4 años (Dodd, 1988).

Los neonatos, después de reabsorber el vitelo, se alimentan de microplancton, en su etapa juvenil en la zona pelágica se alimentan de moluscos, celenterados y cefalópodos, y los subadultos y adultos son primordialmente depredadores de invertebrados bentónicos (moluscos, crustáceos) (Briseño-Dueñas y Grobois. 1998).

La temporada de anidación depende del hemisferio donde se encuentren, en el Hemisferio norte comprende los meses de abril a agosto o septiembre y en el Hemisferio sur es de octubre a marzo (Dodd, 1988).

- **Ciclo de vida**

Las tortugas caguamas ocupan tres diferentes ecosistemas durante su vida: zona terrestre, zona oceánica y zona nerítica. Anidan en playas oceánicas, generalmente prefieren zonas de alta energía, relativamente angostas, con pendientes abruptas, y de grano grueso. Inmediatamente después de que las crías emergen del nido comienzan un periodo de hiperactividad moviéndose desde el nido hacia las olas, y se alejan nadando durante varios días. Después de este periodo de frenesí, las crías recién emergidas se alojan en áreas donde el agua superficial converge para formar contra-surgencias (downwellings). Estas áreas se caracterizan usualmente por la acumulación de material flotante como algas. Las crías pueden permanecer varios meses en aguas cercanas a las playas de anidación o ser llevadas lejos por las corrientes oceánicas, entrando así a la zona oceánica. Entre los 7 y 12 años, las juveniles oceánicas migran a zonas cercanas a la costa, donde continúan su maduración hasta la etapa adulta. Los ejemplares adultos son mejor conocidos en costas someras adyacentes a las playas de anidación (Dodd, 1988) (Fig.5).

esta especie (CONANP, 2011 a). En el Atlántico anida especialmente en el sureste de Estados Unidos, en el Caribe, y en México en el estado de Quintana Roo. No es frecuente encontrarla dentro del Golfo de México (Márquez, 2002) (Fig. 6).

La población anidadora del Atlántico Oeste es la más grande identificada hasta ahora y se encuentra dividida en al menos 5 subpoblaciones (Encalada et al, 1998, Francisco Pearce, 2001): Norte de EUA, Península de Florida, Dry Tortuga, Norte del Golfo de México y Gran Caribe que incluye la de Quintana Roo (TEWG, 2009).

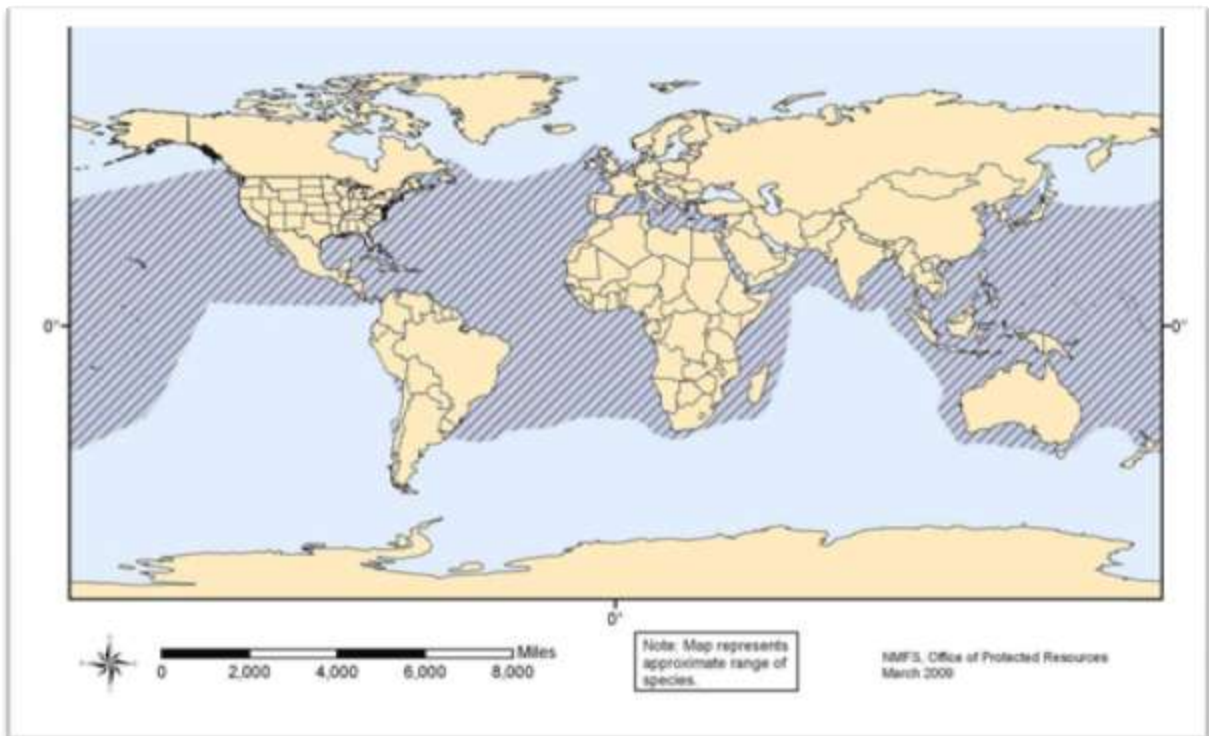


Figura 6. Mapa de distribución de *Caretta caretta*. Fuente: <http://www.nmfs.noaa.gov/>

### 3.1 Tortuga caguama en México

Esta especie se distribuye en ambos litorales de la República Mexicana. Anida en las costas del Golfo de México con anidaciones raras o escasas en

Tamaulipas, Veracruz y Yucatán (Dodd, 1988), y el Caribe mexicano, siendo la zona de mayor densidad de anidación la costa del Estado de Quintana Roo (CONANP, 2011), especialmente en Isla Cozumel y Boca Paila (Márquez

1990), en Isla Holbox, Isla Mujeres; en la parte continental se registran desde la parte norte de Cancún por todas las playas de lo que hoy es el corredor turístico que incluyen Puerto Morelos, Playa del Carmen y las playas conocidas como Punta Venado, Paamul, Aventuras, DIF, Chemuyil, Xcacel, Xel ha, Tankah, Kanzul, Lirios, Yu Yum, San Juan, Punta Cadena y en la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an. Un menor número de anidaciones se presentan en la costa noroeste de la península de Yucatán, desde Cabo Catoche e Isla Contoy a la Bahía Ascensión (Márquez, 1990). En el litoral del pacífico mexicano la especie no cuenta con zonas de anidación; la población identificada de tortuga caguama en Bahía de Ulloa, Baja California Sur es mantenida en su totalidad por las anidaciones que ocurren en el archipiélago Japonés (CONANP, 2011<sub>a</sub>).

### **3.2 Tortuga caguama en Quintana Roo**

Como se mencionó anteriormente, la mayor abundancia de anidaciones de tortuga caguama en México se encuentra en el Estado de Quintana Roo; de los 900 km de costa que tiene este estado, aproximadamente 200 km son playas de anidación (CONANP, 2011<sub>b</sub>).

La población de caguama que anida en Quintana Roo, México, es una de las cinco unidades demográficas en el Atlántico identificadas por su estructura genética, la cual está constituida por varias colonias que presentan la mayor diversidad genética con respecto a las poblaciones del Atlántico Norte (Encalada *et al.*, 1999). Esta población es la tercera más grande en el Atlántico Occidental alcanzando entre 1,331 y 2,166 anidaciones por año a mediados de la década de 1990 (Zurita – Gutiérrez *et al.*, 1993) y entre 1000 y 2000 nidos en promedio en los últimos 10 años (CONANP, 2011<sub>a</sub>).

Además, esta población contribuye a los ecosistemas marinos a todo lo largo del Atlántico Norte y las aguas europeas (Zurita-Gutiérrez, 1999)

En Q. Roo se han llevado a cabo estudios desde 1984 y para principios de los 90's se identificaron casi todas las playas de anidación para esta especie. El 85% de la anidación de esta especie ocurre en la costa central, desde Punta Venado



hasta Punta Allen, de esta área se han definidos 8 playas índice: Paamul, Aventuras DIF, Xcacel-Xcacelito, Tankah, Kanzul, Cahpechen y San Juan; las cuales han sido estudiadas constantemente y donde se realizan monitoreos diarios durante toda la temporada de anidación, que comienza el 1 de mayo y concluye el 31 de octubre. Estas 8 playas equivalen al 10% de cobertura total de playas de anidación y constituyen las áreas con el 65% de las nidadas protegidas para todo el estado (TEWG, 2009).

El Grupo de Trabajo de Expertos en Tortugas (TEWG por sus siglas en inglés) indica que el tamaño de la población de tortuga caguama en estas 8 playas índice fue de un promedio anual de 1,674 nidos en el período de 1989 a 2006, ocupando el séptimo sitio de importancia en el Atlántico. Este grupo realizó un análisis de la tendencia en el número de anidaciones en las 8 playas índice, concluyendo que en el periodo entre 1995 y 2006, la población anidadora sufrió una declinación de más del 5% anual. Este comportamiento de disminución es similar a lo ocurrido con las poblaciones del Atlántico del Norte, y al igual que en éstas, no hay evidencia de que las hembras anidadoras se estén desplazando hacia otras áreas de reproducción (TEWG, 2009).

De acuerdo con el número de anidaciones, la colonia de Quintana Roo se considera de tamaño intermedio, pero igual que en el caso de Brasil, su distinción genética le confiere una mayor importancia en cuanto a conservación y manejo (Ehrhart et al, 2003).

### **3.2.1. Principales amenazas**

- **Captura ilegal y saqueo de huevos:** el mayor número de nidadas saqueadas de tortuga caguama en Quintana Roo está en el litoral central, que coincide con la mayor abundancia de anidaciones en el área. Se registró hasta el 10% de saqueo de nidos en 1996, y en la actualidad no sobrepasa el 6% anual (FFCM, 2007).

El mayor número de nidos saqueados se registran en playas que están dentro de algún Área Natural Protegida, como la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, Parque Nacional Tulum y Parque Nacional Arrecifes de

Cozumel. Uno de los principales problemas en las áreas protegidas es el poco personal para la vigilancia (Salazar – Vallejo et al., 1992).

- **Captura incidental:** Otra de las causas importantes de mortalidad para la tortuga caguama es la captura incidental en barcos arrastreros, tanto en su hábitat en aguas costeras de Estados Unidos como en México, donde coincide con áreas de alimentación de la especie (CONANP, 2011<sub>b</sub>). Sin embargo, no se tienen evaluaciones sobre cómo afectan las artes de pesca que se utilizan en la pesca ribereña en las costas del Golfo de México y del Caribe mexicano a las tortugas caguama. (Zurita y Prado, 2007).
- **Perturbación del hábitat por actividad humana:** Quintana Roo posee un gran desarrollo económico en la zona costera, y el deterioro por la inadecuada planificación está ocasionando cambios de gran magnitud (Salazar - Vallejo et al., 1992). En las playas de Chanyuyu y Fátima, en el complejo turístico de Puerto Aventuras, ya no se registran anidaciones de la tortuga caguama debido a que construyeron una escollera, nivelaron la duna mezclando arena de la playa con material calcáreo y por el efecto de la iluminación artificial de los hoteles por el desarrollo turístico (Zurita et al., 1993). Una de las playas de mayor importancia para la tortuga caguama es Aventuras DIF, donde extrajeron arena en 1989 dejando solamente una porción de la duna y en 1999 se construyó un complejo turístico e instalaron geotubos frente a la playa para contener la erosión. Estas estructuras ocasionaron variación en el número de anidaciones por zonas en la playa (Herrera, 2006). Asimismo, se tiene la amenaza de futuros desarrollos turísticos en las playas de Chemuyil y Xel-Há, que colindan con el Santuario de la Tortuga Marina X'cacel–X'cacelito. Este Santuario tiene 2.5 km de longitud por 100 m de ancho, y ecológicamente es muy vulnerable (CONANP, 2011<sub>b</sub>).
- **Modificación del hábitat por fenómenos naturales:** Un factor importante en los cambios del hábitat son los huracanes, ya que el 46% de los que han tocado costa en un periodo de 50 años han pasado por la Península de

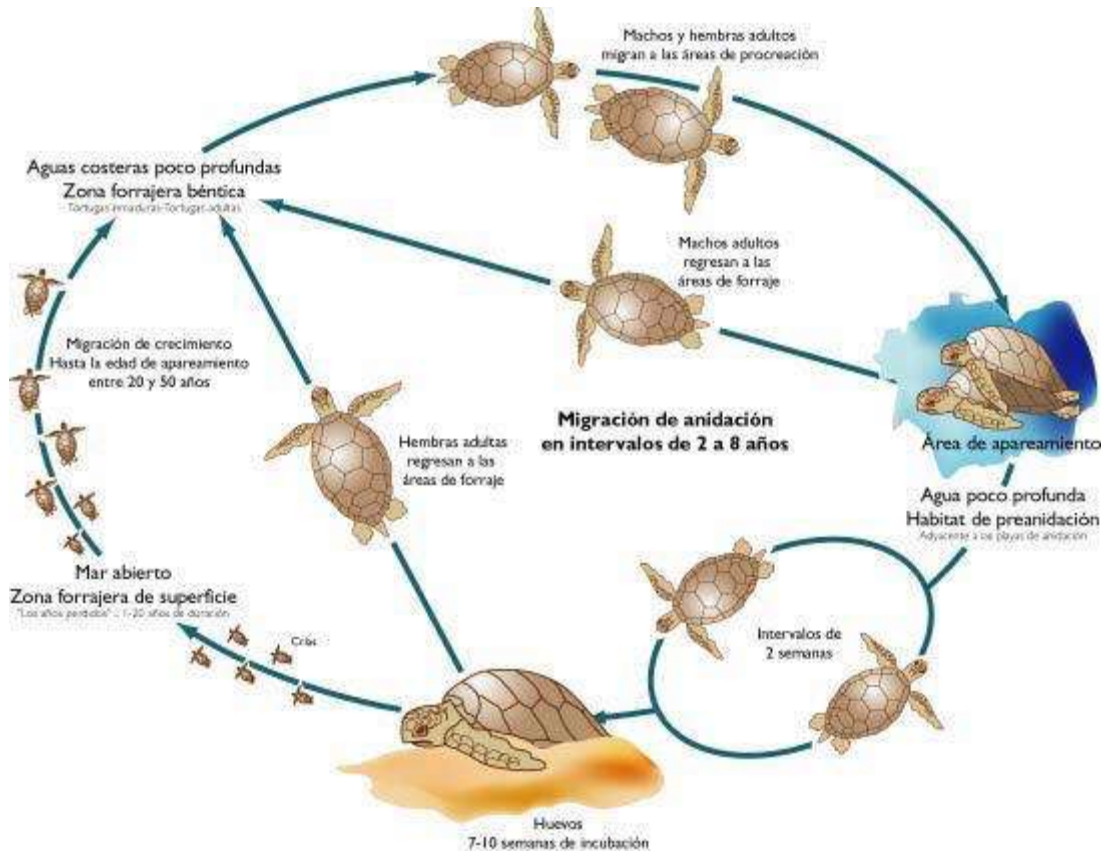


Figura 5. Ciclo de vida de las tortugas marinas/ Imagen: Adaptado por Didier Chacón basado en Lutz y Musick(1996)

- **Distribución**

Tienen una distribución circunglobal, habitan las plataformas continentales, bahías y estuarios a lo largo de las regiones templadas, subtropicales y tropicales de los Océanos Atlántico, Pacífico e Índico, así como de los mares: Mediterráneo, Rojo y Negro. El límite de su distribución es dependiente de la temperatura, ya que se distribuyen ampliamente en costas tropicales y subtropicales, y raramente sobreviven a temperaturas menores a los 10°C. Los adultos de esta especie se caracterizan por realizar migraciones extensas entre sus áreas de alimentación y las playas de anidación. Durante el verano las anidaciones se presentan principalmente en las zonas subtropicales (Dodd, 1988). La mayor concentración de playas de anidación está en Carolina del Norte y Carolina del Sur, y Georgia, en las costas del Atlántico y Golfo de Florida en EUA que junto con las poblaciones de Oman y Australia constituyen el 88% de la población mundial de

Yucatán. De junio a octubre es la época de incidencia de huracanes (Morales, 1993) que coincide con la época de anidación y eclosión de las tortugas.

Los huracanes pueden generar altas mareas que cubren las playas por varios días, causando la destrucción de los huevos y la muerte de las crías. En 2005, a pérdida de nidadas por inundación llegó al 72.32% (635 nidos) en el litoral central por los efectos de los huracanes Wilmall y Emilyll (FFCM, 2005). Asimismo, el huracán —Deanll destruyó el 39.24% del total de nidadas (456 nidos) en el año 2007 (FFCM, 2007).

También la erosión de las playas puede limitar la disponibilidad de áreas para la anidación y destruir completamente las nidadas. Castañeda (1994) reporta la erosión por zonas de las playas en Kanzul, Cahpechen y Lirios, cuyos sitios inundados están relacionados con la pendiente baja. esta erosión puede verse acelerada por la actividad humana a través de los desarrollos y actividades en la costa.

- **Enfermedades:** una enfermedad que afecta a las tortugas marinas es la fibropapilomatosis, caracterizada por tumores externos e internos en las. Las tortugas con esta enfermedad se debilitan severamente, y en casos graves causa la muerte por inanición o por invasión de los órganos internos (Herbst y Klein, 1995)

## 4.0 OBJETIVOS

### **I. Descripción y análisis de las características de las hembras de tortuga caguama y su anidación en la playa Xcachel - Xcachelito durante la temporada 2011**

- 1.1 Número de hembras registradas, éxito de anidación y esfuerzo de marcado
- 1.2 Distribución y abundancia de anidaciones
- 1.3 Distribución de frecuencia de la hora de salida de las hembras anidantes
- 1.4 Distribución de frecuencia de tallas
- 1.5 Frecuencia de anidación observada (FAO)
- 1.6 Intervalo de días de anidación
- 1.7 Distribución de las anidaciones en las diferentes zonas de la playa
- 1.8 Condición física de las hembras

### **II. Análisis sobre el manejo de nidadas (*in situ*, reubicado, corral) y emergencia de crías**

- 2.1 Manejo de nidadas en la temporada
- 2.2 Distribución de anidaciones por zona y por manejo de nidada
- 2.3 Tamaño promedio de nidada
- 2.4 Tiempo de incubación
- 2.5 Distribución y abundancia de emergencia de crías
- 2.6 Estado de los nidos: protegido, depredado, destruido, no analizado
- 2.7 Porcentajes de eclosión, emergencia y sobrevivencia
- 2.8 Número de crías liberadas

## 5.0 JUSTIFICACIÓN

El presente trabajo tiene como finalidad presentar algunos de los aspectos de la biología de anidación de la tortuga caguama en la playa Xcacel-Xcacelito, y analizar las medidas de protección y manejo que se llevan a cabo, utilizando los datos recabados durante mi estancia en la temporada 2011 para resaltar la importancia de esta playa como una de las áreas más importantes para la anidación de esta especie en Quintana Roo; así como mostrar la relevancia que tiene la obtención de datos durante los monitoreos que se realizan cada año y la necesidad de llevar a cabo más estudios con el fin de mejorar el programa de protección.

## 6.0 ÁREA DE ESTUDIO

La playa Xcacel-Xcacelito se localiza en la costa central de Quintana Roo, México, en el municipio de Solidaridad, a la altura del Km 112 de la carretera Cancún-Chetumal. Limita al norte con la playa de Chemuyil, al sur con la Caleta de Xel-Ha, al este con el Mar Caribe y al oeste con la carretera federal 307. Se ubica a 112 Km al sur del centro turístico de Cancún y a 18 Km al norte de Tulum. La playa se divide en dos bahías, Xcacel de 1.8 km y Xcacelito de 1.9 km. Sus puntos extremos se ubican entre las coordenadas 20°17'30"- 20°22' de latitud norte y 87°21'30" – 87°26' de longitud oeste (SEMARNAT, 2006) (Fig. 7).



Figura 7. Ubicación geográfica de la playa Xcacel-Xcacelito (SEMARNAT, 2006)

La zona fue decretada como Zona sujeta a Conservación Ecológica, Santuario de la Tortuga Marina el 21 de febrero de 1998 por el Gobierno del Estado de Quintana Roo, esto con el fin de preservar los procesos ecológicos esenciales y los sistemas que sustentan la vida en la zona, la diversidad genética y asegurar la utilización de recursos de manera sustentable (POGQR, 2000). El 28 de abril del 2000, el Gobierno del Estado de Quintana Roo decretó al Programa de Manejo de la Zona sujeta a Conservación Ecológica “Santuario de la Tortuga Marina, Xcacel-Xcacelito”(Fig. 8). Actualmente se está ejecutando este Programa de Manejo, a través de la Dirección del Santuario de la Tortuga Marina. La Zona sujeta a Conservación Ecológica se limita únicamente al ámbito estatal (Alvarado-Padilla, 2003).



Figura 8. Entrada al Santuario de la tortuga marina Xcacel-Xcacelito en Quintana Roo.

El Santuario se ubica dentro de la zona ecológica conocida como trópico húmedo, y pertenece a la provincia ecológica Karst Yucateco. La parte protegida terrestre es de 34.7 ha, mientras que en el ambiente marino el área protegida es de 327.4ha, lo que representa un total de 362.1 ha protegidas por decreto (POGQR, 2000) (Fig. 9).



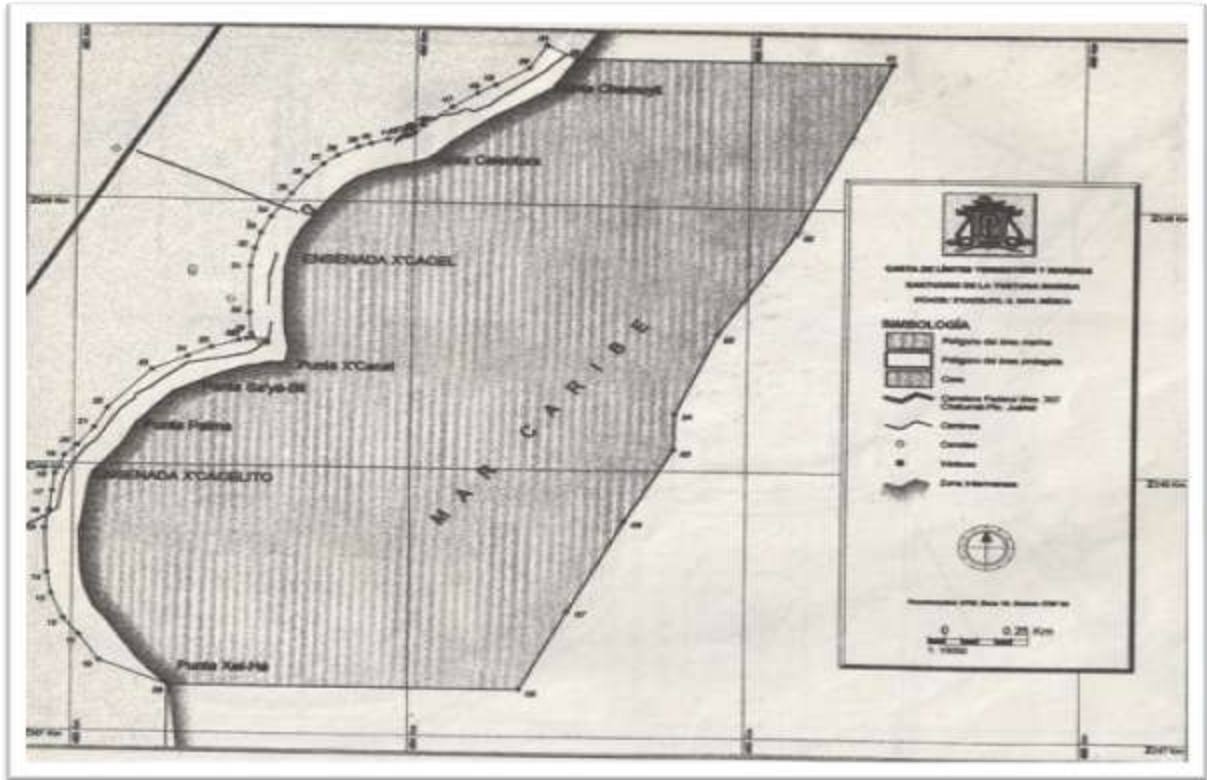


Figura 9. Mapa de Xcacel-Xcacelito que muestra el área protegida marina y terrestre (POGQR, 2000)

El área de Xcacel- Xcacelito es uno de los sitios de anidación de tortugas marinas más importante en Quintana Roo, en estas playas se reporta el número más significativo de anidaciones en el Estado, y en el ámbito nacional e internacional para las especies de tortuga verde (*Chelonia mydas*) y caguama (*Caretta caretta*) (Zurita-Gutiérrez et al, 1993). Estas playas se han caracterizado por su tradición en el manejo, protección e investigación de estas especies y desde 1982 se realizan trabajos sobre el comportamiento y genética de las poblaciones de tortugas que anidan en el área, (POGQR, 2000). Estudios genéticos realizados por Encalada *et al* basados en el ADNmt (1996, 1998) han demostrado que las poblaciones de Xcacel de *C. mydas* y *C. caretta* constituyen unidades poblacionales independientes y que por lo tanto contribuyen sustancialmente a la diversidad de ADNmt general de las tortugas verdes y caguamas del Atlántico; lo que resalta la importancia de la conservación de este sitio a nivel internacional, ya que la pérdida de la colonia anidadora de Xcacel tendría un impacto muy serio sobre la diversidad genética en ambas especies (Encalada et al 1999).

Dada la importancia para la protección e investigación de las tortugas marinas que arriban a las playas de Xcacel-Xcacelito durante el periodo de anidación que va de mayo a octubre, el área se ha acondicionado como campamento tortuguero (Fig. 10) para realizar actividades de protección, investigación y educación ambiental (Alvarado-Padilla, 2003).



**Figura 10. Instalaciones del campamento tortuguero de la playa Xcacel-Xcacelito**

Este lugar se ha destacado por ser un centro de capacitación tortuguera y un importante lugar de investigación en donde alrededor del 62% de los investigadores sobre tortugas marinas han realizado estancias de capacitación. Desde el punto de vista del hábitat de anidación de las tortugas, se han hecho avances en su caracterización, pero falta hacer investigación que permita entender tanto los procesos biológicos como los mecanismos que explican el éxito del área como sitio de anidación (POGQR, 2000).

El área natural protegida Xcacel-Xcacelito fue promulgada como sitio Ramsar el 2 de febrero de 2004 ya que es una zona ecológicamente importante debido no solo a que es un área de anidación de tortugas marinas, sino que también es rica en vegetación y posee especies relevantes como la palma kuka (*Pseudophoenix*

*sargentii*) y las 4 especies de mangle existentes en el estado: botoncillo (*Conocarpus erectus*), rojo (*Rhizophora mangle*), negro (*Avicennia germinans*) y blanco (*Laguncularia racemosa*), consideradas como especies bajo estatus de protección; las cuales representan una rica fuente de información para realizar investigaciones científicas y para hacer un aprovechamiento sustentable del área (POGQR, 2000).

- **Vegetación**

Se encuentran 5 diferentes tipos de vegetación: duna costera, matorral costero, mangle, selva baja caducifolia y vegetación secundaria. Estas comunidades albergan por lo menos 300 especies de plantas (Gallardo y Rincón, 1999) . La vegetación representativa es la duna costera dominada por las especies riñonina (*Ipomoea pescaprae*), la margarita de mar (*Ambrosia hispida*), el pantzil (*Suriana marítima*), la uva de playa (*Coccoloba uvifera*), sikima (*Tournefortia gnaphalodes*) y el lirio de playa (*Crinum americanum*) (POGQR, 2000).

- **Fauna**

La fauna terrestre está representada por 2 especies de anfibios, 22 de reptiles, 15 de aves y 21 mamíferos entre los que se encuentran murciélagos, monos, y felinos (SEMARNAT, 2006). Además de las tortugas marinas que llegan a anidar, y que se encuentran en peligro de extinción, también hay presencia de otras especies en estatus de conservación como el zorrillo (*Conepatus semistriatus*), la serpiente de cascabel (*Crotalus durissus*) y la aguililla negra (*Buteogallus anthracinus*), en categoría de protección especial según la norma oficial mexicana; la tortuga de pantano *Rhinoclemmys areolata*, amenazada, el cocodrilo de pantano (*Crocodylus moreletii* – protección especial, AP I de CITES), la boa (*Boa constrictor* – amenazada, AP II de CITES), y bajo protección especial, se halla la lagartija endémica (*Sceloporus cazumelae*). Mediante observación directa se ha advertido la presencia de especies como el mapache (*Procyon lotor*), tejón (*Nassua narica*), sereque (*Dasyprocta punctata*) y el venado colablanca (*Odocoileus virginianus*). (POGQR, 2000) (Fig. 11).



**Figura 11. Venado cola blanca en Xcacelito. Foto: Mishelle Monroy**

Estas playas presentan la problemática de encontrarse en una zona turística importante, siendo un obstáculo para la conservación de las tortugas al sufrir presión por parte de los desarrolladores que pretenden la construcción de infraestructura turística (POGQR, 2000), ya que el decreto estatal solo contempla la protección de 100 metros de playa, lo que deja a la reserva ecológicamente vulnerable. La modificación del hábitat no sólo afectaría a las tortugas marinas sino a todas las especies que ahí habitan, tanto de flora como de fauna, provocando consecuencias irreversibles en todo el ecosistema costero. Por esta razón es importante que la protección y conservación de las tortugas marinas incluya todo su hábitat para mantener ese complejo equilibrio ecológico que hace que la playa Xcacel Xcacelito sea uno de los sitios más importantes de anidación.

Para lograr esta protección uno de los puntos más importantes es incluir a la gente de la comunidad mediante programas de educación ambiental y otras actividades que permitan a las personas conocer más acerca del valioso recurso natural que representan las playas y las tortugas marinas de Quintana Roo.

## 7.0 METODOLOGÍA

El presente trabajo se llevó a cabo en el santuario de la tortuga marina Xcacel-Xcacelito durante la temporada de anidación 2011, que comprendió de mayo a octubre, que son los meses en que salen a desovar las tortugas de la especie *Caretta caretta* y periodo en que se presentan las eclosiones.

El trabajo de campo consistió en recorridos nocturnos a pie a lo largo de la playa como parte de los patrullajes que se efectúan para monitorear a las hembras que salen a anidar. El tiempo de patrullaje fue variable, debido a que dependía de la cantidad de tortugas observadas y, en ocasiones, de las condiciones climáticas, pero en general comenzaban a las 8 pm y concluían alrededor de las 4 o 5 de la mañana.

Durante los patrullajes se identificó la presencia de hembras anidadoras de tortuga caguama (*Caretta caretta*), detectadas al momento de salir del mar o por medio de los rastros que dejan al internarse en la playa.

El registro de los datos de anidación se hacía una vez que la tortuga terminaba de desovar y comenzaba a cubrir su nido, ya que de esta forma se evita alterarla mientras está en el proceso de desove. Se utilizó el formato de campo que se maneja en esta playa de acuerdo al Programa de Protección (Fig.12), el cual incluye:

- **Nombre de la playa:** Ya que en este programa se protegen diferentes playas
- **Hora:** registro de la hora al momento en que se hace la revisión de las tortugas cuando éstas comienzan a cubrir su nido, es decir, que no indica la hora en que salen del mar; esta variable se utilizó para conocer cómo se distribuyen las anidaciones a lo largo de la noche.
- **Fecha:** para determinar la distribución y abundancia de anidaciones a lo largo de la temporada y también para calcular el periodo de incubación
- **Zona de la playa:** la playa está dividida en zonas de 100 m, esta variable se utilizó para analizar la distribución de anidaciones a lo largo de la playa
- **Marca metálica:** para la identificación individual de las hembras

- **Cicatriz de marca:** sirve para identificar a las tortugas neófitas y remigrantes.
- **Medidas de Largo curvo y ancho curvo del caparazón:** para conocer la distribución de tallas
- **Número de estaca:** para la identificación individual de los nidos
- **Uso de nido:** que es el manejo que se le da a la nidada (in situ, reubicado, corral) y que se utilizó para comparar tamaño de nidada, periodos de incubación, estado del nido y porcentajes de eclosión.
- **Número de huevos:** Solo se anota en el caso de los nidos reubicados y de corral, se utilizó para el análisis de tamaño de nidada
- **Presencia de mutilaciones:** se especifica el lugar donde se encuentra y sirve para conocer la condición física de las hembras.

Programa de Conservación Tortugas Marinas Flora, Fauna y Cultura de México A.C.

Playa:	<input type="text"/>	Zona:	<input type="text"/>	<b>Anidación</b>				
Fecha:	<input type="text"/>	Hora:	<input type="text"/>	Largo:	<input type="text"/>	Ancho:	<input type="text"/>	
Especie:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				Izquierda	Derecha	
	Blanca Cm	Caguama Cc						
Estaca:	<input type="text"/>			¿Tiene cicatriz de marca?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Uso del Nido:				Marca que tiene:	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="checkbox"/> in situ	<input type="checkbox"/> reubicado	<input type="checkbox"/> corral		Marca que quitas:	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Huevos deformes:	<input type="text"/>			Marca que pones:	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Huevos rotos:	<input type="text"/>			¿Tiene mutilación en..?				
Huevos incubados:	<input type="text"/>			Carapacho:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
No. de visitantes:	<input type="text"/>			Aletas delanteras:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nombre:	<input type="text"/>			Aletas traseras:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Observaciones:	<input type="text"/>							

Figura 12. Formato de anidación Flor, Fauna y Cultura de México A.C



Todas las tortugas que no presentaban marca metálica fueron marcadas en el pliegue entre la 2ª y 3ª escama para poderlas identificar posteriormente (Fig.13 y 14).

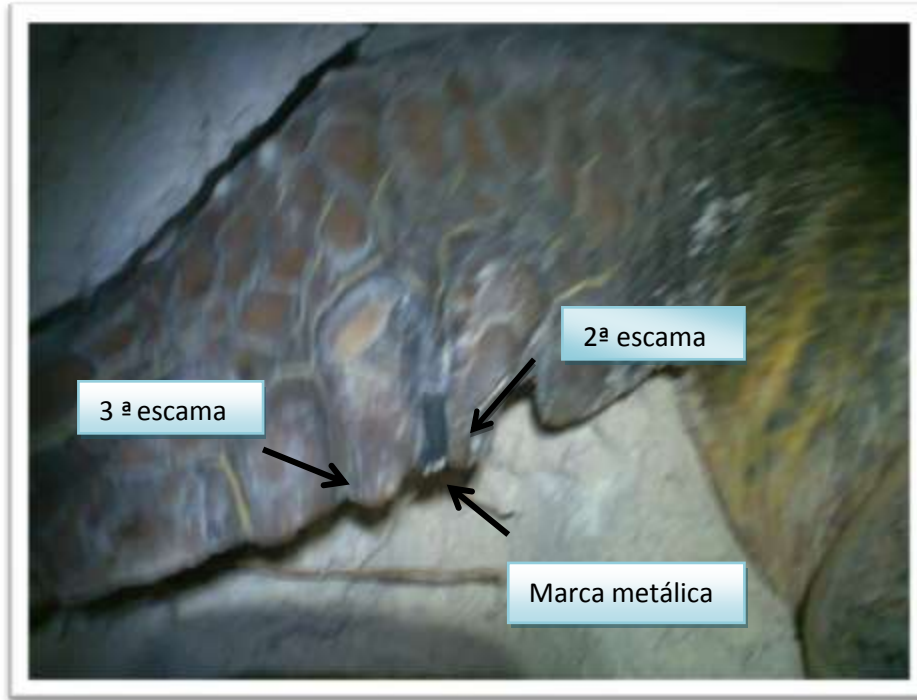


Figura 13. Marca colocada entre la 2ª y 3ª escama



Figura 14. Colocación de marca metálica

En el caso de las tortugas no observadas pero que si desovaron, los nidos fueron identificados e igualmente se llenó un formato de anidación asignándoles un número de estaca. En estos casos se especificó en las observaciones que la tortuga no fue vista.

Una vez que eclosionaron los nidos se llevó a cabo la revisión de los mismos utilizando los formatos de limpieza de nidos (Fig. 15). Esta actividad consistió en escarbar manualmente los nidos que mostraban evidencia de emergencia de crías para extraer y contar los cascarones, huevos no eclosionados, crías vivas y muertas; y determinar mediante estos datos los porcentajes de eclosión, emergencia y sobrevivencia de las nidadas.

Se determinó también el estado del nido:

- Protegido- aquellos nidos que completaron exitosamente su incubación
- Depredado- los nidos que fueron perturbados por algún animal
- Saqueado- los nidos que fueron perturbados por un ser humano
- No analizado- los nidos cuya información se pierde
- Destruído- son nidos que son perturbados por la presencia de otra tortuga
- Inundado- nidos afectados por marea alta o lluvia excesiva

La fecha registrada durante la limpieza de nidos se utilizó, junto con la fecha de anidación para obtener el periodo de incubación, que se refiere al tiempo transcurrido entre la puesta y la emergencia de las crías. Y también para conocer la distribución de eclosiones a lo largo de la temporada.



Programa de Conservación Tortugas Marinas Flora, Fauna y Cultura de México A.C.

---

Playa:

Fecha:

Estaca:  Blanca Cm  Caguama Cc

Huevos no eclosionados:

Crías vivas en superficie:  Crías muertas en superficie:

Crías vivas en el nido:  Crías muertas en el nido:

Crías vivas eclosionando:  Crías muertas eclosionando:

Nombre:

Observaciones:

## Revisión

protegido

depredado

saqueado

no analizado

destruido

inundado

Figura 15. Formato de revisión y limpieza de nidos de Flora Fauna y Cultura de México A.C

Los datos recabados, tanto en los formatos de anidación como de limpieza de nidos, fueron concentrándose en la base de datos que maneja la Asociación Flora Fauna y Cultura de México A.C y, una vez revisados, fueron la base para el presente trabajo. Se aplicó el programa Microsoft Office Excel 2010 para el ordenamiento, procesamiento y análisis de los datos (Gráficas, estadística descriptiva, pruebas de ANOVA).

De acuerdo a los objetivos planteados en relación a las hembras y su anidación se analizaron los siguientes datos:

### 7.1 Número de hembras registradas, éxito de anidación y eficiencia de marcado

El total de tortugas registradas durante la temporada se obtuvo mediante la identificación individual por medio de las marcas metálicas. El éxito de anidación se consideró como el porcentaje de hembras que salieron y que concluyeron el proceso de desove.

El total de nidos se obtuvo por medio de la identificación con estacas y su número correspondiente, en este caso se tomaron en cuenta los nidos tanto de tortugas vistas como no vistas. Y utilizando esta información se obtuvo la eficiencia de

marcado que se refiere, de acuerdo a Hopkins y Richardson (1984), a la proporción de nidos en los que la hembra es observada ( TWEG, 2009)

## **7.2 Distribución y abundancia de anidaciones**

Para conocer la distribución y abundancia de anidaciones durante la temporada se agruparon las fechas de anidación por semana comenzando el 8 de abril y terminando el 31 de agosto de 2011; cabe mencionar que los eventos de desove durante el mes de abril no fueron observados, ya que en esas fechas aún no se comenzaban los patrullajes, pero posteriormente las nidadas fueron identificadas.

## **7.3 Distribución de frecuencia de la hora de salida de las hembras anidantes**

Para este análisis se consideraron periodos de 59 minutos comenzando a las 8 de la noche, hora en que inician los recorridos, hasta las 5:59 a.m., y se obtuvo la frecuencia de tortugas en cada periodo durante toda la temporada.

## **7.4 Distribución de frecuencia de tallas**

Las tallas de las hembras fueron determinadas utilizando una cinta métrica flexible, para el largo se consideró el Largo curvo estándar del caparazón midiendo desde el escudo nucal hasta el escudo supracaudal que diera la mayor longitud (Bolten, 2000) (Fig.15), y para el Ancho curvo del caparazón se obtuvo pasando la cinta por el 3er escudo central tratando de tomar el punto más amplio (Fig. 16). Las tortugas se miden cada vez que salen a desovar o realizan un intento de desove, por lo que de cada tortuga se tiene más de una medida; para el análisis se promediaron las medidas para tener sólo un dato de LCC y ACC por tortuga. Se consideraron las medidas tomadas de tortugas que desovaron y las que no desovaron, solamente una de ellas no pudo ser medida del largo y tres no pudieron ser medidas del ancho debido a que las tortugas ya estaban regresando hacia el mar cuando fueron identificadas.



**Figura 15. Medición de LCC**



**Figura 16. Medición de ACC**

## **7.5 Frecuencia de anidación observada (FAO)**

La frecuencia de anidación observada (FAO) se refiere al número de anidaciones que se registran de una hembra durante una temporada, este dato se obtuvo buscando en la base de datos los eventos de anidación de cada tortuga identificada por su marca.

## **7.6. Intervalo de días de de anidación**

Se consideró el periodo de tiempo entre la primera y la segunda anidación exitosa, sin tomar en cuenta las salidas sin desovar, esto se obtuvo también de cada tortuga marcada.

## **7.7 Distribución de anidaciones en las diferentes zonas de la playa**

Para el trabajo de monitoreo que se realiza en esta área, se han determinado zonas de 100 m a lo largo de la playa: Xcacel cuenta con 11 zonas y Xcacelito con 12 (Fig.17). Esta zonificación se consideró para contabilizar el número de salidas en cada zona durante toda la temporada con el fin de comparar la preferencia de las tortugas por ciertas áreas.

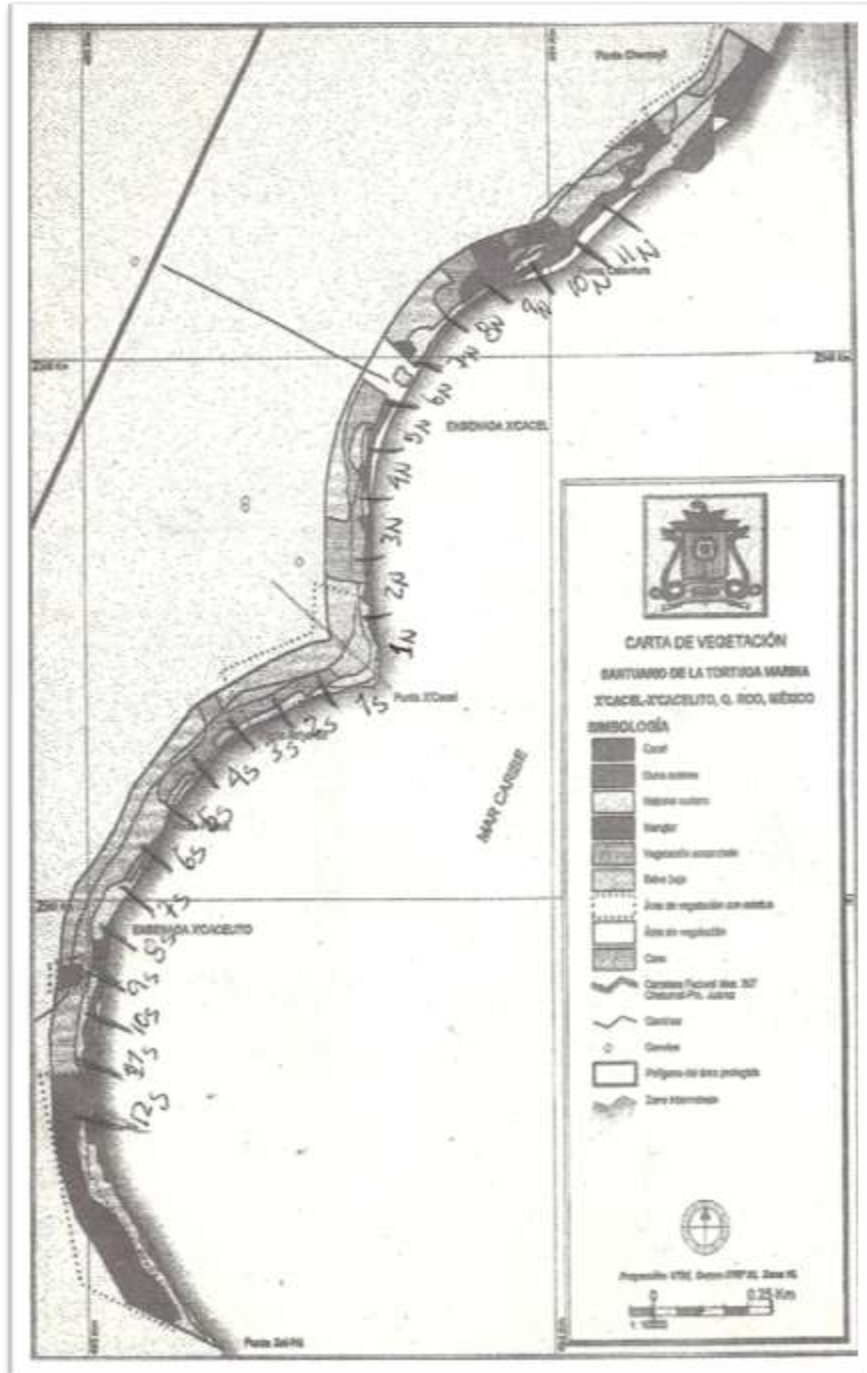


Figura 17. Mapa de Xcel-Xcelito modificado para mostrar las zonas de monitoreo (POGQR,2000)

## 7.8 Condición física de las hembras

Se tomó en cuenta la presencia de golpes, malformaciones, mutilaciones y rajaduras del carapacho y separaron por ubicación anatómica para saber en qué lugar se localizan con más frecuencia estas anomalías.

En relación a los nidos, en esta playa se llevan a cabo 3 manejos: *in situ*, reubicado y corral. Tomando en cuenta estos tres manejos de nidada se analizaron diferentes variables de acuerdo a los objetivos planteados.

- ***In situ* (Fig 18):** Cuando los huevos se quedan en la playa en el mismo lugar donde los depositó la tortuga y es marcado su sitio por una estaca.



Figura 18. Estaca de nido *In situ* en Xcabel

- **Reubicados (Fig.19):** Se realiza cuando los huevos son transportados a una zona más alta de la playa para evitar su inundación.



Figura 19. Nidada colocada en bolsa de plástico para transportarla y reubicarla

- **Corral:** Cuando los huevos son sembrados en un área determinada de la playa donde los nidos se colocan en filas con una separación de 80 cm cada una (Fig.20).

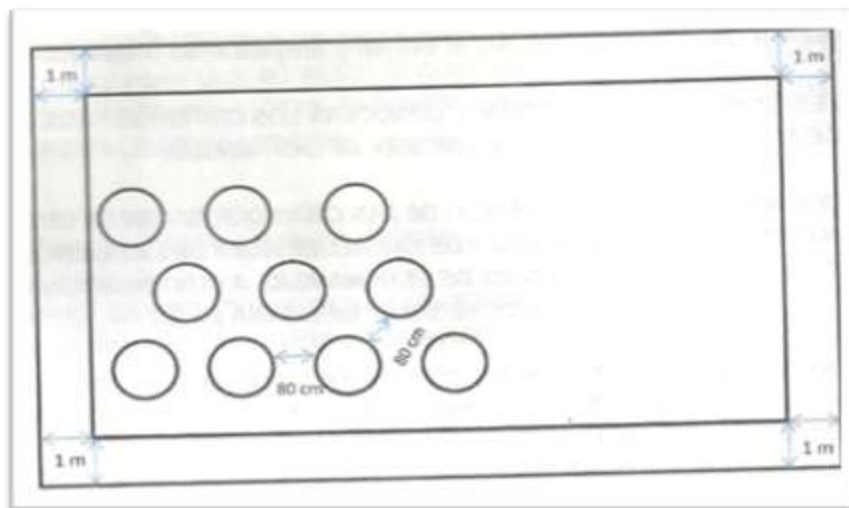


Figura 20. Distribución de las nidadas dentro del corral

Generalmente implica que esté protegido por una malla para evitar la depredación (Fig.21), pero en la temporada 2011 no se le colocó esta malla protectora (Fig. 22). Solo se llevó a cabo este manejo en la playa de Xcacelito, donde se utilizó parte de la zona 5 para este fin.





Figura 21. Corral de incubación con malla protectora



Figura 22. Corral Xcachelito, sin malla protectora



## **7.9 Distribución de anidaciones por zona y por manejo de nidada**

Tomando en cuenta la zonificación de la playa se analizó el tipo de manejo que se le dio a los nidos en cada zona.

## **7.10 Tamaño promedio de nidada**

El tamaño de la nidada se determinó en el caso de los nidos reubicados y de corral al momento de sembrar los huevos, y en cuanto a los in situ este dato fue determinado al hacer el conteo de cascarones durante la limpieza de nidos. Por esta razón se hizo una comparación entre los tres manejos para saber si existe diferencia entre determinar el tamaño de nidada por medio del conteo de cascarones y el conteo directo de los huevos.

## **7.11 Periodo de incubación**

El periodo de incubación fue determinado utilizando las fechas de anidación y las fechas de limpieza de nidos. Se eliminaron los datos extremos, ya que por errores en el registro de los datos se tenían tiempos de incubación muy cortos (6, 12, 22 días) o muy largos (hasta 127 días), por lo que sólo se tomaron en cuenta los datos dentro del rango 50-65 días.

## **7.12 Distribución y abundancia de emergencia de crías**

Para las fechas de emergencia se consideró el día en que se limpiaron los nidos, que puede o no ser el día exacto de salida de las crías del nido y que no corresponde al día de eclosión (salida de las crías del huevo) ya que este evento precede a la emergencia de 2 a 7 días (Dodd, 1988). Estas fechas se agruparon por semana a partir del 8 de junio al 31 de octubre de 2011 y se determinó cuántos nidos presentaron emergencia de crías en cada semana.

### **7.13 Estado de los nidos: protegido, depredado, destruido, no analizado**

Durante la limpieza de nidos se determinó si la nidada había concluido exitosamente la incubación o había sufrido alguna perturbación, y se comparó el estado del nido entre los tres manejos (in situ, reubicado y corral).

### **7.14 Porcentajes de eclosión, emergencia y sobrevivencia**

Utilizando la información que se obtiene en la limpieza de nidos se determinaron los porcentajes de eclosión, emergencia y sobrevivencia; y se compararon entre los tres manejos de nidada. También se determinó el porcentaje de eclosión de nidos *in situ* en las diferentes zonas. Estos porcentajes se calcularon de acuerdo a la fórmula que se encuentra en el “Manual de Conservación de Tortugas Marinas, Trabajo en Campamentos” (Iturbe-Darkistade, 2011):

- ❖ CVS: Crías vivas en superficie
  - ❖ CVN: Crías vivas en el nido
  - ❖ CVE: Crías vivas eclosionando
  - ❖ CMS: Crías muertas en superficie
  - ❖ CMN: Crías muertas en el nido
  - ❖ CME: Crías muertas eclosionando
- Porcentaje de eclosión: es el número de crías que salieron total o parcialmente del cascarón(Fig.23a).-  $CVS + CVN + CVE + CMS + CMN + CME / \text{huevos totales} * 100$
  - Porcentaje de emergencia: es el número de crías que salieron del nido a la superficie(Fig.23b) ->  $CVS + CMS / \text{huevos totales} * 100$
  - Porcentaje de sobrevivencia: es el número de crías liberadas (Fig.23c)->  $CVS + CVN / \text{huevos totales} * 100$  (no incluye a las vivas eclosionando).

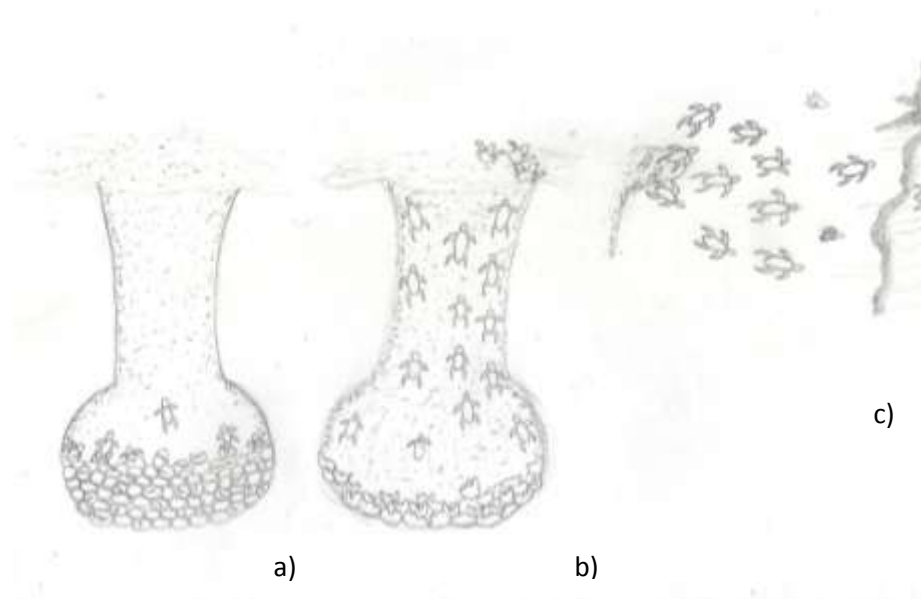


Figura23. a) eclosión; b) emergencia; c) sobrevivencia

### 7.15 Número de crías liberadas

Este número se determinó mediante el conteo de cascarones y crías vivas durante la limpieza de los nidos; sin considerar las vivas eclosionando, ya que estas no siempre sobreviven.

## 8.0 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 8.1 Número de hembras registradas, éxito de anidación y eficiencia de marcado

Se identificó un total de 132 tortugas (este número fue determinado por el registro de las marcas metálicas en la base de datos, no se consideró dos o más veces a la misma tortuga), de las cuales 114 desovaron y 18 de ellas nunca fueron registradas desovando en esta playa, es decir, que fueron observadas y se alcanzaron a identificar y anotar sus marcas pero regresaron al mar sin desovar y no volvieron a la playa Xcacel -Xcacelito a anidar. Se registró un total de 236 nidos, y en 212 de esos nidos se observó y registró a la tortuga, obteniéndose una eficiencia de marcado del 90%, que es una forma de medir la efectividad del trabajo realizado por los tortugeros, ya que muestra qué proporción de tortugas que desovaron fueron observadas durante los patrullajes; se puede calificar como un buen porcentaje si se considera que en esta playa también anida la tortuga verde (*C. mydas*) y al patrullar se debe tomar el registro de la anidación de ambas especies, y realizar otras actividades como reubicación y limpieza de nidos. Hubo un total de 78 eventos en que las tortugas salieron pero no desovaron (salidas sin éxito de anidación) representando el 24.84% del total de salidas, por lo que el éxito de anidación fue de 75.16%; en la bibliografía se menciona que esta tortuga puede presentar hasta un 50% de salidas sin anidar (CONANP, 2011<sub>a</sub>). En los casos en que no desovaban, se vio que algunas regresaban a la playa esa misma noche o en las noches siguientes, pero también hubo ocasiones en que soltaban los huevos mientras regresaban al mar y algunas probablemente una vez que estaban dentro del agua, perdiéndose completamente la nidada.

### 8.2 Distribución y abundancia de anidaciones

La temporada de anidación comenzó en abril y terminó en la última semana de agosto coincidiendo con lo establecido para Q. Roo.

Los primeros desoves se registraron en la semana del 8 al 15 de abril, en la siguiente semana no hubo anidaciones y reanudaron en la última de abril, siendo

muy irregular su comportamiento en este mes. El pico más alto, con un total de 29, se registró en la última semana de mayo (23 al 31) y las últimas anidaciones ocurrieron en la semana del 23 al 31 de agosto (Fig. 24).

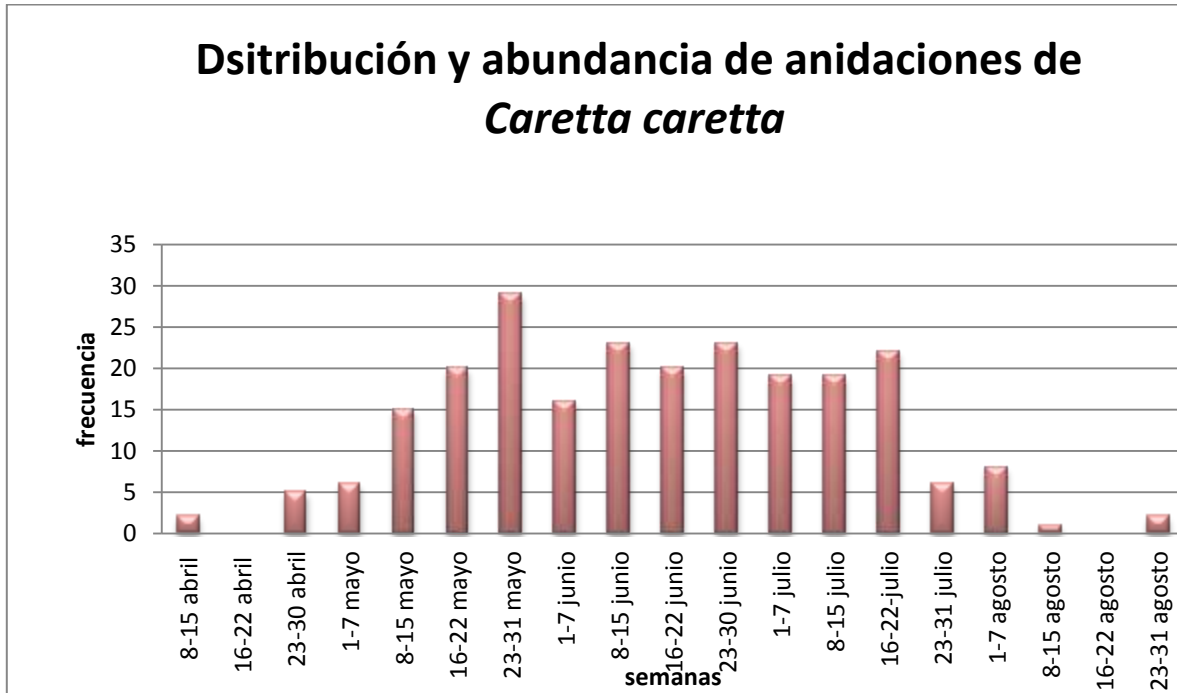


Figura 24. Distribución de anidaciones por semana de tortuga caguama en la temporada 2011

Zurita-Gutiérrez et al (1993) mencionan que la mayor frecuencia se presenta en junio y julio; en el presente trabajo la mayor frecuencia se presentó en los meses de mayo y junio con 70 y 82 anidaciones respectivamente, y en julio fue de 66 anidaciones. Esto quiere decir que las tortugas comenzaron antes su temporada de anidación y por esta razón su distribución y abundancia fue diferente a la reportada en la bibliografía. Es necesario hacer la revisión de esta variable en otras temporadas para saber cómo cambia esta distribución de un año a otro y definir qué factores son los que determinan esta variación.

### 8.3 Distribución de frecuencia de la hora de salida de las hembras anidantes

Se obtuvo la frecuencia de salidas por periodo de tiempo considerando todas las noches de patrullaje comenzando a las 20:01pm y terminando a las 6:00 am. El periodo de tiempo con mayor número de desoves fue entre las 23:01 -00:00 con

un total de 46; y entre las 20:01 y las 21:00 solo se identificaron 3 tortugas, siendo el menor número de tortugas registrado; después de las 5:00 am ninguna tortuga de la especie *Caretta caretta* fue identificada desovando (Fig. 25 ).

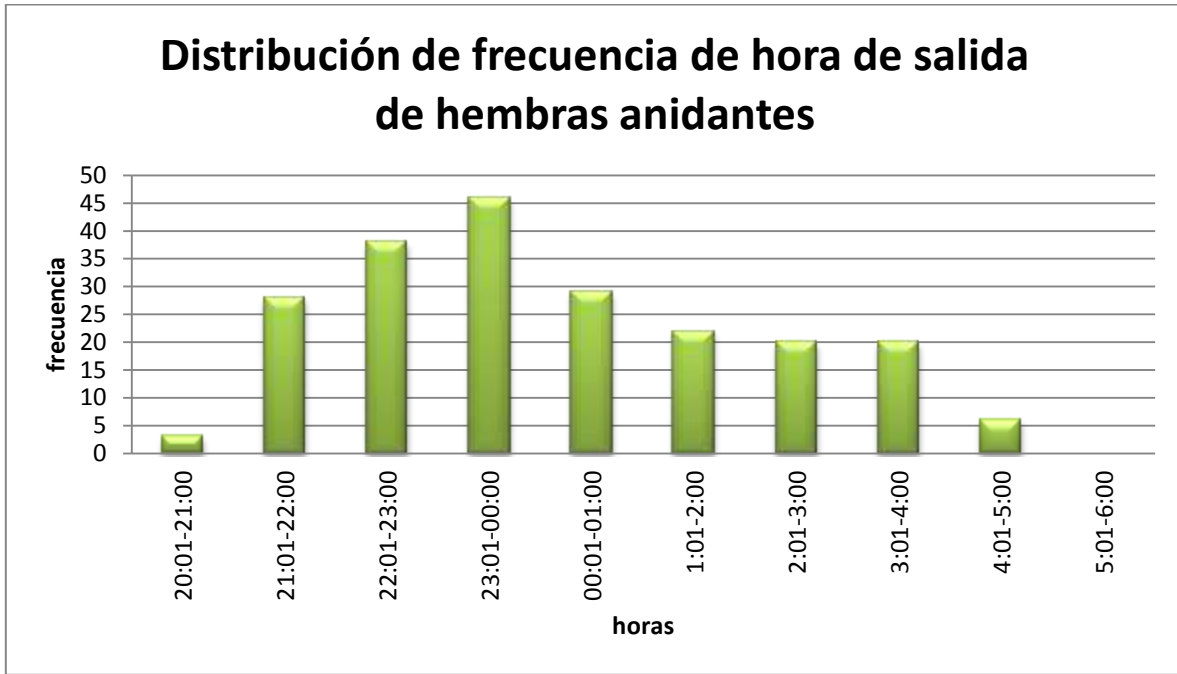


Figura 25. Muestra la distribución de anidaciones a lo largo de la noche en periodos de 1 hora.

En un estudio realizado por Durán-Nájera (1986) con tortuga verde (*C. mydas*) durante las temporadas de 1984 y 1985 en Isla Contoy se encontró que la mayor frecuencia de anidación fue entre 21:00 y 22:00 hrs. y en segundo lugar entre 22:00 y 23:00 hrs. En otro estudio titulado “Conducta de anidación de la tortuga verde (*Chelonia mydas*) en las playas Antonio y Caleta de los Piojos de la Península de Guanahcabibes Pinar del Río Cuba” de Azanza et al, 2003, donde se analizaron las temporadas de 1999 – 2002, se encontró que el intervalo de la noche con mayor número de salidas fue de 22:00 a 2:00 am. Para la tortuga Carey (*E. imbricata*) Roe (2002) establece que la mayor frecuencia de anidaciones se da entre el oscurecer y las 2 am.

No se encontró ningún trabajo donde se reportara este dato para la especie de tortuga caguama. Pero si se compara con los estudios realizados con tortuga verde y Carey se puede ver que existe cierta consistencia, ya que los valores más altos fueron entre las 21:00 pm y la 1:00 am.

Estos datos pueden ser útiles para la planificación de horarios durante los patrullajes.

#### 8.4 Distribución de tallas de las hembras de *Caretta caretta*

De un total de 131 tortugas que fueron medidas del Largo Curvo del Caparazón (LCC) se obtuvo una media de  $98.13 \pm 5.58$  cm, la tortuga más pequeña midió 75.9 cm y la más grande 114.3 cm

Se obtuvieron intervalos de clase para mostrar las longitudes encontradas en las hembras que anidaron durante la temporada, el intervalo con mayor frecuencia (n=47) fue entre 95.5- 100.3 cm y la menor frecuencia, con solo un individuo, fue en el intervalo de 75.9-80.7cm (Fig. 26).

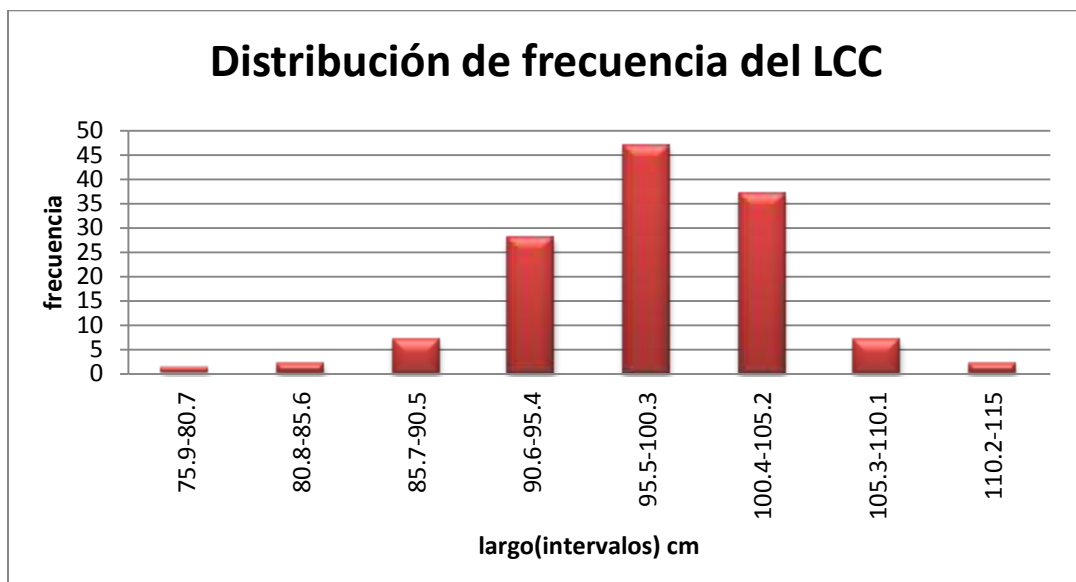


Figura 26. Distribución de frecuencia del LCC de hembras de tortuga caguama en Xcaxcelito.

En cuanto al Ancho Curvo del Caparazón (ACC) se midió un total de 129 tortugas y se obtuvo un promedio de  $88.9 \pm 4.68$ , la medida más pequeña de ancho fue de 75.5 cm y la mayor fue de 100.75 cm.

Se obtuvieron intervalos de clase para mostrar las medidas de ancho de las hembras. El intervalo con mayor frecuencia (n=36) fue entre 85.4 y 88.6 cm y la

menor frecuencia, con solo un individuo, fue en el intervalo de 75.5 a 78.7 cm (Fig.27).

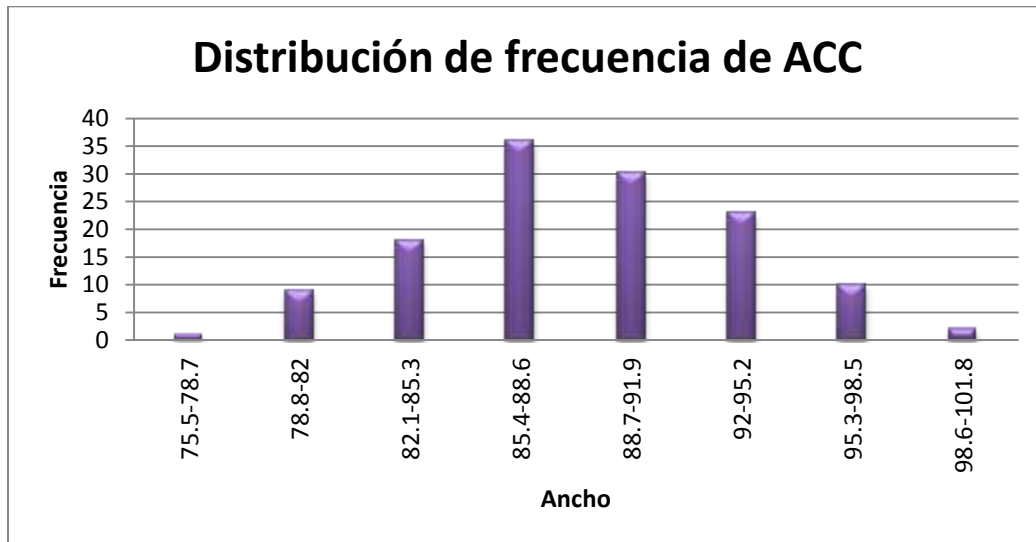


Figura 27. Distribución de frecuencias de Ancho Curvo de Caparazón (ACC) de hembras anidantes de tortuga caguama en Xcacel-Xcacelito.

I

Están reportadas por Dodd Jr. 1988 varias medidas de largo para diferentes poblaciones del Atlántico, tanto medidas curvas como medidas rectas, pero no menciona ninguna medida para la península de Yucatán. Márquez 2002 señala para el Caribe Mexicano un rango de 72.89-103.9 cm para el LCC y una media de 91.9 cm (N=2 550). TWEG (2009) reportan para Quintana Roo una media de 98.7 ± 4.9 cm y un rango de 80.5 cm a 115 cm en una muestra de 368 hembras neófitas; estos datos se obtuvieron en los años del 2000 al 2005 de las playas: Aventuras –DIF, Chemuyil, Xcacel y Xel-Ha.

A pesar de que las medidas en este trabajo fueron tomadas de tortugas neófitas y remigrantes (ya que no se pudo hacer la separación de éstas dos), los valores no difieren mucho de los reportados para Quintana Roo.

La toma de medidas en tortugas neófitas permite determinar el tamaño mínimo al que alcanzan la madurez sexual (Bolten, 2000.), a pesar de que no se puede saber con seguridad si efectivamente es la primera vez que anidan o es solo la primera vez que son registradas en esa playa. También puede servir para darle seguimiento al tamaño de las hembras en una playa o para relacionarlo con su



potencial reproductivo (Bolten, 2000), pero siempre es necesario especificar qué medidas pertenecen a tortugas neófitas y cuáles a tortugas remigrantes, ya que la edad de las tortugas puede ser un factor relevante en el análisis de los datos que se quieran obtener.

En cuanto al ancho, en la bibliografía no se encontró mención o referencia de esta característica, solamente Kamezaki 2003 reporta la razón o proporción de largo recto y el ancho recto del caparazón en una muestra de 29 individuos pero no se menciona el dato del ancho, en el presente trabajo se encontró un rango de 75.5-100.75 cm y una media de  $88.9 \pm 4.68$  cm para el ACC de 129 individuos.

### 8.5. Frecuencia de Anidación Observada (FAO)

El promedio de anidación observada por tortuga fue de  $1.84 \pm 1.24$ . El menor número de veces que desovó una tortuga fue de 1 y el máximo valor de desoves observados en una tortuga fue de 7.

De un total de 114, fueron observadas 63 desovando solo una vez, 28 de ellas fueron vistas 2 veces, 10 tortugas tuvieron una FAO de 3, 7 fueron advertidas 4 veces desovando, 4 tortugas más desovaron 5 veces; 1 tortuga 6 veces y una tortuga presentó el máximo valor de FAO de 7(Fig.28).

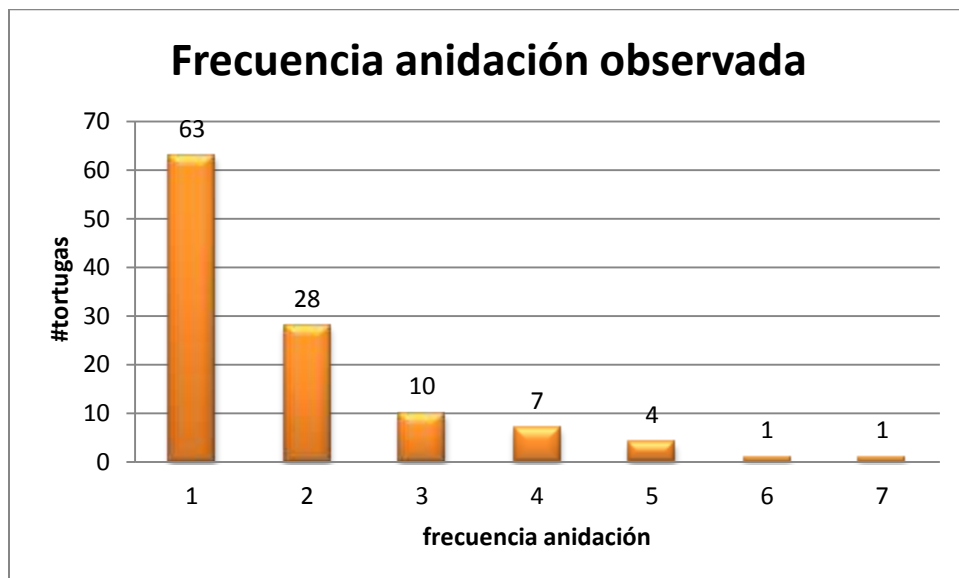


Figura 28. Frecuencia de anidación observada (FAO) en tortugas anidantes de *C. caretta* en Xcacel–Xcacelito.

Miller (2003) menciona un promedio de 2 a 4 anidaciones por tortuga y por temporada; específicamente para la zona del Gran Caribe donde está incluido Quintana Roo, el promedio reportado es de 2.5 (Richards et al., 2011). En este trabajo se obtuvo un promedio de 1.84, ya que la mayor frecuencia de anidación observada fue de 1, lo cual quiere decir que probablemente esas tortugas desovaron en otras ocasiones y no se vieron durante el proceso o desovaron en alguna playa cercana, como Aventuras –DIF, Chemuyil o Xel-ha, esta segunda opción es la más factible ya que Xcacel-Xcacelito tiene un buen porcentaje de avistamiento de tortugas debido a que no es una playa muy larga y generalmente existe personal suficiente para realizar el monitoreo de hembras. También es posible que algunas de ellas solo hayan tenido un evento de anidación durante la temporada, ya que de acuerdo con Lenarz et al. (1981) el rango puede ser de 1 a 6 anidaciones por temporada, siendo 7 el número máximo reportado; esto coincide con lo que se observó en este trabajo.

En cuanto a la FAO también es importante diferenciar entre las tortugas neófitas y las remigrantes, ya que de acuerdo con Limpus (1985) y Lund (1986) sí existe una diferencia siendo que estas últimas presentan una mayor frecuencia de anidación que las neófitas.

## **8.6 Intervalo de días de anidación**

El promedio de intervalo de anidación durante esta temporada tomando en cuenta los datos de 49 individuos fue de  $17.95 \pm 11.13$  días, el más corto fue de 11 días y el más largo de 61 días.

Se obtuvo el periodo de tiempo entre una anidación exitosa y otra y la frecuencia de tortugas que presentaron estos intervalos. La frecuencia más alta con un total de 12 tortugas fue en el intervalo de 12 días (Fig.29).

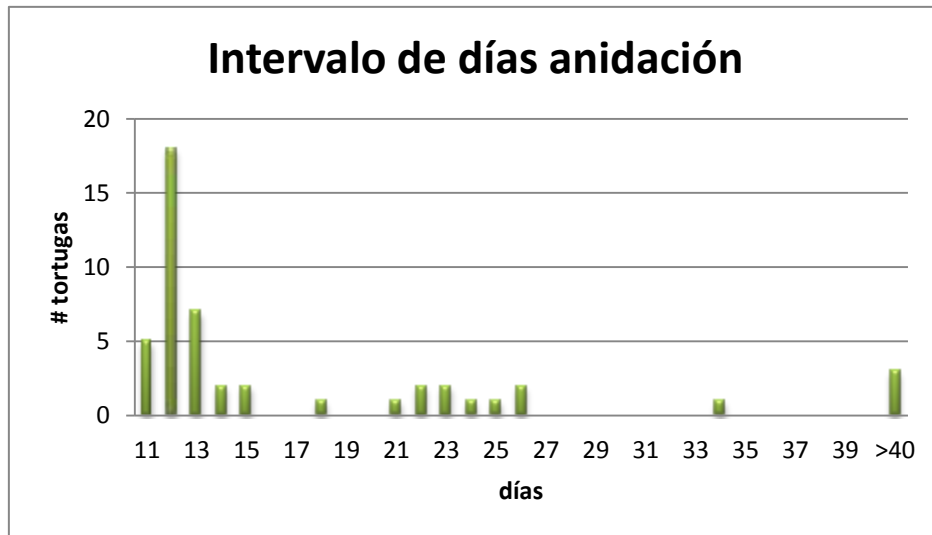


Figura 29. Distribución de frecuencia de intervalos de anidación.

Está reportado un promedio de intervalo de anidación para esta especie de 14 días y un periodo entre 12 y 16 días (Dodd, 1988; Miller, 1997). La media en este trabajo fue mayor porque hubo tortugas cuyo intervalo de anidación fue de 45, 56 y 61 días, estas tortugas seguramente desovaron en las playas aledañas en otras ocasiones, ya que las tortugas pueden presentar una flexibilidad al sitio de anidación, y por esta razón sus intervalos de anidación observada en esta playa fueron muy altos.

Estos dos aspectos, la FAO y el intervalo de anidación son variables que se pueden conocer gracias al marcado de las hembras por medio de placas metálicas, que permiten identificarlas individualmente y saber cuántas veces han sido observadas y el periodo entre dichas observaciones. Esta marca individual es una herramienta muy útil para el estudio de las poblaciones, que permite darles seguimiento y estudiar diversos aspectos de su biología, porque no sólo se toma registro de estas marcas en las playas de anidación sino también en el océano.

### 8.7 Distribución de anidaciones por zonas

Las zonas con mayor número de nidos fueron la zona 4 S y la 6 S en la parte de Xcacelito y la 4 N y 6 N en la parte de Xcacel. La zona con menor número de nidos, fue la 11 S con solo 2 nidos registrados (Fig.30)

En este caso se deben considerar las características tanto de la parte terrestre como de la parte oceánica. A lo largo de la playa no encontramos un ambiente uniforme, hacia las puntas de ambas bahías la arena se vuelve más gruesa y con muchas rocas, además el ancho o la amplitud de la playa también varía en las diferentes zonas; generalmente la presencia de rocas dificulta la construcción de los nidos, aunque en algunas ocasiones si logran anidar ahí. En el área oceánica la presencia del arrecife es también determinante en esta elección del área de anidación ya que esta barrera natural dirige a las tortugas hacia las zonas más céntricas de la playa, las zonas 4 y 6 de ambas bahías.

Esta información es relevante para el manejo ya que, para decidir si se dejan los nidos *in situ*, se reubican o se llevan al corral se tiene que tomar en cuenta, entre otros factores, la concentración de nidos a lo largo de la playa y cuando ya se tiene información sobre la preferencia de las tortugas se utiliza como herramienta para tomar decisiones en el trabajo de campo.

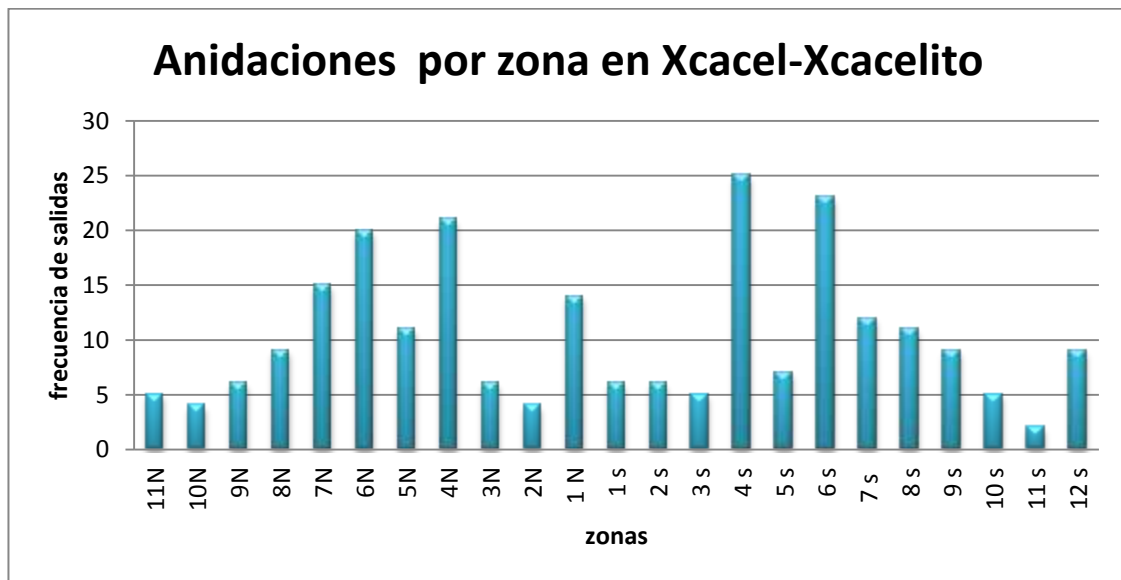


Figura 30. Distribución de nidos por zona en Xcacel- Xcacelito, comenzando desde el extremo norte (zona 11 N) y terminando en el extremo sur (zona 12 S).

## 8.8 Condición física de las hembras

En total 28 tortugas presentaron alguna anomalía (mutilación, malformaciones, golpes, rajaduras), representando el 21.21 % del total de tortugas identificadas en la temporada; 13 tortugas presentaron anomalía solo en el carapacho (Fig.32 y Fig.33) siendo la frecuencia más alta, 7 en las aletas traseras (AT) (Fig.34, Fig.35 y Fig.36), 3 en las aletas delanteras(AD) (Fig.37), 4 en el carapacho y aletas traseras y 1 en aletas traseras y delanteras, ninguna presentó anomalías en carapacho y aletas delanteras (Fig.31).

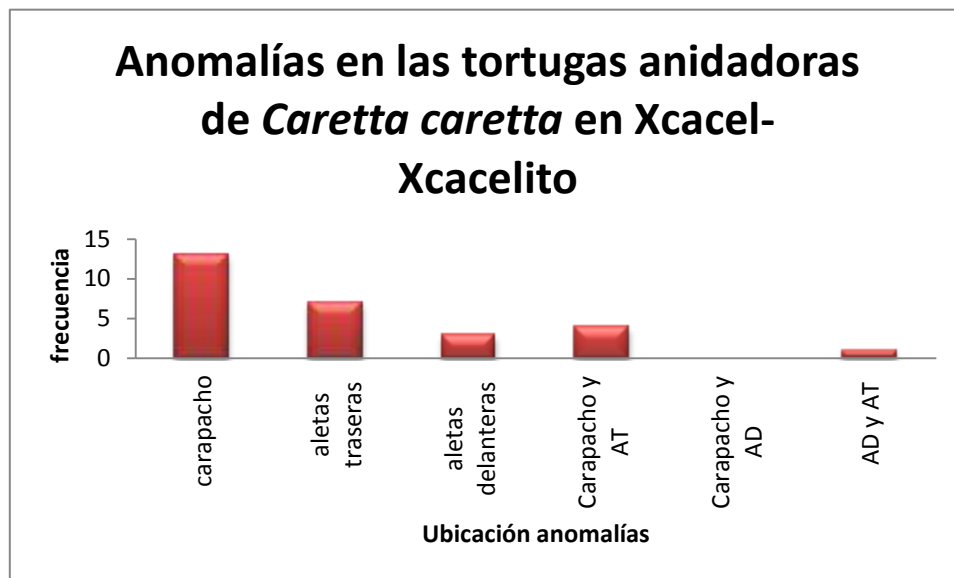


Figura 31. Frecuencia de tortugas que presentaron alguna anomalía separado por la ubicación anatómica.

Una tortuga fue reportada con fibropapiloma pero no se especificó el lugar exacto, y no hay fotografías ni medidas del tumor. La fibropapilomatosis es una enfermedad que se caracteriza por múltiples tumores cutáneos en varias partes del cuerpo, fue inicialmente descrita en *Chelonia mydas* pero también se ha reportado en otras especies de tortugas marinas incluida *Caretta caretta*. En la playa de X'cacel-X'cacelito se registró por primera vez la incidencia de fibropapiloma en una tortuga caguama en 1990 (Herrera et al., 2001).



Figura 32. Marca XL336, Mutilación escudos marginales lado izquierdo



Figura 33. Marca XY176, Carapacho abierto lado izquierdo



**Figura 34. Marca XL016, Mutilación del 100% en Aleta trasera derecha**



**Figura 35. Marca XY259, Mutilación 50% en Aleta trasera izquierda**





**Figura 36. Marca XZ599, anomalía en Aleta trasera izquierda**



**Figura 37. Marca XY 239, Deformidad en Aleta delantera izquierda**



De acuerdo con nuestros resultados, podemos decir que el carapacho es la región corporal de las tortugas que sufre más comúnmente algún daño y sin embargo esto no les afecta en su anidación, ya que el carapacho cumple con las funciones de protección de los órganos vitales de las tortugas, éste les protege de golpes y de ataques de sus depredadores. Se han observado mutilaciones de diversos grados, algunas de tamaño considerable y es sorprendente que las tortugas resistan estas heridas y puedan continuar con sus procesos biológicos de manera normal. Jessop et al. (2004) llevaron a cabo un estudio con tortuga caguama y encontraron que durante la reproducción las tortugas tienen la capacidad de inhibir la producción de hormonas relacionadas con el estrés cuando han sufrido un ataque de tiburones, y de esta forma su reproducción no se ve afectada a pesar de tener heridas recientes.

Es importante poder diferenciar entre las mutilaciones y malformaciones al momento de hacer el registro de los datos, además de que se describan lo mejor posible dichas anomalías en la parte de observaciones del formato de anidación para poder analizar correctamente el estado de salud de las hembras; en el caso de las malformaciones porque estas pueden ser el reflejo de algún factor negativo en su ambiente, ya sea en la playa durante la incubación o en el océano durante alguna etapa de su ciclo de vida. Y en el caso de las mutilaciones y otro tipo de heridas, para determinar si es producto de la interacción con algún depredador o si las heridas son de origen antropogénico.

En cuanto al efecto que tienen estas anomalías en la anidación, se observó que algunas de las hembras que presentaban anomalías en las aletas traseras tenían problemas para construir correctamente su nido, dependiendo del grado de la anomalía se tardaban más tiempo o realizaban más intentos, pero casi siempre lograban depositar sus huevos, se podría analizar si los huevos incubados en estos nidos presentan un menor éxito de eclosión o una mayor proporción de malformaciones en las crías, ya que es posible que los nidos que construyen las tortugas mutiladas de las aletas traseras sean más pequeños o resulten algo deformados y los huevos queden más apretados dentro de éste o incluso en la superficie, afectando el correcto desarrollo de los embriones.

En relación a los reportes de fibropapilomatosis sería importante obtener los datos de años anteriores para conocer cuántos registros existen de esta enfermedad en tortuga caguama tanto en esta playa como en las otras playas dentro del programa de protección. Y en cuanto al manejo por parte del equipo de tortugueros hacer hincapié en que estos registros sean documentados con fotografías o al menos descripciones de los tumores, como medidas y ubicación corporal.

### 8.9 Manejo de nidadas

En esta temporada se dejaron 68 nidos *in situ*, 159 fueron reubicados y 9 nidos se sembraron en el corral. En casi todas las quincenas el número de nidos reubicados fue mayor a los nidos *in situ*, solamente en abril se dejaron más nidos naturales. El corral comenzó a utilizarse a partir de la quincena del 16 al 30 de junio y representa el 3.8 % total de nidos, ya que se instaló para evitar la destrucción de los nidos por parte de las tortugas verdes, cuya anidación va de junio a septiembre (Zurita et al, 1993). En la quincena del 16 al 31 julio se sembró la mayor cantidad de nidos en el corral (Fig. 38).

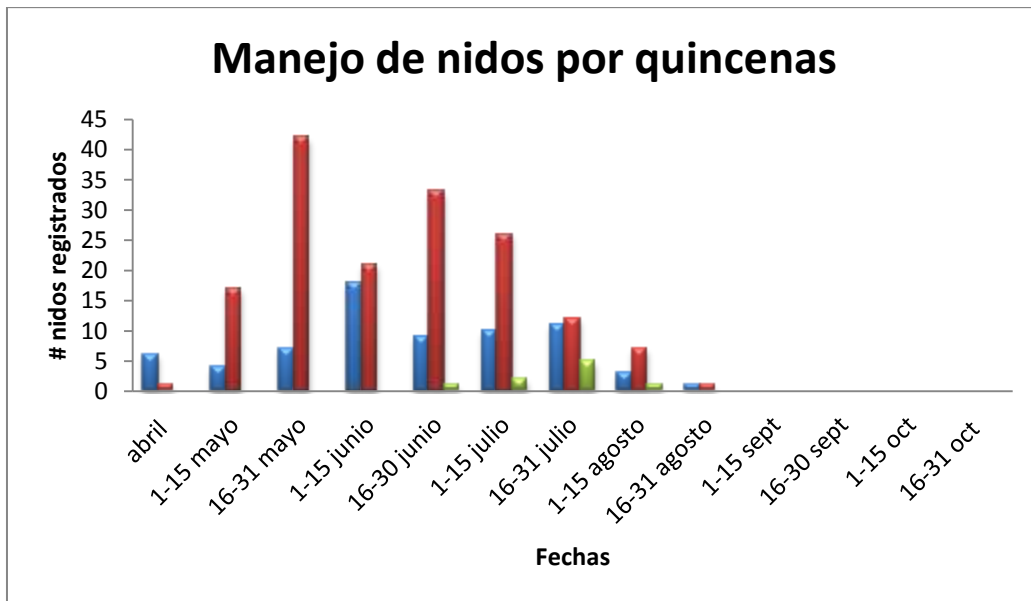


Figura 38. Cantidad de nidos por quincena separados en los tres tipos de manejo que se llevan a cabo en la playa: ■ *in situ*, ■ reubicado, ■ corral.

Lo ideal es que los nidos se dejen *in situ*, pero esta especie no se adentra mucho en la playa para anidar, dejando las nidadas susceptibles a inundarse por la marea alta. Además el manejo de los nidos debe considerar otros aspectos como el espacio, los depredadores y la anidación de otras tortugas; y en base a esto se toma la decisión del tipo de manejo que se le dará a la nidada. “La decisión de reubicar la nidada a sitios protegidos como viveros o corrales deberá considerarse sólo como último recurso y en casos en los que la protección *in situ* sea imposible” porque afecta el porcentaje de eclosión, la proporción de sexos, y la salud de las crías” (Mortimer, 2000). Durante el mes de abril, a diferencia de los otros meses, la mayor parte de los nidos se quedaron *in situ*, debido a que las tortugas que desovaron no fueron vistas, ya que en esas fechas aún no comenzaban los recorridos nocturnos y sus nidos fueron identificados días después.

### **8.10 Distribución de anidaciones por zona y por manejo de nidada en Xcacel**

La heterogeneidad de condiciones a lo largo de la playa hacen que Xcacel tenga una relevancia ecológica para las tortugas marinas, asimismo determina que el manejo de los nidos no sea igual. En el área de Xcacel no se manejó corral durante la temporada 2011, solamente se llevó a cabo la reubicación de nidos en zonas más altas de la playa o se dejaron *in situ*. Al ser una playa que está abierta al público, el manejo de nidadas toma en cuenta la limitación que representa la presencia de turistas, por lo que generalmente solo se dejan *in situ* los nidos depositados más arriba de la mitad de la playa para evitar que sean pisados por los turistas y la arena se compacte afectando la incubación de los huevos.

Además, existen zonas que por la dinámica de la playa no se pueden dejar los nidos *in situ*, como es el caso de la zona 11N, que tiene riesgo de inundarse completamente, por lo que todos los nidos que sean depositados por las tortugas en esta zona deben ser reubicados, al igual que los que se encuentren en la parte baja de la zona 1 N.

La mayor parte de los nidos son reubicados, a excepción de las zonas 3 N y 2N donde el número de nidos *in situ* fue mayor que los reubicados, esto debido a que

se consideró que habían sido depositados en un buen lugar por la tortuga y porque al ser una zona rocosa es de difícil acceso para los turistas y por lo tanto existía un menor riesgo de que fueran pisados. En la zona 11N y 9 N todos los nidos fueron reubicados, de las zonas 10 N a 4 N y la 1 N se reubicaron más nidos de los que se quedaron *in situ*. (Fig. 39).

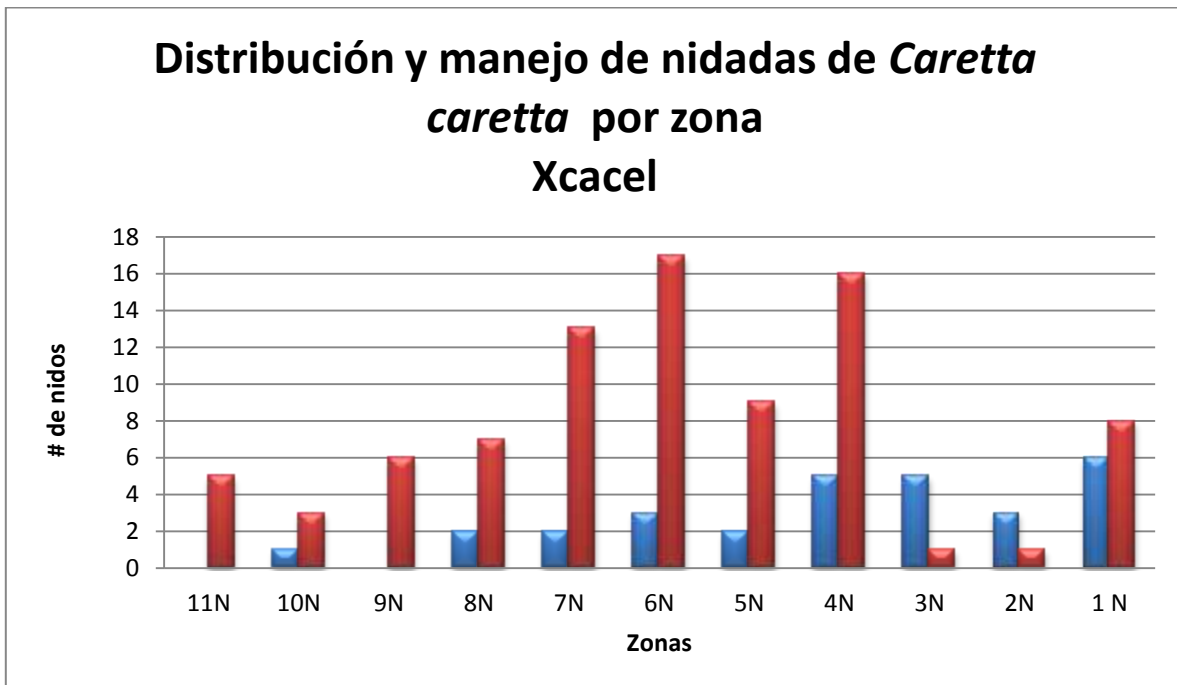


Figura 39. Manejo de nidadas por zonas en Xcacel. ■ *in situ*, ■ reubicado.

### 8.11 Anidaciones por zona y por manejo de nidada en Xcacelito

En la parte de Xcacelito, en las zonas 1 S, 2 S, 7 S y 11 S el número de nidos *in situ* fue igual al de los nidos reubicados, en las demás zonas fue mayor el número de nidos reubicados. Y solo se sembraron en corral nidos de las zonas 4 S, 5 S y 6S (Fig. 40).

En el caso del área de Xcacelito también la zona 1 S, que se encuentra junto a la 1N, es susceptible de inundación en la parte baja, por lo que solo se dejan *in situ* los nidos depositados en la parte alta de la playa.

Y en cuanto a las zonas 4 y 6, al ser las áreas de mayor desove, son las zonas en las que se debe llevar a cabo más reubicación de nidos con el fin de evitar la

destrucción de los mismos, ya que la tortuga verde también tiende a utilizar con mayor frecuencia estas zonas.

El corral se utilizó únicamente para nidos depositados en las zonas 4 y 6 por ser las de mayor densidad de nidos y de la zona 5 porque es el lugar donde se instala el corral.

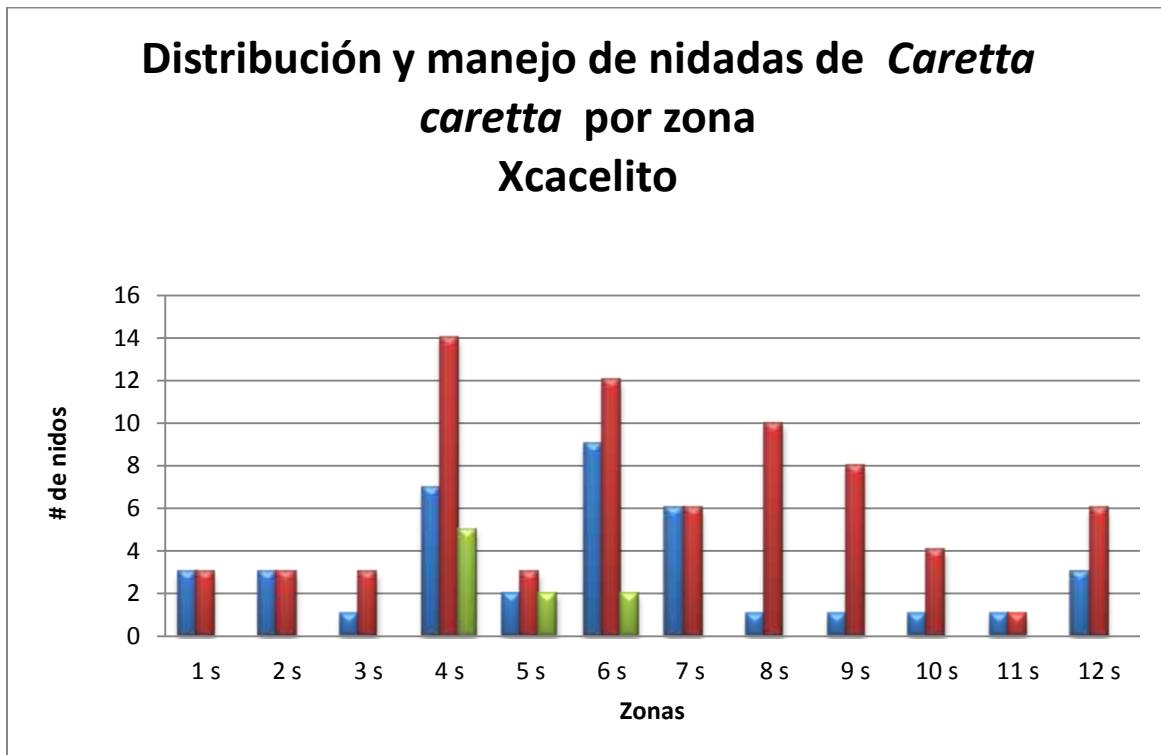


Figura 40. Manejo de nidadas por zona en Xcacelito. ■ *in situ*, ■ reubicado, ■ corral.

Esta preferencia que tienen las tortugas por ciertas áreas no significa que sean a las que se les debe dar mayor protección o importancia, ya que la playa es un ambiente dinámico que puede cambiar de una temporada a otra o inclusive en una misma temporada debido a fenómenos naturales como los huracanes; lo cual implica que se deben hacer estudios de esta variable a largo plazo.

## 8.12 Tamaño promedio de nidada

De las 223 nidadas analizadas de tortuga caguama se obtuvo un promedio de  $112.06 \pm 23.79$  huevos por nido, durante la temporada 2011. La nidada más pequeña fue de 23 huevos y la más grande de 168 huevos.

Se calculó el tamaño promedio de nidada en nidos *in situ*, reubicados y de corral, para comparar si existe una diferencia entre y contar directamente los huevos cuando se reubican o se llevan a corral y determinar el tamaño de la puesta por el conteo de cascarones que se hace una vez que el nido eclosionó, en el caso de los nidos *in situ*.

En nidos *in situ* el tamaño promedio de nidada fue de  $100.20 \pm 29.76$ , en nidos reubicados de  $114.22 \pm 22.12$  y en nidos de corral fue de  $113.11 \pm 24.46$  (Fig.41).

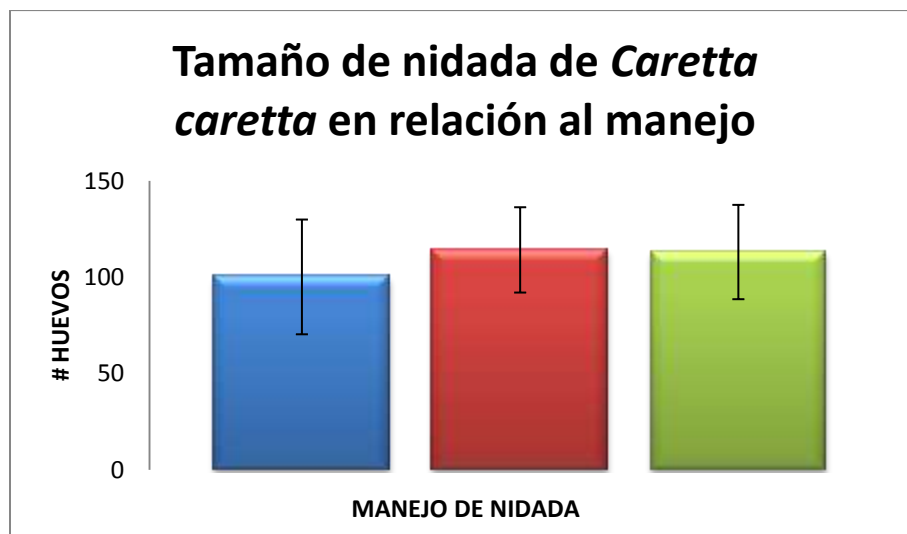


Figura 41. Promedio de tamaño de nidada en nidos:

■ *in situ* ■ reubicado, ■ corral

Se llevó a cabo un análisis de ANOVA para comparar el tamaño de nidada entre los tres manejos de nidada.

Ho: No existe diferencia significativa en el tamaño de nidada entre los tres manejos

Ha: Al menos uno de los manejos es significativamente diferente en relación al tamaño de nidada.

El valor de F se obtuvo de tablas considerando un 95% de confiabilidad y un  $\alpha/2=0.025$ ; de acuerdo con este valor, no se rechaza la hipótesis nula por lo que no existe una diferencia significativa entre los tres manejos (Tabla 1).

**Tabla 1. Análisis ANOVA de tamaño de nidada en nidos *in situ*, reubicados y de corral**

Fuente de Variación	Suma de cuadrados	g.l	Cuadrado medio	Razón de variación	F <sub>2,220</sub>
Entre Tratamientos	<b>2995.69745</b>	<b>2</b>	<b>1497.848727</b>	<b>2.68601695</b>	<b>3.75</b>
Dentro del tratamiento o del error	<b>122682.294</b>	<b>220</b>	<b>557.646789</b>		
Total	<b>125677.991</b>	<b>222</b>			

El tamaño de nidada varía entre puesta y entre poblaciones (Dodd, 1988). El rango va de 23-198, con una media de 112.4 (media de 19 poblaciones; Van Buskirk and Crowder, 1994). Para Quintana Roo Buskirk y Crowder 1994 reportan una media de 107.6 en una muestra de 144 nidadas.

En este trabajo el rango y el promedio se encuentran dentro de los valores reportados para la especie; pero la media (112.06) es mayor a la que se menciona en el artículo de Buskirk y Crowder (1994) para la zona de Q. Roo.

En el análisis del tamaño de nidada en relación a la técnica de manejo se puede observar que en los nidos *in situ* se registra un menor número de huevos; se tiene que considerar que en el caso de los nidos reubicados y de corral este número es registrado al momento de sembrarlos y generalmente el conteo es exacto, pudiendo fallar en 1 o 2 huevos, pero en cuanto a los nidos *in situ* no se puede saber el tamaño exacto de la nidada, ya que este dato se obtiene hasta que se limpian los nidos y se cuentan cascarones, los cuales no siempre están completos por lo que este conteo es aproximado y depende en gran medida del criterio del tortuguero que hace el conteo.

Al realizar una prueba de ANOVA para comparar el tamaño de nidada entre los tres manejos se encontró que no existía una diferencia significativa entre ellos;

esto quiere decir, que el conteo de cascarones es un método confiable para obtener el tamaño de nidada en nidos in situ.

### 8.12 Periodo de Incubación en relación al manejo

En los nidos in situ el promedio fue de  $59.41 \pm 10.38$  días, el menor tiempo de incubación fue de 52 días y el mayor de 65 días; en nidos reubicados el promedio fue de  $57.92 \pm 3.66$  días, con un mínimo de 51 días y un máximo de 65 días; y en nidos de corral el tiempo promedio de incubación fue de  $57.87 \pm 4.51$  días, el periodo más corto fue de 50 días y el más largo de 60 (Fig. 37).

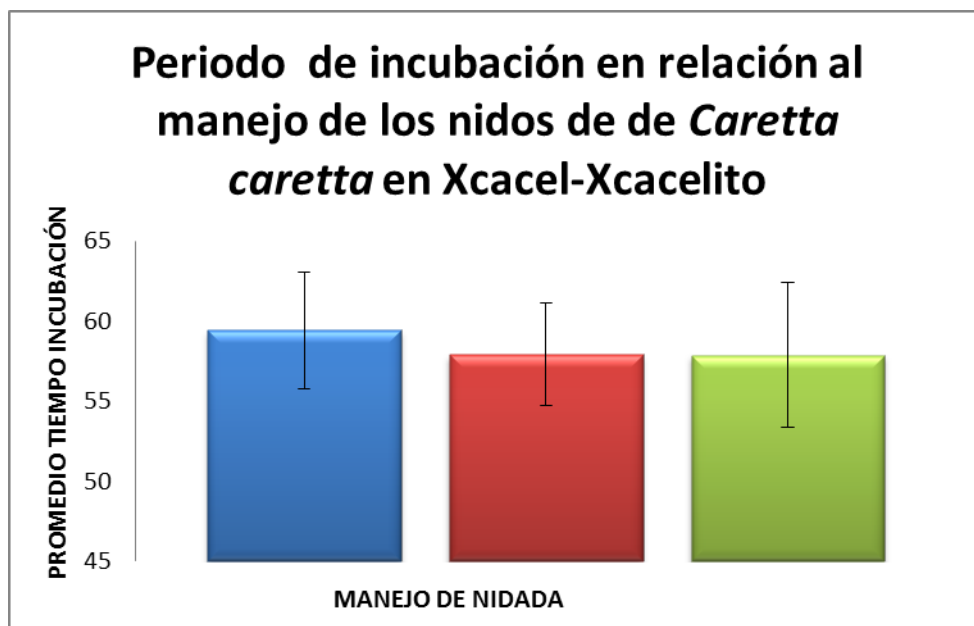


Figura 42. Comparación del periodo de incubación en relación a los tres manejos de nidada. ■ in situ, ■ reubicado, ■ corral.

### 8.13 Distribución y abundancia de emergencia de crías.

El primer evento de emergencia de crías se registró en la segunda semana de junio, correspondiendo a las anidaciones de abril. En la semana del 23-31 de agosto se identificó y limpió el mayor número de nidos, 26 en total, que de acuerdo con el tiempo de incubación deben corresponder a los desoves de la semana del 23-30 junio, sin embargo, tomando en cuenta el pico más alto de anidaciones y el promedio de incubación para esta especie (55-60 días), se debió presentar más



emergencia de crías en la semana del 23 al 31 de julio, sin embargo, en estas fechas se tiene registrado un valor de 12 nidos; esto puede deberse a depredación, nidos perdidos o a errores en la toma de datos, ya que las fechas en que se limpian los nidos no siempre corresponden a la fecha exacta en que emergen las crías. Los últimos registros de emergencia de crías fueron de la semana del 23 al 31 de octubre (Fig.43).

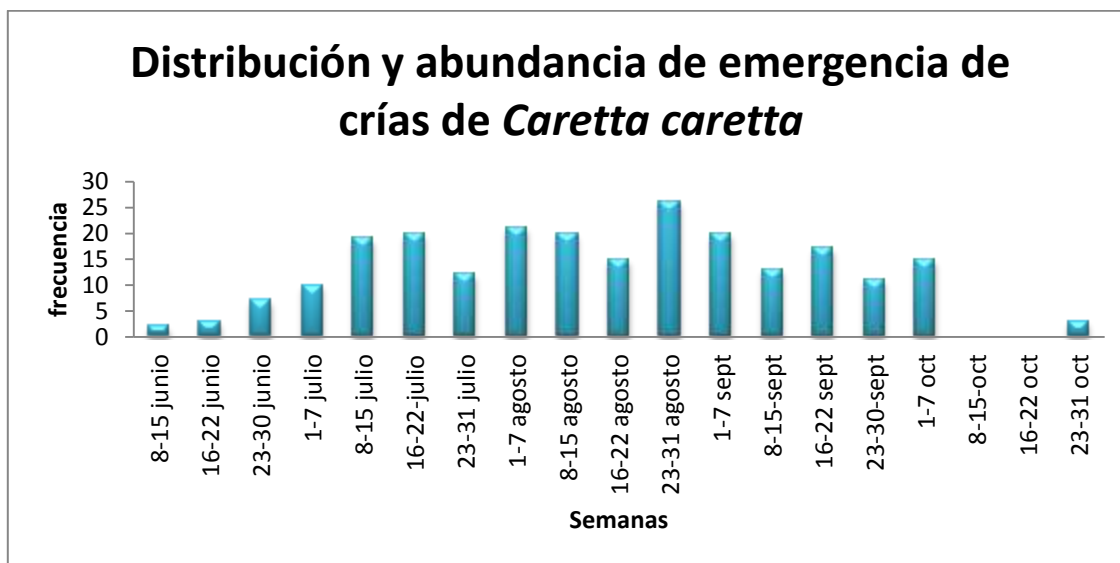


Figura 43. Distribución de emergencia de crías por semana de tortuga caguama en la temporada 2011

### 8.14 Estado del nido en relación al manejo

De los nidos in situ (n=68), el 79.41% fueron protegidos, es decir, se completó exitosamente su incubación, el 7.8% de los nidos fueron depredados por mapaches o tejones, el 6.25% fueron destruidos por otra tortuga y el 7.8% no fueron analizados porque se perdió la estaca.

De los nidos reubicados (n=159), 79.24% fueron protegidos, 5.032% fueron depredados, 5.032% fueron destruidos y 10.69 % fueron no analizados.

De los nidos de corral (n=9) 77.77% fueron protegidos, 22.22% fueron depredados y no hubo nidos destruidos por otra tortuga y ninguna estaca se perdió (Fig. 44).

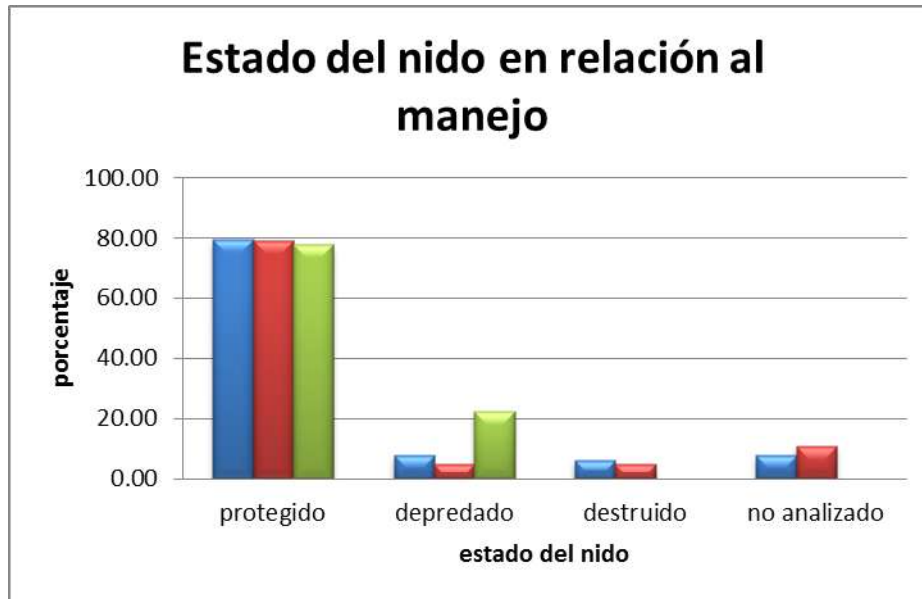


Figura 44. Grado de protección, depredación, destrucción y nidos no analizados en los tres tipos de manejo. ■ in situ, ■ reubicado, ■ corral.

En el caso de los nidos protegidos, el porcentaje no difiere mucho entre los tres manejos, cercano al 80%, aunque se debe tomar en cuenta que los nidos de corral son muy pocos.

En cuanto al porcentaje de depredación, el valor más alto fue del corral, pero hay que considerar la poca cantidad de nidos analizados. La razón de que hubiera nidos depredados en el corral, donde se espera que éstos se encuentren protegidos, se debe a que en esta temporada no se le colocó una malla, dejando los nidos más susceptibles a ser atacados por los depredadores ; si se comparan los nidos in situ con los reubicados se puede observar que hubo un mayor porcentaje de depredación en los primeros , en este sentido se debería considerar el factor de la ubicación, ya que pudieron quedarse dichos nidos en sitios donde los depredadores fueran más frecuentes. En cuanto a los nidos destruidos, aunque es pequeña la diferencia, sí se registró un mayor porcentaje en los nidos in situ, lo cual es un resultado esperado, ya que la reubicación debe hacerse en zonas donde se registre una menor frecuencia de anidaciones, especialmente de la tortuga verde, ya que esta tortuga tiende a remover mucho más arena y utiliza un área más grande en el proceso de anidación y, por lo tanto, en algunas

ocasiones provoca la destrucción de nidos que se encuentran cerca. En esta categoría de nidos destruidos no se registraron nidos del corral, ya que éste se ubicó en un área estratégica donde hay menor actividad de desove por ser una zona rocosa.

De los no analizados tampoco se registraron nidos del corral debido a que en esta área se tiene un mayor control; y en el caso de los nidos *in situ* y reubicados, estos últimos registraron un porcentaje más alto.

El trabajo en campamentos debe llevarse a cabo de forma que se evite lo mejor posible tanto la pérdida de nidos como de información y tomando en cuenta los porcentajes obtenidos de todas las categorías se podría decir que se logró un bajo impacto en los nidos, aunque es indispensable que en el caso del corral siempre se cuente con una malla protectora para que se cumpla al 100% el objetivo del manejo. Cabe mencionar que la inundación y el saqueo también representan un factor de pérdida o perturbación de los nidos pero en esta temporada no se registró ningún nido dentro de estas categorías.

### **8.15 Porcentajes de eclosión, emergencia y sobrevivencia en relación al manejo**

Se compararon los porcentajes de eclosión, emergencia y sobrevivencia de crías de la tortuga caguama de las nidadas *in situ*, reubicadas y de corral

En cuanto al porcentaje de eclosión no hubo mucha diferencia entre los tres manejos: *in situ* 91.45 %, reubicado 90.70% y corral 90.08%.

En el porcentaje de emergencia se aprecia una diferencia más marcada: *in situ*: 89.87%, reubicado: 85.77% y corral 83.15%.

En el porcentaje de sobrevivencia la diferencia entre ellos se aprecia más que en el primer caso pero no es tan marcada como en el porcentaje de emergencia de crías: *in situ*: 90.10%, reubicado: 88.46% y corral. 87.47 % (Fig. 45).

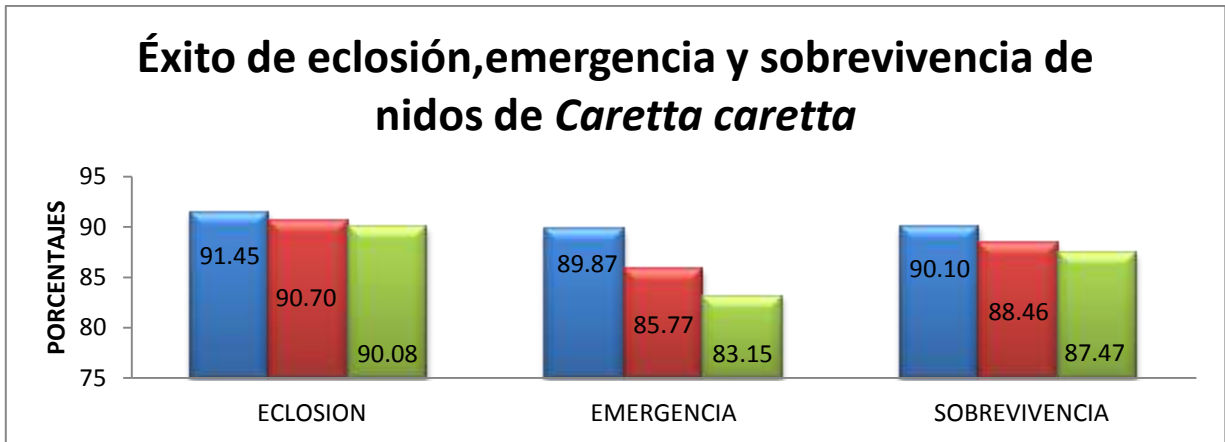


Figura 45. Porcentajes promedio de éxito de eclosión, emergencia y supervivencia separados por el manejo de nido. ■ *in situ*, ■ reubicado, ■ corral.

Se llevó a cabo un análisis de ANOVA para comparar los porcentajes entre los tres manejos (Tablas 2, 3 y 4).

Ho: No existe diferencia significativa en los porcentajes de eclosión, emergencia y/o supervivencia entre los tres manejos de nidada

Ha: Al menos uno de los tres manejos es significativamente diferente en cuanto a los porcentajes de eclosión, emergencia y/o supervivencia.

Tabla 3. ANOVA porcentaje de eclosión

Fuente de Variación	Suma de cuadrados	g.l	Cuadrado medio	Razón de variación	F <sub>2,183</sub>
Entre Tratamientos	726.6962908	2	363.3481454	3.62218304	3.75
Dentro del tratamiento o del error	18357.08187	183	100.3119228		
Total	19083.77816	185			

\*Valor de F con un 95% de confiabilidad y un  $\alpha/2=0.025$

Tabla 2. ANOVA porcentaje de emergencia

Fuente de Variación	Suma de cuadrados	g.l	Cuadrado medio	Razón de variación	F <sub>2,183</sub>
Entre Tratamientos	25.6682236	2	12.8341118	0.17062004	<b>3.75</b>
Dentro del tratamiento o del error	13765.3378	183	75.2204249		
Total	13791.006	185			

**\*Valor de F con un 95% de confiabilidad y un  $\alpha/2=0.025$**

Tabla 4. ANOVA porcentaje de sobrevivencia

Fuente de Variación	Suma de cuadrados	g.l	Cuadrado medio	Razón de variación	F <sub>2,183</sub>
Entre Tratamientos	115.812085	2	57.9060427	0.65768581	3.75
Dentro del tratamiento o del error	16112.2616	183	88.0451454		
Total	16228.0737	185			

**\*Valor de F con un 95% de confiabilidad y un  $\alpha/2=0.025$**

De acuerdo con los análisis de ANOVA y los valores de F de tablas, en la temporada 2011 no hubo una diferencia significativa en los porcentajes de eclosión, emergencia y supervivencia entre las 3 técnicas de manejo: *in situ*, reubicado y corral

Las tortugas caguama generalmente tienen un 80% de éxito de eclosión, a menos que algún factor externo interfiera (National Research Council, 1990). Como regla general el éxito de emergencia es ligeramente menor que el éxito de eclosión debido a que no todas las crías que eclosionan logran llegar a la superficie (Miller, 2003); esto se puede apreciar en nuestros resultados, en el corral es donde se observa una mayor diferencia entre el porcentaje de eclosión y el porcentaje de emergencia, lo cual se puede deber a las condiciones de los nidos en corral que propician una mayor temperatura, y por lo tanto la mortalidad de las crías dentro del nido es mayor que en los otros manejos y también se suma a este factor la forma del nido, el que construye la tortuga tiene la forma perfecta para que las crías emerjan de forma natural pero el que se construye manualmente no puede

imitar fielmente la forma original y afectar en cierta medida la correcta emergencia de las crías y esto se puede ver también en los nidos reubicados pues el porcentaje de emergencia es menor que en los nidos *in situ*. Carthy et al. (2003) hacen referencia a esto mencionando que a pesar de que los nidos se reubiquen a zonas que son idénticas a la original, el ambiente de incubación puede ser afectado si la profundidad y la forma del nuevo nido no coinciden con el original.

En si el hecho de manipular los huevos es un factor que siempre afectará el proceso de incubación y eclosión, por esta razón solo debe llevarse a cabo cuando se considere realmente necesario, es decir, cuando el nido tenga riesgo de inundarse, de ser destruido, saqueado y depredado. Sin embargo también existe una presión de mover los nidos en las playas de Quintana Roo debido a las actividades turísticas, pero si lo que se busca es la conservación y protección el turismo es el que se debe adaptar a la presencia de las tortugas marinas y no viceversa.

En relación al porcentaje de sobrevivencia, en todos los manejos fue mayor que el porcentaje de emergencia pero menor al de eclosión porque no se toman en cuenta las crías vivas eclosionando, solo las crías que se encuentran totalmente fuera del cascarón pero dentro del nido y el número de crías que se considera lograron salir del nido de acuerdo al conteo de cascarones o por el conteo de crías en superficie en el caso de que se haya puesto un corralito alrededor del nido. Este valor también fue menor en el caso de los nidos de corral, ya que en estos nidos siempre existe una mayor mortalidad de crías dentro del nido y también es mayor la cantidad de huevos no eclosionados.

## 8.16 Porcentaje de eclosión en nidos *in situ* en las diferentes zonas

Las características físicas de la playa a lo largo de las diferentes zonas no son uniformes y esto puede alterar el éxito de eclosión de las nidadas. En este análisis se compararon los porcentajes de eclosión de los nidos depositados en las diferentes zonas y que no fueron manipulados, es decir que no se reubicaron ni se llevaron al corral. En la zona 1S se obtuvo un porcentaje de 61.89% siendo el más bajo de todas las zonas. En las demás zonas los porcentajes de eclosión fueron mayores o iguales al 80 %. El valor más alto registrado fue de 100% en la zona 9. Las zonas 11N, 10N, 9N y 8S no tienen ningún valor porque no existían datos de este porcentaje en nidos *in situ* (Fig. 46)

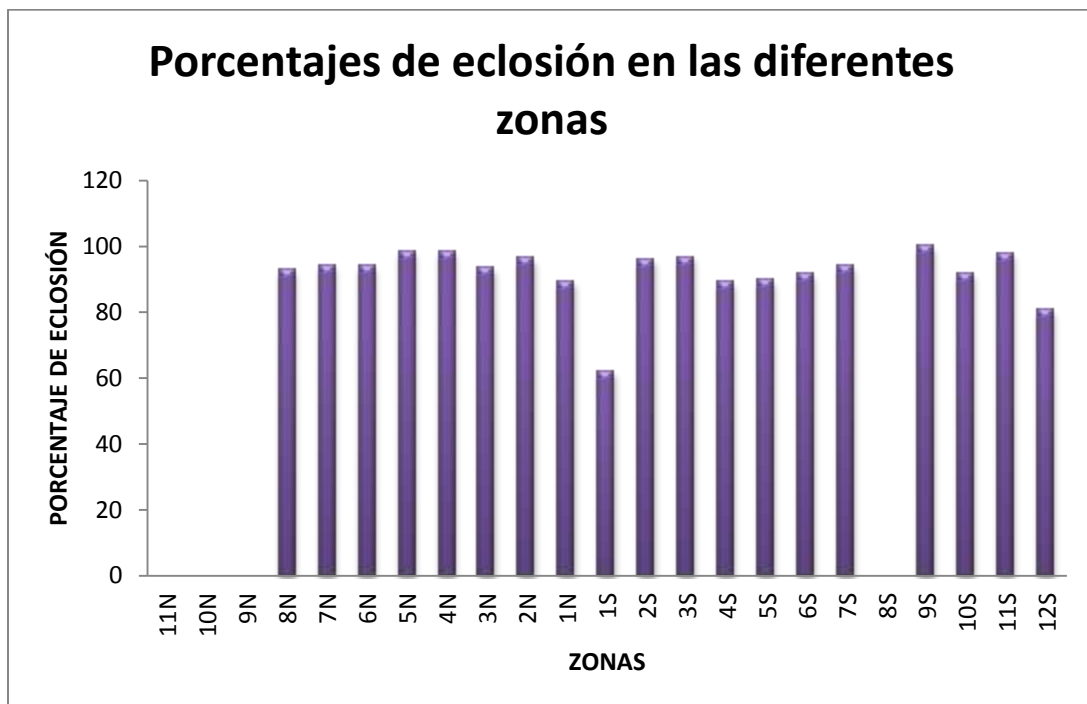


Figura 46. Porcentaje eclosión de nidos *in situ* en las zonas de Xcachel y Xcachelito.

La zona 1S fue la que presentó el valor más bajo y si se compara con la zona 1N que se encuentra adyacente y que comparten prácticamente las mismas condiciones físicas se puede suponer que este bajo porcentaje de eclosión se deba a que los nidos dejados *in situ* no quedaron en un lugar ideal y probablemente recibieron más humedad por quedar cerca de la marea. El problema con esta zona es que cuando la marea está baja parece

ser muy amplia o ancha y se dejan algunos nidos *in situ* creyendo que no les llegará el agua, pero si la marea sube, muchas veces alcanza a esos nidos, que tal vez no se inundan completamente pero si afecta su éxito de eclosión debido al aumento de la humedad.

Se llevó a cabo un análisis de ANOVA para comparar los tiempos de incubación entre tres manejos (Tabla 5).

Ho: No existe diferencia significativa en el periodo de incubación entre los tres manejos

Ha: Al menos uno de los manejos es diferente en cuanto al periodo de incubación

Tabla 5. ANOVA tiempos de incubación en nidos *in situ*, reubicados y corral.

Fuente de Variación	Suma de cuadrados	g.l	Cuadrado medio	Razón de variación	F <sub>2,174</sub>
Entre Tratamientos	75.26276862	2	37.63138431	2.91920991	3.6889
Dentro del tratamiento o del error	2204.352174	171	12.89094839		
Total	2279.614943	173			

De acuerdo con el valor obtenido de F<sub>2,174</sub>, con una confiabilidad del 95% y un  $\alpha/2 = 0.025$ , no se rechaza la hipótesis por lo que no hay diferencia significativa entre ellos.

Los datos obtenidos se encuentran dentro del rango reportado para esta especie, de 55 a 60 días aunque se encontraron datos con periodos menores y también mayores a este rango, muchos fueron eliminados por considerarse errores de registro. También hay que tomar en cuenta que el rango está establecido para nidos *in situ* y en este trabajo se reportó el periodo de incubación para los tres manejos de nidada que se pueden hacer en playa. De acuerdo con el análisis de ANOVA no se encontró una diferencia significativa en el periodo de incubación entre los tres manejos, a pesar de que, está reportado que a mayor temperatura el tiempo de incubación disminuye y en los nidos de corral la temperatura es mayor debido a la cercanía de los nidos, ya que durante el desarrollo embrionario el metabolismo de los embriones produce un calentamiento del nido (Abella et al., 2007). Un factor que pudo afectar nuestros resultados es el hecho de que las



fechas de limpieza de nidos no siempre reflejan la fecha exacta de emergencia de crías.

### **8.17 Número de crías liberadas**

En relación a las crías liberadas se obtuvo total de 18,177. Este es uno de los datos más importantes, ya que representa los resultados de los esfuerzos de protección, porque son esas crías los nuevos individuos que se incorporarán a la población de Quintana Roo. Sin embargo, hay que tomar en cuenta que este es un número aproximado ya que se considera el conteo de cascarones y a las crías que son encontradas vivas dentro de los nidos cuando se hace la limpieza de nidadas, pero no se sabe exactamente cuántas de esas crías que emergieron que no fueron vistas y que corresponden a los cascarones contabilizados llegaron efectivamente al mar, ya que en el camino pueden ser depredadas por mapaches, tejones, aves, cangrejos, etc.

## 9.0 CONCLUSIONES

- Se identificaron un total de 132 hembras de tortuga caguama , presentando un éxito de anidación del 75.16% y se tuvo una eficiencia de marcado del 90%.
- La temporada de anidación comenzó el 8 de abril y terminó el 31 de agosto, y la mayor frecuencia se presentó en la semana del 23 al 31 de mayo.
- Las hora con mayor frecuencia de anidaciones durante la temporada fue entre las 23:01 pm y las 00:00 am.
- Considerando que no se pudo clasificar a las tortugas marinas entre neófitas y remigrantes, se consideraron los datos en conjunto para los registros de las tallas y la FAO.
- Se obtuvo un rango de FAO de 1 a 7, con un promedio de  $1.84 \pm 1.24$
- El intervalo de tiempo entre una anidación y otra fue en promedio de 17.95 días, mayor a la reportada para esta especie, lo que nos indica que probablemente las tortugas no siempre desovan en Xcachel –Xcachelito sino que se mueven a las playas aledañas y después regresan.
- La media de LCC fue de  $98.13 \pm 5.58$  y del ACC fue de  $88.9 \pm 4.6$
- Las zonas 4 y 6 de ambas bahías son las que presentaron una mayor densidad de nidos.
- El 21.21% del total de hembras registradas presentó algún tipo de anomalía física, siendo las más frecuentes las anomalías en el carapacho. Se tuvo el registro de una tortuga con fibropapiloma pero no se reportaron especificaciones al respecto ni se tomaron fotografías.
- El 67.37% de los nidos fueron reubicados a zonas más altas debido a la dinámica de la playa y a la presencia de turistas en la parte de Xcachel, ya

que Xcacelito no está abierto al público por ser un área destinada a investigación.

- El tamaño de nidada promedio fue de  $112.06 \pm 23.79$ , y de acuerdo con el análisis de ANOVA no hubo una diferencia significativa de esta variable entre los tres manejos de nidada.
- El periodo de incubación fue en promedio en nidos *in situ* fue de  $59.41 \pm 10.38$  días; en nidos reubicados fue de  $57.92 \pm 3.66$  días; y en nidos de corral el tiempo promedio de incubación fue de  $57.87 \pm 4.51$  días. De acuerdo con el análisis de ANOVA no hubo diferencia significativa entre los tres manejos.
- La emergencia de crías comenzó el 8 de junio y terminó el 31 de octubre. La mayor frecuencia se registró en la semana del 23 al 31 de agosto. No hubo una total correspondencia entre las fechas de desove y las de emergencia de crías, lo cual se atribuye a que no siempre se limpian los nidos a tiempo y a la pérdida de nidadas por depredación o destrucción.
- En los tres manejos, alrededor del 80 % de los nidos fueron protegidos exitosamente, el porcentaje restante representa las nidadas que se perdieron por la depredación de mapaches o tejones y la destrucción ocasionada por la acción de otras tortugas, además hubo nidos que no fueron analizados porque se perdieron las estacas con la información correspondiente por la alta densidad de tortugas. El corral presentó depredación, ya que no tenía una malla protectora por lo que se concluye que es necesario que ésta sea colocada siempre.
- De acuerdo con los análisis de ANOVA no hubo una diferencia significativa en los porcentajes de eclosión, emergencia y sobrevivencia entre los tres manejos de nidada: *in situ*, reubicado y corral.
- En general el éxito de eclosión de nidos *in situ* no se vio afectado por la zona en que se encontraban, excepto por los nidos de la zona 1 S donde se

registró un valor de 61.89%, mientras que en las demás zonas los porcentajes fueron iguales o mayores al 80%.

- Se liberó un total de 18,177 crías de tortuga caguama durante la temporada 2011

## 10.0 RECOMENDACIONES

- Se requiere tener actualizado el control de marcas metálicas para poder diferenciar a las tortugas neófitas de las remigrantes para futuros estudios
- Se requiere realizar más estudios sobre la ecología del nido (construcción del nido, temperatura, humedad, tamaño de sedimento, etc.) dentro de la playa Xcacel-Xcacelito.
- Hacer estudios sobre la carga turística en la playa Xcacel y cómo afecta esto el manejo de nidadas.
- Se requiere mayor número de personas especializadas para el control y manejo de la información que se genera en la playa

## 11.0 GLOSARIO

**ACC:** Acho curvo del caparazón

**Carapacho:** caparazón de la tortuga

**Eclosión:** salida de las crías del huevo

**Emergencia:** salida de las crías del nido

**Malformación:** alteración o defecto físico que se produce por un trastorno en el desarrollo

**Neófitas:** tortugas que son registradas por primera vez desovando, se identifican porque no presentan cicatrices de marca en las aletas.

**POGEQR:** Periódico Oficial del gobierno del Estado de Quintana Roo.

**Remigrantes:** tortugas que han sido identificadas varias veces desovando y que presentan metálica o cicatrices de marca.

## 12.0 BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

- Abella, E., A. Marco, P. Sanz, and L. F. López Jurado. 2007. Variability on incubation temperature and metabolic heating as a function of embryonic survival in loggerheads En: Abstracts of 27th Sea Turtle Symposium. Internatinal Sea Turtle Society, Loreto, Baja California Sur, Mexico. 261 pp.
- Aguirre, J.T. 2005. Estudio de la biología de la reproducción de tortugas marinas del sur de la Isla de Bioko (Guinea Ecuatorial). Tesis doctoral. Universidad de Valencia. Valencia, España. 209 pp.
- Alvarado- Padilla, J.C. (compl). 2003. Ficha Informativa de los Humedales de Ramsar. Dirección del Santuario de la Tortuga Marina “X’cachel – X’cachelito”. <http://ramsar.conanp.gob.mx/documentos/fichas/38.pdf>.
- Azanza, J., M. E. Ibarra, G. Espinosa, R. Díaz-Fernández y G. González– Sansón, 2003. Conducta de anidación de la tortuga verde (*Chelonia mydas*) en las Playas Antonio y Caleta de los Piojos de la Península de Guanahacabibes, Pinar del Río, Cuba. Revista de Investigaciones Marinas, 24(3): 231–240.
- Aviña, C. R. s/a. Aspectos biológicos y protección de la tortuga blanca *Chelonia mydas* y caguama *Caretta caretta*, en la costa central de Quintana Roo. Centro de Investigaciones de Quintana Roo, A.C. 74 pp.
- Bárcenas- Ibarra, A. y A. Maldonado-Gasca. 2009. Malformaciones en embriones y neonatos de tortuga golfina (*Lepidochelys olivacea*) en Nuevo Vallarta, Nayarit, México. Veterinaria México. 40:4. p. 371-380.
- Bolten, A.B. 2000. Técnicas para la medición de tortugas marinas. p .126-131. En : Eckert, K.L., K.A. Bjorndal, F. A. Abreu-Grobois and M. Donnelly (Editores). Técnicas de Investigación y Manejo para la Conservación de las Tortugas Marinas. UICN/CSE Grupo Especialista de Tortugas Marinas. Publicación nº 4 (Traducción al español). 278 pp.

- Botha, M. 2010. Nest site fidelity and nest site selection of loggerhead *Caretta caretta*, and leatherback, *Dermochelys coriacea*, turtles in kwazululu-natal, South Africa. Thesis for Master of Science. Nelson Mandela Metropolitan University. 115 pp.
- Bouchard, S. y K. A. Bjorndal. 2000. Sea turtles as biological transporters of nutrients and energy from marine to terrestrial ecosystems. *Ecology* .81: 2314–2330.
- Bowen, B.W. y A. Karl. 2007. Population genetics and phylogeography of sea turtles. *Molecular Ecology*. 16:4886-4907.
- Briseño- Dueñas, R. y F. A. Abreu -Grobois. 1998. Las tortugas y sus playas de anidación en México. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología. Universidad Nacional Autónoma de México. Informe final SNIBCONABIO proyecto No. P066. México D. F. 57pp.
- Carthy, R.R., A.M. Foley, Y. Matsuzawa. 2003. Incubation environment of loggerhead turtle nests: effects on hatching success and hatchling characteristics. En *Loggerhead sea turtles*. Ed. Bolten, A.B, Witherington, B.E. Smithsonian Institution. EUA. p. 144-153.
- Castañeda, P. 1994. Evaluación de la Técnica de manejo de nidos de las tortugas marinas en la Reserva de la Biósfera de Sian Ka'an, Quintana Roo. Tes.Prof. UAM Xochimilco. 50 pp.
- Convenio Internacional sobre Comercio de Especies Amenazadas de Fauna y Flora, 2008. CITES. Apéndices (septiembre, 2009). <http://www.cites.org>.
- CONANP. 2011a. Ficha de identificación tortuga caguama. Dirección de especies prioritarias para la conservación. Disponible en: [http://procer.conanp.gob.mx/tortugas/sitio/pdf/fichas\\_tortugas/tortuga\\_caguama\\_2011.pdf](http://procer.conanp.gob.mx/tortugas/sitio/pdf/fichas_tortugas/tortuga_caguama_2011.pdf). Última actualización: 14 de junio 2011

- CONANP. 2011b. Programa de acción para la conservación de la especie: tortuga caguama, *Caretta caretta*. Dirección general de operación regional. Dirección de especies prioritarias para la conservación. Programa Nacional de Conservación de Tortugas Marinas. 47pp.
- Dodd, C.K. Jr. 1988. Synopsis of the biological data on the loggerhead sea turtle *Caretta caretta* (Linnaeus 1758). U.S Fish and Wild Service. Biological Report. 88(14).110 pp.
- Diario Oficial de la Federación (D.O.F). 1994. Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-1994, que determina las especies y subespecies de flora y fauna silvestres terrestres y acuáticas en peligro de extinción, amenazadas, raras y las sujetas a protección especial, y que establece especificaciones para su protección.16-05-94
- Diario Oficial de la Federación (D.O.F). 1996. Norma Oficial Mexicana de Emergencia NOM-EM-001-PESC-1996, Por la que se establece el uso obligatorio de dispositivos excluidores de tortugas marinas en las redes de arrastre durante las operaciones de pesca de camarón en el Océano Pacífico, incluyendo el Golfo de California.03-18-98.
- Diario Oficial de la Federación (D.O.F). 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Protección ambiental de especies nativas de México de flora y fauna silvestres. Categorías de riesgo y especificaciones para la inclusión, exclusión o cambio de listas de especies en riesgo. 30-01-2010.
- Duran-Nájera, J. J. 1986. Aspectos biológicos de la anidación y protección de la tortuga blanca, *Chelonia mydas* (Linn.1758), en Isla Contoy, Quintana Roo. Tesis Licenciatura. Escuela Nacional de Estudios Profesionales Zaragoza. UNAM. México. D.F. 80 pp.
- Eckert, K. L., K.A. Bjorndal, F.A. Abreu-Grobois, and M. Donnelly (Editores). 1999. Research and Management Techniques for the Conservation of Sea Turtles. IUCN/SSC Marine Turtle Specialist Group Publication No. 4. 235 pp.



- Ehrhart L.M, D.A. Bagley and W.E. Redfoot. 2003. Loggerhead turtles in the Atlantic Ocean: Geografic distribution, abundance and population status. 157-174. En *Loggerhead Sea Turtles*. Ed. Bolten, A.B and B.E. Witherington, Smithsonian Institution. EUA. 319 pp.
- Encalada, S.E., P.N. Lahanas, K.A. Bjordnal, A.B. Bolten, M.M. Miyamoto y B.W. Bowen. 1996. Phylogeography and population structure of the green turtle (*Chelonia mydas*) in the Atlantic Ocean and Mediterranean Sea: a mitochondrial DNA control region assessment. *Molecular Ecology* 5: 473-484.
- Encalada, S.E., K.A. Bjorndal, A.B Bolten, J.C. Zurita, B. Schroeder, E. Possardt, C.J. Sears and B.W. Bowen. 1998. Population structure of loggerhead turtle *Caretta caretta* nesting colonies in the Atlantic and Mediterranean as inferred from mitochondrial DNA control region sequences. *Mar. Biol.*, 130: 567–575.
- Encalada S., J. C. Zurita y B. W. Bowen. 1999. Consecuencia genética del desarrollo costero: Las colonias de tortugas marinas en X'cabel, México. *Noticiero de Tortugas Marinas* 83: 8-10.
- Flora, Fauna y Cultura de México A.C (FFCM). 2005. Programa de protección y conservación de tortugas marinas en el litoral central del estado de Quintana Roo: Informe final, temporada 2005. Flora, Fauna y Cultura de México AC. 63 pp.
- Flora, Fauna y Cultura de México A.C (FFCM). 2007. Programa de protección y conservación de tortugas marinas en el litoral central del estado de Quintana Roo: Informe final, temporada 2007. Flora, Fauna y Cultura de México AC. 55 pp.
- Flora, Fauna y Cultura de México A.C (FFCM). 2008. Reporte del programa de protección de las tortugas marinas del litoral central del estado de Quintana Roo, temporada 2007. 47 pp.

- Francisco-Pearce, A. 2001. Contrasting population structure of the loggerhead turtle (*Caretta caretta*) using mitochondrial and nuclear DNA markers. M.S. Thesis. University of Florida, Gainesville, FL. 71 pp.
- Frazier, J. 1999. Generalidades de la Historia de vida de las Tortugas Marinas. En Eckert, K. L, y F.A Abreu Grobois (Editores). 2001. Conservación de Tortugas Marinas en la Región del Gran Caribe – Un diálogo para el manejo Regional Efectivo. Traducción al español por Briseño Dueñas R. y F. A. Abreu Grobois. WIDECAST, UICN/CSE Grupo Especialista en Tortugas Marinas (MTSG), WWF y el Programa Ambiental del Caribe del PNUMA .170pp.
- Gallardo C., A. Rincón. 1999. Xcacel-Xcacelito paraíso vegetal que debemos proteger. La Jornada ecológica. <http://serpiente.dgsca.unam.mx/jornada/eco-pag1.html>. Consultado: 30-01-12
- García T. N., M. E. García y A. G. Merediz. 1993. Tortugas Marinas en la costa sur de la Reserva de Sian Ka'an. Amigos de Sian Ka'an A. C. y UNAM. 44 pp.
- Gil, H.R y R.E. Miranda, 1990. La tortuga carey *Eretmochelys imbricata* (Linnaeus 1776) en Isla Holbox, Quintana Roo durante 1990. Info. Fin. PRONATURA CRIP Puerto Morelos. 39pp.
- Heithaus, M.R, A. Frid and L.M Dill. 2002. Shark-inflicted injury frequencies, escape ability, and habitat use of green and loggerhead turtles. Marine Biology.140:229-236.
- Herbst, L. y P. Klein. 1995. Green Turtle Fibropapillomatosis: Challenges to assessing the role of environmental cofactors. Environ Health Perspect 103(Suppl4): 27-30.
- Herrera R., J. Zurita y B. Prezas. 2001. Incidencia de fibropapilomas en tortugas marinas en Q. Roo. En: Mauricio Aceves W. Y Rogelio Villavicencio. Memorias del XI Taller Regional sobre Programas de

Conservación de Tortugas Marinas en la Península de Yucatán. Riviera Maya, 8–10 marzo de 2001. p.24–125.

- Herrera R. 2006. Modificaciones a la playa Aventuras DIF y su impacto en la anidación de tortugas marinas. En: Memorias del XIV Taller Regional de Programas de Investigación y Manejo de Tortugas Marinas en la Península de Yucatán y II del Golfo de México y Mar Caribe. 8 al 10 de noviembre de 2006. Parque Xcaret, México.
- Hirayama, R. 1998. Oldest known sea turtle. *Nature* 392(6677):705-708.
- Hopkins, H. O., J.I. Richardson. 1984. Recovery plan for marine turtles. U.S. Fish and Wildlife Service Recovery Plan 80/8580025, National Marine Fisheries Service, Washington, D.C., 355pp.
- Iturbe –Darkistade, I. 2011. Manual de conservación de tortugas marinas, Trabajo en campamentos. Flora, Fauna y Cultura de México, A.C. Quintana Roo, México. 57pp.
- IUCN. 2009. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2009.1. [www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org).
- Jessop, T., J. Sumner, V. Lance, C. Limpus. 2004. Reproduction in shark attacked sea turtles is supported by stress reduction mechanisms. *Proceedings of the Royal Society London*. B 271: S91–S94.
- Kamezaki, N. 2010. What is a loggerhead turtle? The Morphological Perspective. p. 28-43. En *Loggerhead Sea Turtles*. Ed. Bolten, A.B and B.E. Witherington, Smithsonian Institution. EUA. 319 pp.
- Lenarz, M. S., N.B. Frazer, M.S. Rolston, and R.B Mast. 1981. Seven nest recorded for loggerhead turtle (*Caretta caretta*) in one season. *Herpetological Review* 12:9..
- Limpus, C.J. 1985. A study of the loggerhead sea turtle, *Caretta caretta*, in the Eastern Australia. Ph D. Thesis, University of Queensland, St Lucía, Queensland, Australia

- Lund, F. 1986. Nest production and nesting site tenacity of the loggerhead turtle, *Caretta caretta*, on Jupiter Island, Florida. M.S. Thesis, University of Florida, Gainesville.
- Marco, A., C. Carreras y E. Abella. 2009. Tortuga boba-*Caretta caretta*. En Enciclopedia Virtual de los Vertebrados Españoles. Salvador, A., A. Marco. (Eds). Museo Nacional de Ciencias Naturales, Madrid, España. 24 pp.
- Márquez, R.M. 1990. FAO Species Catalogue, Vol. II. Sea turtles of the world an annotated and illustrated catalogue of sea turtle species known to date. FAO United Nations, 81 pp.
- Márquez, R.M. 2002. Las tortugas marinas y nuestro tiempo. FCE. SEP. CONACYT, 3a ed. México, D.F. 200 pp.
- Meylan, A. B. y P.A Meylan. 2000. Introducción a la Evolución, Historias de Vida y Biología de las Tortugas Marinas. En Eckert, K.L, A. Bjorndal, F.A. Abreu-Grobois y M. Donnelly(Editores).2000. (traducción al español). *Técnica de Investigación y Manejo para la Conservación de las Tortugas Marinas*. Grupo Especialista en Tortugas Marinas UICN/CSE. 4:3-5.
- Miller, J. D. 1997. Reproduction in sea turtles. En P.L. Lutz and J.A. Musick (eds.). *The biology of sea turtles*, 51-80. Boca Raton, Fla.: CRC Press.
- Miller, J.D, J.L. Colin and M.H. Godfrey. 2003. Nest site selection, ovoposition, eggs development, hatching and emergence of loggerhead turtle. En *Loggerhead sea turtles*. Ed. Bolten, A.B, Witherington, B.E. Smithsonian Institution. EUA. 125-143.
- Morales J. J. 1993. Los huracanes en la Península de Yucatán. (Ed.) CALICA. Mérida. 111 pp.
- Mortimer, J.A. 2000. En Eckert, K.L, A. Bjorndal, F.A. Abreu-Grobois y M. Donnelly(Editores).2000. (traducción al español). *Técnica de Investigación y Manejo para la Conservación de las Tortugas Marinas*. Grupo Especialista en Tortugas Marinas UICN/CSE. 4:199-203.

- National Marine Fisheries Service and U.S. Fish and Wildlife Service. 2008. Recovery Plan for the Northwest Atlantic Population of the Loggerhead Sea Turtle (*Caretta caretta*), Second Revision. National Marine Fisheries Service, Silver Spring, MD.
- National Research Council. 1990. The decline of the sea turtles: Causes and prevention. Washington, D.C. National Academy Press. 260 pp.
- Periódico oficial del gobierno del estado de Quintana Roo (POGEQR). 2000 Decreto por el que se establece el programa de manejo de la zona sujeta a conservación ecológica "Santuario de la tortuga marina Xcacel-Xcacelito" ubicada en el municipio de Solidaridad, estado de Quintana Roo. Tomo I, No. 7 Extraordinario, 6ª época. Chetumal, Quintana Roo. 87 pp.
- Richardson, I.J. 2000. Prioridades para los estudios sobre biología de la reproducción y anidación. En Eckert, K.L., A. Bjordnal, 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. 4: 9-12.
- Richards, P. M., S. P. Epperly, S. S. Heppell, R. T. King, C. R. Sasso, F. Moncada, G. Nodarse, D.J. Shaver, Y. Medina y J. Zurita. 2011. Sea turtle population estimates incorporating uncertainty: a new approach applied to western North Atlantic loggerheads *Caretta caretta*. *Endangered Species Research*, 15(2), 151-158.
- Roe, A. S. (2002): Is Hawksbill Turtle Nesting Related to Moon and Tidal Phases? URL: <http://natsci.issu.edu/SrThesis/Blthesis9798/ROE.HTM>
- Salazar-Vallejo S. I., N. E. González y G. de la Cruz. 1992. La zona costera: ecología, conservación y turismo. pp 53-73 En: A. César-Dachary, D. Navarro y S. M. Arnaiz (eds.). Quintana Roo: Los retos del fin del siglo. CIQRO y Fund. Siglo XXI, Chetumal.
- SEMARNAP. 2001. Programa Nacional de Protección, Conservación, Investigación y Manejo de Tortugas Marinas. Ed. Secretaría de Medio

Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. Instituto Nacional de Ecología. México.81 pp.

- SEMARNAT.2006. Serie estudios de Caso. Caso 2: Desarrollo sustentable Xcacel-Xcacelito en el Estado de Quintana Roo. Disponible en <http://www.semarnat.gob.mx/informacionambiental/publicaciones/Publicaciones/xcacel.pdf>.
- SEMARNAT.2009.Biodiversidad.Capítulo4.Disponible en:[www.semarnat.gob.mx/.../Documents/pdf/cap\\_4\\_biodiversidad\\_.pdf](http://www.semarnat.gob.mx/.../Documents/pdf/cap_4_biodiversidad_.pdf). Consultado :1-02-12
- Shifino-Valente, A.L. 2007. Diagnostic imaging of the loggerhead sea turtle, *Caretta caretta* .Phd Thesis. Universidad Autónoma de Barcelona. 139 pp.
- Schroeder B.A, A.M Foley, D.A Bagley. 2003. Nesting patterns, reproductive migrations, and adult foraging areas of loggerhead turtles. En *Loggerhead Sea Turtles*. Ed. Bolten, A.B and B.E. Witherington, Smithsonian Institution. EUA. p.114-124.
- Turtle Expert Working Group (TEWG). 1998. Assessments update for the Kemp's Ridley (*Lepidochelys kempii*) and loggerhead (*Caretta caretta*) sea turtle populations in the Western North Atlantic. U.S. Department of Commerce NOAA. Technical Memorandum NMFS-SEFSC-409. 96.
- Turtle Expert Working Group (TEWG). 2009. An Assessment of the Loggerhead Turtle Population in the Western North Atlantic Ocean. NOAA Technical Memorandum NMFS-SEFSC-575, 131 pp.
- Van Buskirk, J. y LB. Crowder.1994. Life history variation in marine turtles. *Copeia*. p. 66-81.
- Zurita-Guitérrez, J.C, R.Herrera y B. Prezas. 1993. Tortugas Marinas del Caribe. 735-751. En *Biodiversidad Marina y Costera de México*, S.I Salazar-Vallejo y N.E González (eds) Com. Nal. Biodiversidad y CDIDRO. México. 865 pp.

- Zurita-Gutiérrez, J.C. 1999. La preservación de las tortugas marinas en X'cabel. La jornada ecológica.<http://serpiente.dgsca.unam.mx/jornada/ecopag4.html>. Consultado: 30-01-12
- Zurita-Gutiérrez, J. C y M. Prado. 2007. La conservación de las tortugas marinas en Veracruz, México. CONCENZU, Consultores en Formación SA de CV. México D. F. Noviembre 2007. 95 pp.
- <http://www.nmfs.noaa.gov>. Última actualización: 21 de febrero 2013