



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

**CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
Y AGROPECUARIAS**

DIVISIÓN DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

**EFFECTOS DE DEPREDACIÓN POR LA APLICACIÓN
DE LA NOM-162-SEMARNAT-2012 EN EL MANEJO DE
NIDOS EN LOS CAMPAMENTOS TORTUGUEROS DE
ISLA AGUADA Y CHENKAN, CAMPECHE, MÉXICO**

TESIS PROFESIONAL

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
LICENCIADO EN BIOLOGÍA**

PRESENTA:

JESSICA VIVIANA CORTÉS BRISEÑO

DIRECTOR

BIÓL. VICENTE GUZMÁN HERNÁNDEZ

ASESOR

BIÓL. FRANCISCO JAVIER JACOBO PÉREZ

Las Agujas, Zapopan, Jalisco, Septiembre del 2015



Universidad de Guadalajara

Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias

Coordinación de Carrera de la Licenciatura en Biología

C. JESSICA VIVIANA CORTÉS BRISEÑO
PRESENTE

Manifiestamos a usted, que con esta fecha, ha sido aprobado su tema de titulación en la modalidad de **TESIS E INFORMES** opción **TESIS** con el título: "EFECTOS DE DEPREDACIÓN POR LA APLICACIÓN DE LA NOM-162-SEMARNAT 2012 EN EL MANEJO DE NIDOS EN LOS CAMPAMENTOS TORTUGUEROS DE LA ISLA AGUADA Y CHENKAN CAMPECHE, MÉXICO.", para obtener la Licenciatura en Biología.

Al mismo tiempo le informamos, que ha sido aceptado como director de dicho trabajo a: **Biol. Vicente Guzmán Hernández** y como asesor a **Biol. Francisco Javier Jacobo Pérez**.

Sin más por el momento, aprovechamos para enviarle un cordial saludo.

ATENTAMENTE

"PIENSA Y TRABAJA"

"Año del Centenario de la Escuela Preparatoria de Jalisco"

Las Agujas, Nextipac, Zapopan, Jal., 3 de abril de 2014.


DRA. GEORGINA ADRIANA QUIROZ ROCHA
PRESIDENTE DEL COMITÉ DE TITULACIÓN


DRA. CLAUDIA AURORA URIBE MÚ
SECRETARIO DEL COMITÉ DE TITULACIÓN

Las Agujas, Zapopan, Jalisco, México. C.P. 45110. AP 39-82. Tels. (01-33) 37771150, 36820374, ext. 3254. Fax. 37771159

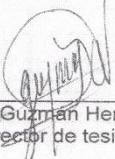
Dra. Georgina Adriana Quiroz Rocha.
 Presidente del Comité de Titulación.
 Licenciatura en Biología.
 CUCBA.
 Presente

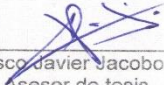
Nos permitimos informar a usted que habiendo revisado el trabajo de titulación, modalidad **Tesis e informes**, opción **Tesis** con el título: **"EFECTOS DE LA DEPREDACIÓN POR LA APLICACIÓN DE LA NOM-162-SEMARNAT-2012 EN EL MANEJO DE NIDOS EN LOS CAMPAMENTOS TORTUGUEROS DE ISLA AGUADA Y CHENKAN CAMPECHE, MÉXICO"** que realizó la pasante **Jessica Viviana Cortés Briseño** con número de código **304238389** consideramos que ha quedado debidamente concluido, por lo que ponemos a su consideración el escrito final para autorizar su impresión.

Sin otro particular quedamos de usted con un cordial saludo.

ATENTAMENTE

Las Agujas, Nextipac, Zapopan, Jal., 14 de Agosto de 2015


 Vicente Guzmán Hernández
 Director de tesis


 Francisco Javier Jacobo Pérez
 Asesor de tesis



Nombre completo de los Síndicos asignados por el Comité de Titulación	Firma de aprobado	Fecha de aprobación
Dr. Manuel Ayón Parente		19/08/15
M.C. Idelfonso Enciso Padilla M.C. Martín Pérez Peña		19/08/2015
Biól. Francisco Javier Jacobo Pérez-Suplente		19/Ago/15


 24/08/2015

DEDICATORIA

Dedico esta tesis al Biólogo Jacobo, a quien le agradezco por mostrarme este mundo maravilloso de tortugas marinas, por enseñarme “hablar”, por depositar su confianza en mí, pero sobre todo por acompañarme a volar. Mi más grande admiración, respeto y cariño.

Al Sr. Jaime Silva con especial afecto, por su admirable labor en la conservación de las tortugas marinas. Es un claro ejemplo de lo que es trabajar por convicción a pesar de todos los obstáculos, mi respeto y admiración.

AGRADECIMIENTOS

Un agradecimiento especial a mis “mujeres” mi Mamá, hermanas y sobrina, gracias por su apoyo incondicional, su amor y comprensión; por aceptar mis decisiones y comprender el amor que le tengo a mis tortugas. Sin ustedes no habría llegado hasta aquí, gracias por hacer todo esto posible y dejarme volar.

A la UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA, por darme la oportunidad de llevar a cabo mi formación profesional, por todas las facilidades que se me brindaron durante estos años, me llena de orgullo decir, “soy UDG”.

A la CONANP, por la facilitación de los datos para este trabajo, en especial al Área de Protección de Flora y Fauna Laguna de Términos, por darme la oportunidad y apoyo de colaborar en los campamentos tortugueros de Isla Aguada y Chenkan.

Al Biólogo Vicente Guzmán, Líder del proyecto Carey del APFFLT-CONANP por permitirme de colaborar con su equipo de trabajo, por todo el apoyo durante mi estancia, así como sus consejos. Por impulsarme a realizar esta tesis y ser director de la misma. Gracias por su aportación en mi crecimiento profesional y personal.

Gracias al M. C. Ildelfonso Enciso Padilla, M.C. Martín Pérez Peña, Dr. Manuel Ayón Parente y a la Dra. Alicia Loeza Corichi, por ser parte fundamental de la

realización de este trabajo, gracias por enriquecer esta tesis, por ser pacientes y por su apoyo incondicional.

Gracias al Ecólogo Pedro García, por su invaluable amistad, su apoyo incondicional y por sus consejos siempre tan oportunos. Además por creer y confiar en mí, por aceptar mis opiniones, por siempre tener tiempo para ayudar. Gracias por sus aportaciones en mi vida personal y profesional.

A la Bióloga Patricia Huerta, por sus conocimientos y aportaciones a este trabajo; por sus atenciones durante mi estancia, mi respeto y admiración. Usted es un ejemplo de lo que es trabajar con el corazón a pesar de las adversidades.

A la Bióloga Xochilquetzal Peralta, coordinadora del campamento Chenkan, por sus aportaciones a este trabajo, por sus atenciones durante mi estancia y hacer una experiencia extraordinaria.

A la Bióloga Virginia Clara, llegaste como voluntaria y te fuiste como mi amiga, regresaste como amiga y te fuiste como mi hermana. Gracias por tu ayuda en este largo camino, hiciste que esta fuera la mejor de las aventuras.

Gracias a los biólogos voluntarios: Julieta y Alfonso, por sus consejos, aportaciones a esta tesis y su enorme optimismo.

Un agradecimiento especial a los técnicos de campo de ambos campamentos, por contribuir con los datos de campo durante estos 21 años, que fueron fundamentales para este trabajo.

ÍNDICE	
1 INTRODUCCIÓN	14
1.1 DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE <i>TORTUGA CAREY</i>	17
1.2 DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE TORTUGA BLANCA	23
2 ANTECEDENTES	29
3 JUSTIFICACIÓN	33
4 HIPÓTESIS	36
5 OBJETIVOS	37
5.1 OBJETIVO GENERAL	37
5.2 OBJETIVOS PARTICULARES	37
6 ÁREA DE ESTUDIO	38
6.1 PLAYA ISLA AGUADA	39
6.2 PLAYA CHENKAN	43
7 METODOLOGÍA	46
7.1 TRABAJO EN CAMPO	46
7.2 TRABAJO DE GABINETE	48
7.3 ANÁLISIS ESTADÍSTICO	50
8 RESULTADOS	52
8.1 PLAYA DE ISLA AGUADA	52
8.2 PLAYA CHENKAN	65
DISCUSIÓN	73

9	CONCLUSIONES	81
10	BIBLIOGRAFÍA	85

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 3. Localización de los campamentos tortugueros de Isla Aguada y Chenkan en Campeche, México	38
Figura 4. Localización de la playa de anidación de tortugas marinas en Isla Aguada, Campeche, seccionada por balizas cada 250 m, 2013	40
Figura 5. Localización de la playa de anidación de tortugas marinas de Chenkan, Campeche, seccionada por balizas cada 500 m, 2013	44
Figura 6. Foto-esquema del perfil de playa de las zonas de anidación en las regiones de Isla Aguada y Chenkan, en Campeche, México	48
Figura 7. Porcentaje de depredación de nidos in situ de tortuga blanca (<i>Chelonia mydas</i>) en Isla Aguada, Campeche en el periodo 1992-2013	53
Figura 8. Porcentaje de depredación de nidos in situ de tortuga carey (<i>Eretmochelys imbricata</i>) en Isla Aguada, Campeche durante el periodo 1992-2013	53
Figura 9. Número de nidos in situ depredados de tortuga blanca (<i>Chelonia mydas</i>) con respecto al total de nidos con esta técnica, monitoreados durante el periodo 1992 a 2013 en Isla Aguada, Campeche. Expresado en escala logarítmica	55
Figura 10. Número de nidos in situ depredados de tortuga carey (<i>Eretmochelys imbricata</i>) con respecto al total de nidos in situ monitoreados en el periodo 1992 a 2013 en Isla Aguada, Campeche. Expresado en escala logarítmica	57
Figura 11. Afectación de nidos in situ de tortuga blanca (<i>Chelonia mydas</i>) y de tortuga carey (<i>Eretmochelys imbricata</i>) en Isla Aguada, Campeche, por depredadores silvestres y ferales, en la temporada 2013	59

Figura 12. Porcentaje de nidos in situ depredados por fauna silvestre y feral de tortuga blanca (<i>Chelonia mydas</i>) y tortuga Carey (<i>Eretmochelys imbricata</i>) con respecto al total de nidos in situ registrados en la temporada 2013 en Isla Aguada, Campeche	61
Figura 13. Valores porcentuales de nidos depredados de tortuga blanca (<i>Chelonia mydas</i>) con relación al perfil de playa en Isla Aguada, Campeche, en la temporada 2013	62
Figura 14. Valor porcentual de nidos depredados de tortuga Carey (<i>Eretmochelys imbricata</i>) con relación al perfil de playa en Isla Aguada, Campeche, durante la temporada 2013	63
Figura 15. Número de nidos depredados de tortuga blanca (<i>Chelonia mydas</i>) y tortuga Carey (<i>Eretmochelys imbricata</i>), por baliza y estación a lo largo de la zona de cobertura en Isla Aguada, Campeche durante la temporada 2013. . .	64
Figura 16. Porcentaje de depredación de nidos in situ de tortuga Carey (<i>E. imbricata</i>) en Chenkan, Campeche, en el periodo 1992-2013	66
Figura 17. Número de nidos in situ depredados de tortuga Carey (<i>E. imbricata</i>) con respecto al total de nidos in situ monitoreados en el periodo 1992 a 2013 en Chenkan, Campeche	68
Figura 18. Porcentaje de depredación de nidos in situ de tortuga Carey (<i>E. imbricata</i>) por perfil de playa de Chenkan, Campeche durante el 2013	71
Figura 19. Porcentaje de nidos in situ depredados de tortuga Carey (<i>E. imbricata</i>) por kilómetros en Playa de Chenkan, Campeche, durante la temporada 2013	72

Figura 20. Número de nidos in situ depredados de tortuga carey (*E. imbricata*) por balizas en Chenkan, Campeche, durante la temporada 2013 72

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Nidos <i>in situ</i> de tortuga carey (<i>Eretmochelys imbricata</i>) y tortuga blanca (<i>Chelonia mydas</i>) depredados en Isla Aguada, Campeche, durante la temporada 2013	54
Tabla 2. Número y porcentaje total de nidos <i>in situ</i> de <i>C. mydas</i> y <i>E. imbricata</i> depredados por individuos silvestres y ferales durante la temporada 2013 en Isla Aguada, Campeche	60
Tabla 3. Concentrado de nidos depredados parcialmente y totalmente de tortuga carey (<i>Eretmochelys imbricata</i>) y tortuga blanca (<i>Chelonia mydas</i>) en Chenkan, Campeche	66
Tabla 4. Porcentaje de depredación de nidos <i>in situ</i> de tortuga carey (<i>Eretmochelys imbricata</i>) y tortuga blanca (<i>Chelonia mydas</i>) por fauna feral y silvestre en Chenkan, Campeche durante el 2013	69

1 INTRODUCCIÓN

Los primeros registros de tortugas marinas están fechados hace aproximadamente 110 millones de años. Son un grupo de animales sumamente exitoso, que sobrevivió a la extinción de los dinosaurios y se han distribuido en todos los océanos del planeta (CIT, 2004). En la actualidad existen seis géneros de tortugas marinas: *Caretta*, *Chelonia*, *Dermochelys*, *Eretmochelys*, *Lepidochelys*, y *Natator* (Márquez, 1996). México es considerado el país de las tortugas marinas debido a que aquí se encuentran 7 de las 8 especies reconocidas a la fecha: *Caretta caretta* (Linnaeus, 1758), *Chelonia mydas* (Linnaeus, 1758), *C. mydas agassizii* (Bocurt, 1868), *Dermochelys coriácea* (Vandelli, 1761), *Eretmochelys imbricata* (Linnaeus, 1766) *Lepidochelys kempii* (Garman, 1880) y *L. olivacea* (Eschscholtz, 1829), de las cuales sólo *C. mydas agassizii* y *L. olivacea* no anidan en el golfo de México (Márquez, 2004).

Las tortugas marinas presentan distinto grado de vulnerabilidad a la intensidad de depredación en las diferentes fases de su ciclo de vida. Además, durante la actividad pesquera pueden ser capturadas incidentalmente. También son sensibles al deterioro ambiental causado por desarrollos turísticos, urbanos, carreteras, desechos industriales, basura, etc. Además, fenómenos meteorológicos extremos como los huracanes, la falta o el exceso de lluvia, los efectos del fenómeno de El Niño, entre otros causan problemas directos a las poblaciones de tortugas (Márquez, 2004). Debido a estas presiones, las poblaciones de tortugas marinas se encuentran en algún grado de riesgo, por lo

que ha sido necesario implementar medidas para tratar de frenar y en algunos casos revertir la condición de peligro en la que se encuentran.

Como medidas para amortizar la tendencia de las poblaciones a disminuir y fortalecer los aspectos legales, se establecieron campamentos tortugueros en playas importantes de anidación a finales de los años 70's, cuyo objetivo primordial fue la protección de huevos y el reclutamiento de crías en las poblaciones silvestres (Huerta et al., 2013). En Campeche, en 1979 el INAPESCA (Instituto Nacional de Pesca) consolidó el "Programa de protección y estudio de las tortugas marinas" en el campamento de Isla Aguada y en 1986 se instala el campamento Tortuguero de Chenkan, segundo en el estado, por iniciativa de la entonces Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología (SEDUE), con el objetivo de proteger la playa de anidación más importante para la tortuga carey en Campeche (SEDUE, 1989).

Los programas de conservación de tortugas marinas, se apoyan en diversos manuales de operación de campamentos tortugueros que proporcionan las directrices técnicas a implementar durante el manejo en playa de hembras o sus nidadas (e.g. Márquez et al., 1973, 1990; Chacón et al., 2000; Eckert et al., 2000; Huerta et al., 2006), con el objetivo de tomar decisiones correctas en la aplicación de las técnicas de incubación; sin embargo, las medidas tomadas por los operadores de los campamentos no siempre están basadas en los mejores criterios y los resultados que se producen no son necesariamente los mejores (Guzmán et al., 2008).

Como respuesta para evitar interpretaciones parciales y personales por los operadores de campamentos tortugueros, surge la Norma Oficial Mexicana, NOM-162-SEMARNAT-2012, publicada y puesta en vigor en ese mismo año, criterios que comenzaron a aplicarse en la temporada reproductiva 2013, en los campamentos de Isla Aguada y Chenkan para dos especies de tortugas marinas, la tortuga blanca (*C. mydas*) y la tortuga carey (*E. imbricata*). Esta norma “establece las especificaciones para la protección, recuperación y manejo de las poblaciones de las tortugas marinas en su hábitat de anidación, en la cual señala que la incubación solamente puede ser *in situ* y en corral (vivero) únicamente ante saqueo, fenómenos meteorológicos, depredación e inundación fuera de control”.

1.1 DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE TORTUGA CAREY

Eretmochelys imbricata

1.1.1 Taxonomía

Según Márquez (1996) la tortuga carey se clasifica de la siguiente manera:

Clase Reptilia

Subclase Anapsida

Orden Testudines

Suborden Cryptodira

Superfamilia Chelonioidea

Familia Cheloniidae

Género *Eretmochelys*

Especie *imbricata*

(Linnaeus, 1766)



Fuente: INBio
© Derechos reservados

Figura 1. *Eretmochelys imbricata* (UNBio, Costa Rica)

1.1.2 Morfología

La tortuga carey tiene dos pares de escamas prefrontales entre los ojos, gruesos escudos traslapados en la sección distal (posterior) del caparazón, cuatro pares de escudos costales (laterales) y cinco escudos vertebrales (centrales), dos uñas en cada aleta. Al desplazarse en tierra el movimiento de sus aletas es alternado (asimétrico). La cabeza es relativamente angosta y alargada. Su pico se afina hacia la punta, dando la apariencia similar al de un pájaro (Eckert y Abreu Grobois, 2001).

El caparazón es acorazonado en los juveniles y va adquiriendo una forma más alargada (ovalada) conforme la tortuga alcanza la madurez. Los costados y parte trasera del carapacho típicamente son aserrados en todos los estadios, menos en tortugas muy viejas. Los escudos epidérmicos que cubren los huesos de la tortuga se le conocen comúnmente como “carey” o “bekko” y tienen un alto valor comercial. Estos escudos tienen un diseño muy llamativo (un patrón de irradiación irregular con colores negro y café sobre un fondo ámbar). Los escudos del plastrón usualmente son de color amarillo claro, con un poco o casi nada de pigmentación (Eckert y Abreu Grobois, 2001).

Es un organismo de talla mediana, la longitud promedio de una hembra reproductora típica no excede los 95 cm de longitud del carapacho en línea recta; sin embargo, en la temporada 2012 en la zona de Chenkan se registró un promedio de 91.1 cm de longitud del carapacho (Huerta et al., 2013), y en el caso

de Isla Aguada en la misma temporada, la talla media fue de 90.8 (Guzmán y García, 2013). Los adultos de la región del Caribe tienen un peso que oscila entre los 80-85 kg. Los neonatos tienen una coloración sin combinaciones que puede ser de gris a café. La LRC es de 42 mm (variación de 39-46 mm) y su peso varía entre 14-20 g (Eckert y Abreu Grobois, 2001).

1.1.3 Distribución

Las tortugas carey se distribuye en los mares tropicales y subtropicales de los océanos Atlántico, Pacífico e Índico, habitan generalmente en arrecifes costeros, bahías, estuarios y lagunas. Son quizás las más tropicales de todas las tortugas marinas. La principal zona de anidación se encuentra entre el trópico de Cáncer y Capricornio, con la excepción del golfo Pérsico (Witzell, 1983).

1.1.4 Fase bentónica de crecimiento

Cuando el caparazón ha alcanzado unos 20 cm de longitud, al menos en la región del Caribe los careyes inmaduros se establecen en arrecifes de coral, en zonas a las que se denomina “hábitats de cría”, establecen claramente un área de residencia en la que se alimentan y encuentran refugio. El traslado desde las aguas pelágicas a las bentónicas implica un cambio relevante de los hábitos, especialmente de la dieta (Chacón, 2004).

1.1.5 Madurez sexual

Los modelos poblacionales realizados por Boulon (1983, 1994), Limpus (1992), Chaloupka y Limpus (1997) y Mortimer (1998), permitieron calcular que éstas llegan a la madurez sexual entre los 20 y 40 años de edad. Por otra parte, de acuerdo con Crouse (1999, citado por Chacón, 2004) las tortugas carey del Caribe después de alcanzar 20 cm de longitud de caparazón y establecer residencia en zonas de alimentación bentónicas cercanas a la costa, pueden necesitar de 16 a 20 años para llegar a la madurez sexual.

1.1.6 Anidación

Las tortugas carey anidan entre la vegetación terrestre o bajo ella. Una hembra puede hacer más de un intento de excavar un nido antes de desovar con éxito en una cámara situada por lo menos a 10 cm por debajo de la superficie de la arena y de hasta 90 cm de profundidad. Cada huevo pesa alrededor de 25 gramos y la nidada promedio es de 140 huevos (pero a veces puede contener hasta 250); estos valores son muy variables para cada colonia de anidación. A intervalos de aproximadamente quince días, la misma hembra hace un nuevo nido, por lo general en la misma franja de playa. Este proceso se repetirá hasta que acabe sus reservas energéticas para anidar esa temporada, al término habrá dejado por lo menos dos, y hasta ocho nidos en algunas ocasiones (Chacón, 2004).

En Chenkan Campeche, durante la temporada 2013 se observó que el promedio de huevos por nidadas fue mayor en las hembras remigrantes que en las neófitas, con 137 y 132 huevos respectivamente, obteniendo una máxima de 221 huevos por nidada en intervalos de 14 días, las hembras desovaron en promedio 3 ocasiones y máximo 5 durante la temporada (Peralta, 2014). En esta misma temporada 2013 en Isla Aguada Campeche, el promedio de huevos por nidos fue de 147 con una máxima de 231 huevos, 10 más de lo obtenido en Chenkan, se registraron intervalos de 15 días entre cada puesta, el promedio de desove por hembra fue semejante que en Chenkan (Guzmán y García, 2014)

1.1.7 Alimentación

Las tortugas de carey, tanto del Atlántico (*Eretmochelys imbricata imbricata*) como del Pacífico (*Eretmochelys imbricata bissa*) son de hábito carnívoro; se alimentan en especial de esponjas, celenterados, tunicados, crustáceos y moluscos. Algunos ejemplares han presentado el estómago lleno de crustáceos o de esponjas. Debido a estos hábitos en la alimentación no es frecuente observarlas en aguas oceánicas. En la dieta de juveniles se han encontrado restos de celenterados (*Valella* sp.), algas (*Sargassum* sp.), gasterópodos (*Littorina* sp, *Janthina* sp.), cefalópodos, cangrejos y erizos. En el oeste de Baja California se han encontrado algunas tortugas inmaduras con el estómago lleno de langostillas rojas (*Pleuroncodes planipes* Stimpson, 1860), crustáceos de hábitos epipelágicos (Márquez, 1996). También supone la ingesta sistemática de toxinas, así como de espículas vítreas (Meylan, 1988). Exceptuando varios peces

muy especializados de los arrecifes de coral (p. ej., el pez payaso, *Amphiprion* sp.), no se conoce ningún otro vertebrado capaz de tolerar una dieta tan tóxica como esa (Chacón, 2004).

1.2 DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE TORTUGA BLANCA

Chelonia mydas

1.2.1 Taxonomía

Según Hirt (1997) la tortuga blanca se clasifica de la siguiente manera:

Clase Reptilia

Subclase Anapsida

Orden Testudines

Suborden Cryptodira

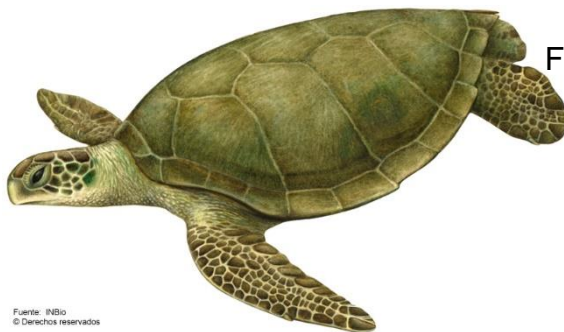
SuperfamiliaChelonioidea

FamiliaCheloniidae

Género*Chelonia*

Especie *mydas*

(Linnaeus, 1758)



Fuente: UNBio
© Derechos reservados

Figura 2. *Chelonia mydas* (UNBio, Costa Rica).

1.2.2 Morfología

La tortuga verde es la más grande de las tortugas marinas de caparazón rígido y es la segunda más grande (después de *Dermochelys*) de las siete especies. Los adultos comúnmente alcanzan un peso de 150 kg y generalmente miden de 95 a 120 cm en longitud de carapacho. El color del carapacho, de forma ovalada, es café claro a café oscuro, algunas veces con tonos de verde olivo, con vetas radiales de color variable (p.ej. amarillo, café, verde o negro). El plastrón o pecho varía en tono, desde blanco crema hasta amarillo claro (Eckert y Abreu Grobois, 2001).

La cabeza, redondeada en su extremo posterior, está caracterizada por un pico chato con bordes aserrados y un solo par de escamas agrandadas entre los ojos. Las crías de tortuga verde pesan unos 26 g y tienen una longitud del carapacho de aproximadamente 5 cm. Estos neonatos tienen una singular pigmentación de color azul negruzco en la superficie superior del caparazón, con márgenes blancos en los bordes posteriores de las aletas y su alrededor (Eckert y Abreu Grobois, 2001).

1.2.3 Distribución

Tiene una amplia distribución tropical y subtropical en aguas costeras continentales e insulares y es rara en aguas templadas. Ésta y la tortuga de carey son las especies con distribución más tropical. Sus límites geográficos quedan dentro de las isothermas de 20°C y sus movimientos migratorios respetan esos

linderos durante las diferentes estaciones del año. Existen datos de tortugas fuera de estas fronteras, pero generalmente son individuos solitarios en fases no reproductivas (Márquez, 1996).

Es una especie típicamente nerítica que forma agregaciones en aguas someras, abundantes en pastos y mantos de algas marinas. Se sabe que algunas poblaciones efectúan grandes migraciones desde los campos de alimentación hasta las zonas de anidación, a veces varios miles de kilómetros de distancia. Casi todas las migraciones las efectúan costeando, pero algunas poblaciones cruzan el océano hacia las zonas de alimentación, un ejemplo de ello es la población que vive en la isla de la Ascensión, en el Atlántico central, la que según informes Carr (1993), realiza una verdadera migración transoceánica (2, 200km) hasta llegar al norte de Brasil (Márquez, 1996).

Las más importantes zonas de anidación en la actualidad se encuentran en el Caribe, en el norte de Sudamérica. En Brasil, la isla Aves; en Venezuela, las islas de Cabo Verde; en el mar Mediterráneo; en las islas del Océano Índico, Malasia, Sarawak, Borneo, norte de Australia; en las islas del Pacífico central, Hawái. En México, la anidación se distribuye desde Tamaulipas hasta Quintana Roo, con algunas áreas de mayor abundancia en la Península de Yucatán: Isla Aguada, Río Lagartos, Cozumel, entre otros. El período de mayor abundancia se presenta de junio a septiembre. El ciclo reproductivo individual se repite generalmente cada dos o tres años (Márquez, 1996).

En Campeche las principales playas de anidación están representadas en el sur del estado, entre la Isla del Carmen y Sabancuy (incluyendo Isla Aguada); y hacia el norte en la parte oceánica en el sistema arrecifal de Cayo Arcas (Méndez, 2011). La región de Isla Aguada y Cayo Arcas representan la playas índices para Campeche, aunque recientemente se han registrado anidaciones dentro de Laguna de Términos en Chacahito y Xicalango y hacia el norte se han registrado anidaciones ocasionales en Chenkan, pero pueden llegar hasta Punta Xen en temporadas de anidación abundante (Guzmán y García, 2010).

1.2.4 Madurez sexual

En la región del Caribe mexicano se cuenta con registros de hembras de tortuga verde anidando entre los 11 y 16 años de edad, información generada a partir de marcas de auto-injerto y placas metálicas en crías y juveniles, respectivamente (Negrete y Herrera, 2006, citado por CONANP, 2011).

1.2.5 Anidación

Los valores reproductivos son muy variables en tiempo y en espacio, un ejemplo de ellos fue en la década de los noventa, donde se realizaron trabajos de marcaje de tortugas con el objetivo de ampliar el conocimiento del ciclo reproductivo, la fecundidad, el crecimiento y su distribución, dando como resultados parámetros reproductivos. Dentro de estos resultados se observó que el promedio de huevos es de 114 y 195 como máximo, por temporada las hembras desovan de 2 a 7

veces y presentan un ciclo de anidación de 2 o 3 años (Instituto Nacional de Pesca, 2014).

En la temporada 2013 en Isla Aguada Campeche, se observó que la anidación de la tortuga *C. mydas* acontece del mes de abril a noviembre, no obstante su mayor frecuencia ocurre en julio. Las hembras desovaron en promedio 3 veces y 7 como máximo, anidando sucesivamente cada 10 días, ovipositando 105 huevos en promedio por puesta con una máxima de 171 huevos por nidada (Guzmán y García, 2014). Por su parte Matos-Méndez (2011), quien realizó una investigación en esta misma playa de anidación, concluyó que las hembras adultas se reproducen cada dos o tres años, promediando cuatro puestas por temporada, con una duración media de 10 días entre puestas; depositan en promedio 117 huevos por nido, con un mínimo de 37 y máximo de 202 huevos.

1.2.6 Alimentación

Durante la fase pelágica de crías y juveniles, las tortugas del género *Chelonia* son omnívoras, aunque tienen una fuerte predilección por alimento de origen animal (CONANP, 2011). La composición de la dieta varía con las áreas de alimentación. En Perú, análisis de contenidos estomacales de éstas han registrado algas (*Macrocystis* sp., *Rhododymenia* sp. y *Gigartina* sp.), moluscos (*Nassarius* sp., *Mytilus* sp. y *Semele* sp.), gusanos, medusas, anfípodos y peces (especialmente sardinas y anchovetas). En las Islas Galápagos se han

encontrado algas (*Caulerpa* sp. y *Ulva* sp.) y hojas de mangle (*Rhizophora mangle* Linnaeus, 1753) como parte de su alimentación (CONANP, 2011).

Casas-Andreu y Gómez-Aguirre (1980) registraron componentes similares en tortugas analizadas en la costa occidental de México, siendo *Ulva* el alga más abundante en las muestras de contenido alimenticio (CONANP, 2011).

2 ANTECEDENTES

En el manejo de nidadas y conservación de tortugas marinas se aplican técnicas para reducir amenazas y para intensificar la vigilancia; sin embargo, la mejor opción es la que implica la menor manipulación de las nidadas; la recolección y el traslado de huevos a corrales debe ser siempre la última elección. Los altos niveles de saqueo de huevos, la depredación, la erosión, la iluminación artificial y el tránsito vehicular han sido citados entre las principales justificaciones para la translocación de nidos (CIT, 2008).

Los nidos de las tortugas marinas y las crías experimentan riesgos considerables ante los depredadores, el porcentaje de la pérdida de nidos varía según la presencia del depredador (Heithaus, 2013). Los depredadores que se observan con mayor frecuencia en el periodo embrionario son: hormigas, escarabajos, serpientes, coatíes, mapaches, mangostas, cerdos, zorros, coyotes y fauna feral. También existen depredadores secundarios como aves y larvas de moscas. En el caso de crías recién emergidas del nido, los depredadores presentes son: cangrejos fantasma, cangrejos ermitaños, aves, coatíes, mapaches, zorros; coyotes y perros (Stancyk, 1995).

En lo que concierne a los perros ferales, estos son descritos por Green y Gipson (1994) como depredadores oportunistas, pueden ser depredadores eficientes, alimentándose de animales pequeños y grandes. La forma de matar a su presa es semejante a la del coyote, los coyotes por lo general atacan un animal en la

garganta, ambos dependen de su capacidad de asegurar el alimento. Por consiguiente los perros ferales son catalogados depredadores expertos, ven a su presa como su único alimento y de esta forma consumen la mayor parte de su presa.

Se han realizado estudios acerca de los diferentes depredadores a los que se enfrentan las tortugas marinas en sus diferentes fases de desarrollo. En los años 2002 y 2003, fueron identificadas las larvas de escarabajo (*Lanelater sallei*, LeConte, 1853) como el depredador más destructivo de nidos de la tortuga caguama (*C. caretta*) en una playa del sureste de Florida (Donlan et al., 2004). A lo largo de la costa de Florida, entre el 60 al 84 % de nidos son depredados por mapaches (*Procyon lotor* Linnaeus, 1766) y armadillos (*Dasyopus novemcinctus* Linnaeus, 1758) (Engeman, 2010, citado por Wyneken 2013). Históricamente hasta el 95 % de nidos de tortuga blanca, laúd y caguama también fueron destruidos por mapaches (*P. lotor*) y armadillos (*D. novemcinctus*) en Hobe Sound, Florida (Engeman, 2006, citado por Wyneken 2013).

En un estudio realizado en Florida, Estados Unidos, sobre la depredación de nidos de tortuga verde, laúd y caguama, se encontraron 22 especies de hormigas. Se observó que los nidos entre más cerca se encuentren de la vegetación de las dunas, son mucho más propensos a ser atacados por estas, esto es porque la mayoría de las especies de hormigas no anidan en las playas abiertas, sino en zonas sombreadas con vegetación adyacentes y hacen incursiones a la playa en busca de alimento (Wetterer et al., 2007).

En lo que compete a México los estudios de depredación son escasos, los datos que se tienen acerca de nidos depredados son registrados por las instituciones a cargo de la conservación de tortugas marinas en las playas de anidación.

En el campamento tortuguero en Rancho Nuevo, durante las temporadas de anidación 2003-2004, un total de 88 nidos *in situ* fueron dejados sin cubiertas protectoras, que ayudan a impedir la depredación. De éstos, 73 fueron depredados, sugiriendo que la alta depredación presente en esta playa afecta a los nidos más vulnerables. También en Rancho Nuevo y Barra del Tordo -Playa de Dos, se ha observado que se pierde hasta un 5% de los nidos por causa de perros, cerdos y gatos, asociados con los asentamientos humanos a lo largo de la costa (National Marine Fisheries Service, U.S. Fish and Wild life Service y SEMARNAT, 2011).

En Isla Aguada, Campeche, durante la temporada 1994 fueron dejados 262 nidos *in situ* de tortuga carey, siendo una de las temporadas que más nidos se ha dejado en playa, de los cuales 81 (32%) fueron depredados totalmente, 2 nidos fueron parcialmente depredados por mapache (*P. lotor*) y el 3% fueron afectados por hormigas (Guzmán et al., 1995).

Para Playa Chenkan, Campeche, Huerta et al. (2013) señalaron que en los últimos años la depredación de nidos *in situ* ha sido un factor de riesgo, que aumentó principalmente por las zorras (*Urocyon cinereoargentus*) y que éstas representan la mayor causa de pérdida de nidos *in situ*. Estos mismos autores mencionan que como una medida de protección adicional se colocaron mallas

galvanizadas enterradas a 20 cm de profundidad, sujetadas de los extremos; sin embargo, las zorras “aprendieron” a excavar lateralmente y finalmente llegaron a los nidos depredándolos.

3 JUSTIFICACIÓN

Todas las especies de tortugas marinas han sido declaradas amenazadas o en peligro de extinción, a nivel nacional e internacional. A nivel internacional aparecen en la Convención sobre la Conservación de las Especies Migratorias de Animales Silvestres (CMS), en el Protocolo Relativo a las Áreas de Flora y Fauna Silvestres Especialmente Protegidas (SPA), bajo el Convenio para la Protección y el Desarrollo del Medio Marino en la Región del Gran Caribe. También aparecen en la Lista Roja de Especies amenazadas y en Peligro por la Unión Mundial para la Naturaleza (UICN) (Namhum, 2006). A nivel nacional, aparecen en la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES) (Namhum, 1996). También en la normatividad mexicana NOM-059-ECOL-2010 y recientemente en la NOM-162-SEMARNAT-2012.

A principios de los años 70's se establecieron las primeras vedas totales a la captura de tortugas marinas para su protección, siendo hasta 1990 que se decretó la veda total pero como las tendencias no pudieron revertirse en el corto plazo, fue hasta finales de los años 70's que se estableció en Campeche el programa de conservación de tortugas marinas (Huerta et al., 2013). Desde esas fechas hasta el presente, se priorizó el traslado de los nidos a corrales protegidos de incubación (viveros) para asegurar el control y la liberación de las crías al mar, con el objetivo de evitar la mortalidad de los neonatos por parte de los

depredadores en la playa y los fenómenos meteorológicos que ponían en riesgo las nidadas, adicionado al saqueo humano (Guzmán y García, 2014).

Esta técnica de manejo ha arrojado buenos resultados hasta la fecha, viéndose reflejada en la recuperación de las poblaciones de ambas especies. La técnica fue readecuada en el 2013, fecha de aplicación de la NOM-162-SEMARNAT-2012, en la cual se señala al manejo de corral (viveros) como una excepción ante saqueo, depredación o inundación y privilegia el manejo en la modalidad *in situ*, del cual se especifica lo siguiente:

Se debe valorar la pertinencia de realizar el marcaje de los nidos con estacas o algún otro sistema, asegurando que no se dañaran los huevos y que permitirá el nacimiento de las crías. En playas que presenten problemas por depredadores deben tomarse medidas dirigidas a evitar la pérdida de los huevos y las crías; de conformidad con el Plan de Manejo.

Para disminuir la depredación de huevos y de crías durante la emergencia hasta la entrada al mar, se debe tener un monitoreo constante. Debe permitirse que las crías sigan su proceso natural de emergencia y desplazamiento por la playa hasta llegar al mar.

Podrá haber intervención humana para ahuyentar a los depredadores. En la medida de lo posible, una vez transcurrido el tiempo estimado para que hayan emergido todas las crías, debe sacarse todo el contenido de los nidos y de darse el caso, rescatar las crías rezagadas (DOF, 2013).

Este cambio en el manejo de nidadas genera cambios etológicos en la fauna que se encuentra en el hábitat reproductivo de las tortugas marinas, que reaccionan de manera oportunista ante el aumento de la disponibilidad de proteínas constituidas por hembras, huevos y crías en la playa, influidos por el manejo “más natural” dispuesto a los nidos mediante el monitoreo *in situ* como técnica preferencial (Guzmán y García, 2014).

En este trabajo de investigación se analizaron los efectos provocados por la incubación masiva de nidos *in situ* como técnica preferencial con respecto a la depredación en nidos de tortuga blanca (*C. mydas*) y tortuga carey (*E. imbricata*), en dos playas de Campeche, México, catalogadas como índices para cada especie, Isla Aguada y Chenkan, para posteriormente dar las recomendaciones pertinentes en cuanto al manejo adaptativo para la conservación de ambas especies.

4 HIPÓTESIS

H₀ No existe diferencia en el porcentaje de nidos *in situ* depredados antes y después de la implementación de la NOM-162-SEMARNAT-2012.

H₁ Existe diferencia en el porcentaje de nidos *in situ* depredados antes de la aplicación de la NOM-162-SEMARNAT-2012 en relación con el primer año de su implementación.

5 OBJETIVOS

5.1 OBJETIVO GENERAL

Analizar el grado de depredación de nidos *in situ* para dos especies de tortugas marinas (*E. imbricata* y *C. mydas*) depredados por fauna silvestre y feral en los campamentos tortugeros de Isla Aguada y Chenkan, Campeche, considerando un periodo de 1992-2012 y el primer año de la implementación de la NOM-162-SEMARNAT-2012.

5.2 OBJETIVOS PARTICULARES

- 5.2.1 Determinar la cantidad y porcentaje de nidos *in situ* depredados y parcialmente depredados por especie de tortuga, en la temporada 2013 en los campamentos tortugeros de Isla Aguada y Chenkan, Campeche.
- 5.2.2 Realizar un análisis cuantitativo de nidos *in situ* de ambas especies de tortugas depredados tanto por fauna feral como silvestre durante la temporada 2013.
- 5.2.3 Estimar la cantidad y porcentaje de nidos *in situ* depredados por perfil de playa y especie de tortuga, en la temporada 2013.
- 5.2.4 Calcular la cantidad y porcentaje de nidos *in situ* depredados por balizas en cada especie de tortuga, durante la temporada 2013.

6 ÁREA DE ESTUDIO

En el estado de Campeche, la extensión de playas donde se ha registrado actividad anidatoria de tortugas marinas comprende 214 km de costa aproximadamente que constituyen una franja discontinua de litoral. La continuidad de la playa arenosa se encuentra interrumpida ocasionalmente por macizos de manglar, cantiles rocosos, arroyos, ríos y barras de lagunas costeras. Actualmente se protegen entre 188 a 198 km que comprenden las zonas de los principales sitios de desove de tortugas, donde se encuentran instalados estratégicamente 13 campamentos tortugueros (Guzmán y García 2013).

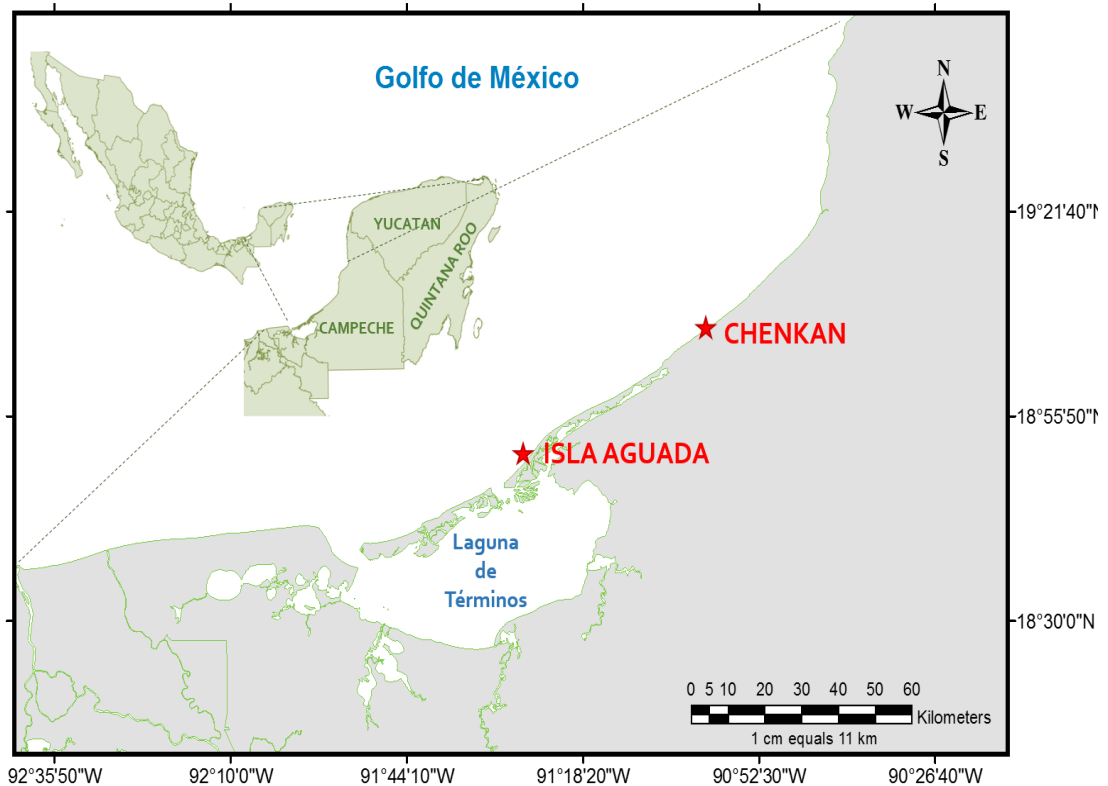


Figura 1. Localización de los campamentos tortugueros de Isla Aguada y Chenkan en Campeche, México.

6.1 PLAYA ISLA AGUADA

Isla Aguada (Figs. 3, 4) está ubicada geográficamente entre las coordenadas 18°56'38.46" N y 91°17'47.21" W y los 18°46'54.74" N y 91°29'53.92" W. Se encuentra dentro del polígono del Área de Protección de Flora y Fauna Laguna de Términos, designado desde 2004 como sitio Ramsar y elevado a la categoría de Humedal de Importancia Prioritaria Internacional y considerada por la CONABIO como un área marina prioritaria para la conservación, además de ser una playa índice para anidación de *Chelonia mydas* (Labastida, 2012).

En su zona costera frente al Golfo de México consta de 10 estaciones de 2.5 km aproximadamente, cada una de ellas consta de 10 acotaciones dispuestas con balizas numeradas cada 250 metros, y un residual de 250 metros de playa en la región adyacente a Laguna de Términos, del punto de inicio de la primera baliza hacia el sur. Las instalaciones del campamento, consideradas como zona operativa, se encuentran en la parte noroeste de Isla Aguada, población situada en el km 40 de la Carretera Federal 180; la parte más distante de los recorridos se encuentra hacia la región noreste a 28 km sobre la misma carretera (Guzmán y García, 2013).



Figura 2. Localización de la playa de anidación de tortugas marinas en Isla Aguada, Campeche, seccionada por balizas cada 250 m, 2013.

6.1.1 Clima

El clima de la región de la Laguna de Términos, de acuerdo con la clasificación climática de Köppen (1918) y modificada por García (1990), presenta tres diferentes tipos de clima: a) clima cálido subhúmedo intermedio con lluvias en verano (Aw1(w)) en isla Aguada, frente a la Boca de Puerto Real; b) clima cálido subhúmedo con mayor humedad (Aw2(w)) en la zona que rodea a la Laguna de Términos, incluyendo la isla del Carmen, y c) clima cálido húmedo (el más húmedo de los subhúmedos) con abundantes lluvias en verano (Am(f)) en la zona de Palizada, Pom-Atasta hasta el río San Pedro (INE, 1997).

6.1.2 Flora

En la región se presenta un amplio mosaico de asociaciones vegetales que cubren una superficie de más de 270,000 ha. Las principales asociaciones son dunas costeras, manglares, vegetación de pantano como carrizal, popal y tular, matorral (espinoso e inerme inundables), selva baja inundable, vegetación de galería y selva alta-mediana. Todas estas asociaciones se traducen en una alta diversidad de especies vegetales (INE, 1997).

La vegetación de la zona de playa está representada por: Uva de mar (*Coccoloba uvifera* Linnaeus, 1759), bejuco de mar (*Ipomea pescapre* (L) R.B.r., 1818), palma de coco (*Cocus nucifera* L, 1753) y huizache (*Acacia farnesiana* (L.) Willd, 1806), entre otras. La zona costera se limita por macizos de mangle rojo (*Rizophora mangle* L, 1753), mangle negro (*Avicennia germinans* L, 1764), botoncillo (*Conocarpus erectus* L, 1753) y mangle blanco (*Laguncularia racemosa* (L.) Gaertn, 1807), algunas especies representativas de selva mediana subperenifolia y selva baja caducifolia son: Tzalám (*Lysiloma bahamensis* (L.) Benth, 1875), habín (*Piscidia piscipula* (L.) Sarg, 1891), chacáh (*Bursera simaruba* (L.) Sarg, 1890), ekbalám (*Croton flavens* L, 1825), papelillo (*Bursera palmeri* S. Wats, 1887), nance (*Byrsonima crassifolia* (L.) Kunth, 1822), *Morisonia americana* (L, 1753) y pastos (*Andropogon spp.*, *Panicum spp.*) (Álvarez y Barrios, 1999).

6.1.3 Fauna

En la zona costera podemos encontrar fauna silvestre como: el cangrejo fantasma [*Ocypode quadrata* (Fabricius, 1787)], el mapache (*Procyon lotor* L, 1758), el coatí (*Nasua narica* L, 1766), el zorrillo (*Spilogale gracilis* Merriam, 1890), el tepezcuintle (*Agouti paca* L, 1776), la zorra gris o campera (*Urocyon cinereoargenteus* Schreber, 1775), la iguana verde (*Iguana iguana* Linnaeus, 1758), la iguana negra (*Ctenosaura sp* Wiegmann, 1834), el oso hormiguero (*Tamandua mexicana* Saussure, 1860), el tlacuache (*Didelphis sp.*), el armadillo (*Dasypus novemcinctus* L, 1758), la boa (*Boa constrictor* L, 1758) (Escanero et al.,1990), la tortuga carey (*E. imbricata*) y la tortuga blanca (*C. mydas*), estas dos últimas especies también se encuentran en la fauna acuática (INE, 1997).

Entre la fauna acuática presente en esta playa se encuentra: la jaiba (*Callinectes sp.*), el camarón blanco (*Penaeus setiferus* L, 1767), el camarón rosado (*Penaeus duorarum* Burkenroad, 1939), el camarón café (*Penaeus aztecus* Ives, 1891), el camarón siete barbas (*Xiphopenaeus kroyeri* Heller, 1862), la cacerolita de mar (*Limulus polyphemus* L, 1758) (INE,1997); el delfín nariz de botella (*Tursiops truncatus* Montagu, 1821), el sábalo (*Megalops atlanticus* Valenciennes, 1847), el tiburón (*Galeocerdo cuvieri* Peron y Lesueur, 1822), y de las aves se tiene a: el pelícano (*Pelecanus occidentalis* L, 1766), la fragata común (*Fregata magnificens* Mathews, 1914) y gaviotas (*Larus sp.*) (Escanero et al.1990).

6.2 PLAYA CHENKAN

La playa tortuguera Chenkan (Figs. 3, 5) se localiza dentro del Municipio de Champotón, Campeche, muy cerca a la colindancia con el Municipio del Carmen, en el estado de Campeche, su límite al suroeste se ubica dentro del sitio Ramsar del mismo nombre desde el año 2004, además de ser una playa índice para anidaciones de *E. imbricata*. Se adentra 5 km en el polígono del Área de Protección de Flora y Fauna Laguna de Términos (19°03'08.10" N y 91°05' 52.60" W); al Noreste su límite queda incluido en el polígono del Sitio Ramsar (19°08'40.9" N y 90°57'20.2" W). El centro operativo del campamento se ubica en el kilómetro 102 de la Carretera Federal 180, tramo Carmen-Champotón (19°06'33.00" N y 91°00'39.00" W) (Huerta et al., 2013). La zona de monitoreo es de 19 km, esta se encuentra señalada por balizas cada 500 metros (Fig. 5), el kilometraje inicia desde el 90 hasta el 109.

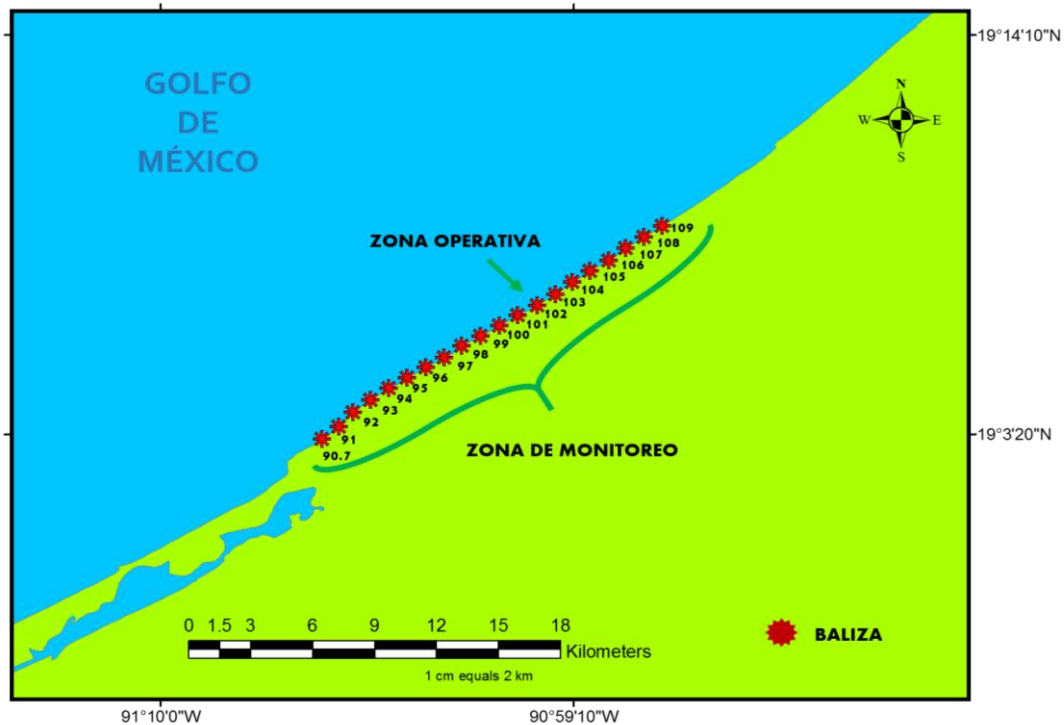


Figura 3. Localización de la playa de anidación de tortugas marinas de Chenkan, Campeche, seccionada por balizas cada 500 m, 2013.

6.2.1 Clima

El clima es de tipo Aw1 cálido subhúmedo, con una temperatura media anual mayor de 22° C y temperatura del mes más frío mayor de 18°C. La precipitación del mes más seco es menor de 60 mm; se presenta patrón de lluvias de verano desde junio hasta septiembre, también en este tiempo hay presencia de huracanes. Las estaciones de secas son de marzo a mayo y de octubre a febrero, periodo caracterizado por la ocurrencia de nortes (tormentas intermitentes) (García, 1988; Reyes et al., 2009).

6.2.2 Flora y fauna

La vegetación más representativa de esta zona se comparte con la de Isla Aguada, en el caso de la fauna, en la zona costera podemos encontrar fauna silvestre como: el cangrejo fantasma (*Ocypode sp.*), el mapache (*P. lotor*), el coatí (*N. arica*), el zorrillo (*S. gracilis*), el tepescuintle (*Agouti paca*), la zorra gris (*U. cinereoargenteus*), la iguana verde (*I. iguana*), la iguana negra (*C. similis*), el oso hormiguero (*T. mexicana*), el tlacuache (*D. marsupialis*), el armadillo (*D. novemcinctus*), la boa (*B. constrictor*), la tortuga carey (*E. imbricata*) y la tortuga blanca (*C. mydas*), estas dos últimas se encuentran también en la fauna acuática (Escanero et al., 1990).

Como parte de la fauna acuática presente en esta playa se encuentran: el delfín nariz de botella (*T. truncatus*), el sábalo (*M. atlanticus*), el tiburón (*G. cuvieri*), y de aves se tiene a: el pelicano (*P. occidentalis*), la fragata común (*F. magnificens*) y las gaviotas (*Laurus spp*) (Escanero et al., 1990).

7 METODOLOGÍA

7.1 TRABAJO EN CAMPO

El trabajo de campo en la playa Isla Aguada consistió en realizar censos diurnos cada semana durante los meses de agosto hasta finales de noviembre de 2013, en brigadas de dos personas sobre un vehículo motorizado a lo largo de 27.2 km de zona de anidación, para detectar y revisar los daños en la integridad de nidos *in situ*. Los censos diurnos se realizaron en estas fechas debido a lo siguiente: las primeras hembras anidadoras de tortuga carey llegaron a finales del mes de abril y a mediados de mayo la tortuga blanca, siendo esta una playa índice para esta última especie. Cuando los nidos *in situ* de estas dos especies de tortugas estuvieron próximos a eclosionar después de casi dos meses, se iniciaron los censos diurnos y concluyeron en noviembre, porque para este mes los nidos por eclosionar en la playa eran muy pocos. Cabe destacar que en los últimos dos meses, el monitoreo diurno para la observación de nidos *in situ* depredados fue continuo, ya que se aprovechaba los recorridos de limpieza de nidos para realizarlo.

En el caso de Playa Chenkan el monitoreo se realizó a lo largo de los 19 km de zona de anidación desde el mes junio, debido a que esta es una playa índice de tortuga carey y sus anidaciones iniciaron a principios del mes de abril y con mayor abundancia en junio, concluyendo en el mes de diciembre.

La mecánica de los censos se describe de la siguiente manera:

1. Una vez sobre el vehículo, se circuló a velocidad lenta a lo largo de la playa, se observaron los nidos incubados y monitoreados *in situ* y al detectar huellas cercanas a un nido, remoción de arena o los cascarones fuera del nido, se detuvo el vehículo para observar los alrededores de la zona siniestrada, así como dentro de la cama de incubación.
2. Se analizó considerando todos los elementos presentes para discernir la posible causa, de acuerdo a la experiencia de los técnicos del programa de tortugas marinas, se registró el evento y al posible depredador.
3. Después se procedió a escarbar el nido para ver el estado de los huevos, cuando se encontraron huevos dentro del nido vulnerables al riesgo de pérdida por depredación, se colocaron en una caja de unicel en donde se terminó su periodo de incubación.

Por cada evento se tomaron los siguientes datos: Fecha del censo, número de nido, número de baliza, número de estación, especie de tortuga, posible depredador y perfil de playa, en este último se registró donde se encontraba el nido afectado de los tres niveles perfectamente definidos en el perfil de playa (Fig. 6), el intermareal o zona húmeda (a), el supramareal o zona seca por arriba de la zona húmeda (b) y la zona de médano o vegetación arbustiva (c).



Figura 4. Foto-esquema del perfil de playa de las zonas de anidación en las regiones de Isla Aguada y Chenkan, en Campeche, México.

Para ambas playas también se aprovechó como otra fuente de censo la programación de los recorridos nocturnos diarios, en los cuales se observaron los nidos frescos y los nidos dejados *in situ*, en caso de encontrarse con un nido depredado se procedió a la toma de datos de las incidencias en un formato elaborado para dicha investigación.

7.2 TRABAJO DE GABINETE

El trabajo de gabinete consistió en lo siguiente:

1. Análisis de la NOM-162-SEMARNAT-2012, acerca de las técnicas de incubación. Lectura, interpretación y establecimiento de los puntos relacionados con este trabajo.

-
2. Búsqueda bibliográfica de estudios de depredación en nidos de tortugas marinas y comparación de eficiencia de las técnicas de incubación *in situ* y *ex situ* (corrales).
 3. Se elaboró una base de datos con los resultados obtenidos (p.ej. fecha, número de huevos, depredador) en campo de los dos campamentos tortugeros, con el programa de Excel versión 2013 para su posterior análisis.
 4. Se realizó una búsqueda de información histórica, en las bases de datos de ambos campamentos, bajo resguardo de la CONANP en el Área de Protección de Flora y Fauna Laguna de Términos (APFFLT) en Cd. del Carmen, Campeche. La base de datos fue compilada por personal técnico del proyecto de tortugas marinas y está conformada por información correspondiente a las temporadas 1992-2012. Los aspectos que se tomaron en consideración fueron: Número. de nidos *in situ* registrados y monitoreados por temporada por especie, número total de nidos por temporada por especie, número de nidos *in situ* depredados por especie, y depredadores identificados sobre los nidos *in situ* afectados.
 5. Se crearon los respectivos archivos con la información mencionada anteriormente en el programa de Excel versión 2013, para su posterior análisis.

7.3 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para cumplir con los objetivos sobre la cantidad (expresada en porcentaje) de nidos *in situ* depredados y parcialmente depredados, así como la estimación de la cantidad de depredación por fauna silvestre y feral, se generó una base de datos con los resultados obtenidos en campo, la cual contiene la siguiente información:

1. Número de nidos depredados por fauna silvestre y feral por especie de tortuga (*E. imbricata* y *C. mydas*).
2. Número de nidos *in situ* y porcentaje de depredación en el periodo de 1992-2012 por especie en ambas zonas de anidación.
3. Porcentaje de los nidos depredados totalmente y los nidos parcialmente depredados tanto por animales silvestres como por organismos ferales con respecto al número total de nidos *in situ* depredados por especie.
4. Porcentaje de nidos depredados totalmente y nidos parcialmente depredados tanto por organismos silvestres y como organismos ferales con respecto al número total de nidos *in situ* de la temporada 2013.

Para determinar la depredación de nidos *in situ* por perfil de playa, se utilizó la base de datos con los resultados de campo, se tomó en consideración los nidos *in situ* depredados por perfil de playa (intermareal, supramareal y médano), así como la identificación de la especie de tortuga de los nidos que fueron afectados,

posteriormente se calcularon los porcentajes y se elaboraron los gráficos correspondientes.

Para realizar el objetivo sobre los nidos *in situ* depredados por sector longitudinal de playa, se utilizó la información relacionada con los nidos *in situ* depredados por balizas y por estaciones de ambas especies, se obtuvieron los porcentajes por balizas y por estaciones, y se elaboraron las gráficas correspondientes. El programa que se utilizó para este y todos los análisis fue el office Excel 2013.

8 RESULTADOS

8.1 PLAYA DE ISLA AGUADA

8.1.1 Nidos totalmente y parcialmente depredados

Para la temporada 2013 se registró un total de 3,342 nidos *in situ* y 173 nidos *ex situ* (corrales) de tortuga blanca, en el campamento de Isla Aguada. En el caso de tortuga carey fueron 27 nidos *in situ* y 189 nidos *ex situ*. Se observó un total de 47 nidos *in situ* afectados entre nidos depredados totalmente y parcialmente para ambas especies, 45 nidos afectados para tortuga blanca (*C. mydas*) que corresponde en porcentaje al 1% de nidos afectados durante la temporada, esto indica que la depredación presentó una disminución comparada proporcionalmente con la temporada anterior (2012) (Fig. 7). Los nidos afectados para tortuga carey (*E.imbricata*) fueron 2, representando un 7% de nidos afectados, lo cual muestra un incremento proporcional comparado con las últimas tres temporadas (2012-2010) (Fig.8)

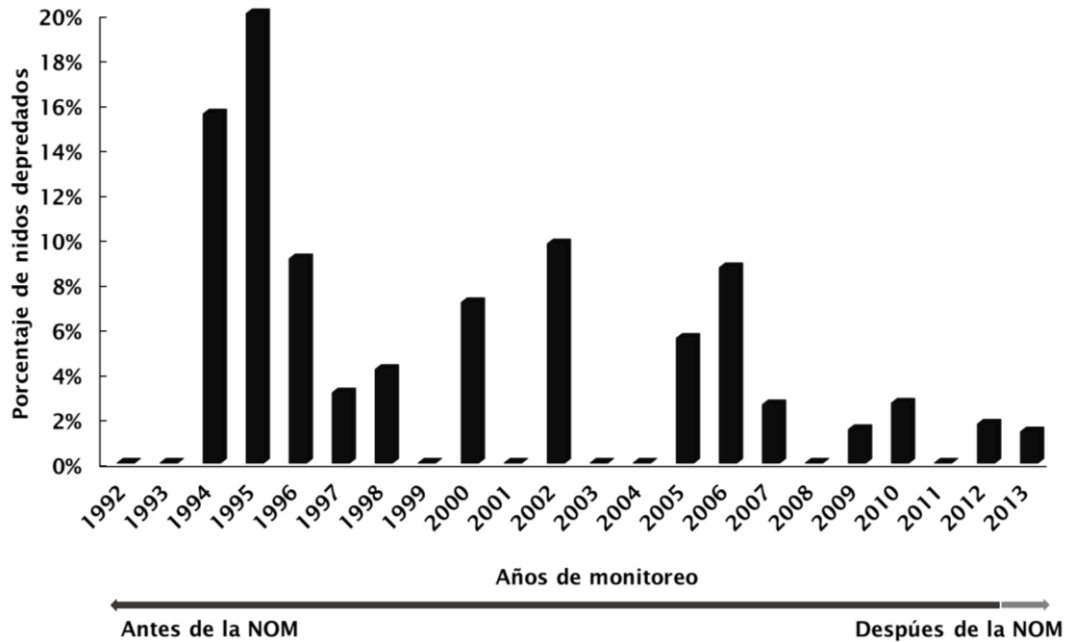


Figura 5. Porcentaje de depredación de nidos *in situ* de tortuga blanca (*Chelonia mydas*) en Isla Aguada, Campeche en el periodo 1992-2013.

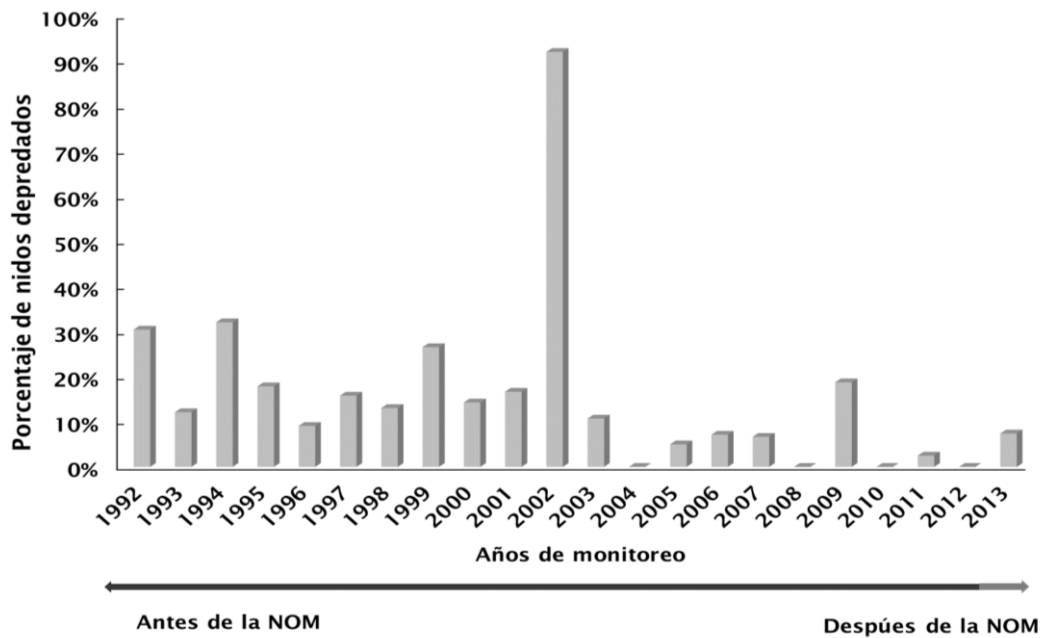


Figura 6. Porcentaje de depredación de nidos *in situ* de tortuga Carey (*Eretmochelys imbricata*) en Isla Aguada, Campeche durante el periodo 1992-2013.

De los 45 nidos *in situ* de tortuga blanca afectados por depredación, 24 fueron depredados parcialmente (53%) y 21 (47%) totalmente; en el caso de tortuga carey sólo se registraron dos nidos depredados totalmente (100%) (Tabla1)

Tabla 1. Nidos *in situ* de tortuga carey (*Eretmochelys imbricata*) y tortuga blanca (*Chelonia mydas*) depredados en Isla Aguada, Campeche durante la temporada 2013.

Especie	Núm. de nidos afectados		Expresado en porcentaje	
	<i>C. mydas</i>	<i>E. imbricata</i>	<i>C. mydas</i>	<i>E. imbricata</i>
Nidos totalmente depredados	21	2	47%	100%
Nidos parcialmente depredados	24	0	53%	0
Total	45	2	100%	100%

8.1.1.1 Comparación interanual de nidos *in situ* depredados en el periodo 1992-2012.

8.1.1.1.1 *Chelonia mydas*

De la información disponible para estos años se observan los picos de depredación en valores porcentuales, entre los que destaca el año 1995 donde se registró la mayor depredación con el 20% de nidos afectados (1), de los 5 nidos dejados *in situ*. En el año 1994 de 251 nidos *in situ* fueron afectados 39 nidos, lo que corresponde a un 16% de depredación para esta temporada. Para

las temporadas 1992, 1993, 1998, 1999, 2001, 2003, 2004, 2008 y 2011 no se reportaron pérdida de nidos *in situ* por depredación (Fig. 7).

En lo que se refiere al mayor número de nidos *in situ* depredados de esta especie, ocurrió en la temporada 2013, que fue la que más nidos *in situ* resultaron afectados; sin embargo, su porcentaje fue muy bajo debido a la gran cantidad de nidos registrados en la temporada. Como se mencionó arriba, en el año 1994 fue donde la depredación alcanzó uno de los valores más altos, pero también es de destacar que antes de la aplicación de la NOM-162-SEMARNAT-2012, en esa temporada fue en la que más nidos se manejaron de forma natural en la playa (Fig. 9).

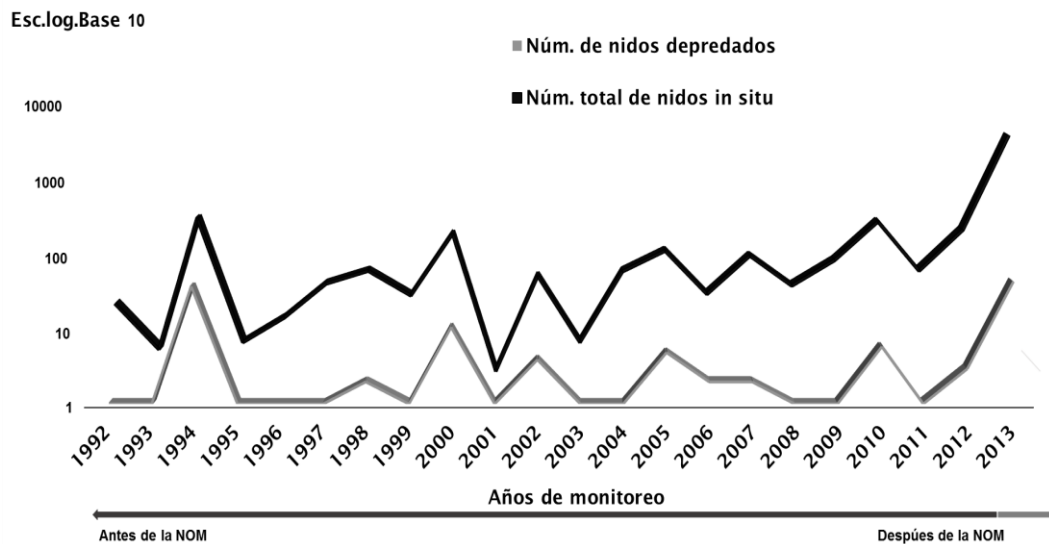


Figura 7. Número de nidos *in situ* depredados de tortuga blanca (*Chelonia mydas*) con respecto al total de nidos con esta técnica, monitoreados durante el periodo 1992 a 2013 en Isla Aguada, Campeche. Expresado en escala logarítmica.

8.1.1.1.2 *Eretmochelys imbricata*

En la figura 8 se presenta el valor porcentual de nidos depredados durante el periodo analizado, destacando el año 2002, temporada en que se presentó la depredación más alta, con un 92% de nidos afectados (23), de los 25 nidos dejados *in situ*. Le sigue en orden de importancia el año 1994 con 84 (32%) de los 262 nidos dejados *in situ*. Las temporadas 2004, 2008, 2010 y 2012 no se registraron nidos afectados.

Con respecto al mayor número de nidos *in situ* depredados, sucedió en el año 1994 en el que se registraron 84 nidos afectados por depredación, posteriormente, en 1999, 73 nidos *in situ* fueron afectados por depredación lo que equivale al 27% del total de nidos manejados con esta técnica. Es importante resaltar que durante la temporada de 1994 se registró el mayor manejo de nidos en zona de playa antes del 2013 (Fig. 10).

Esc.log.Base 10

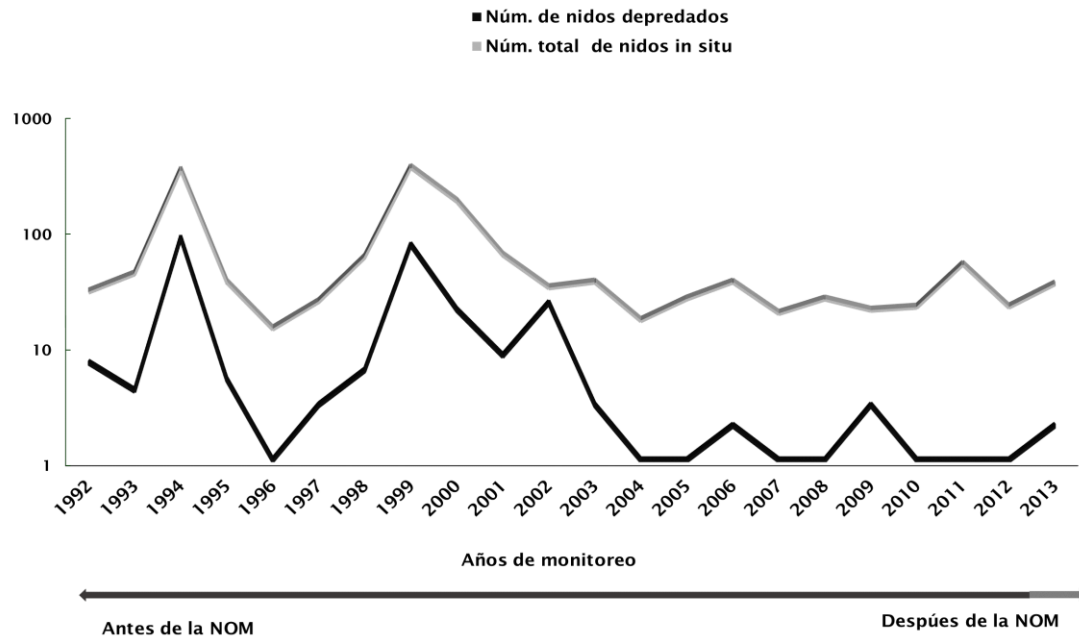


Figura 8. Número de nidos *in situ* depredados de tortuga Carey (*Eretmochelys imbricata*) con respecto al total de nidos *in situ* monitoreados en el periodo 1992 a 2013 en Isla Aguada, Campeche. Expresado en escala logarítmica.

Durante las temporadas de 1992 al 2013 se han utilizado tres técnicas de incubación: *ex situ* (corral), *in situ* y en caja de unicel, pero hasta antes del 2013 la técnica más utilizada fue la *ex situ* (corrales), dejando una pequeña porción de nidos de forma natural y en cajas sólo aquellos que estuviesen en riesgo de pérdida total. Posterior a la implementación de la NOM-162-SEMARNAT-2012 en la temporada 2013, los nidos en su mayoría fueron dejados *in situ* y solamente fueron llevados a corral aquellos que estaban en riesgo.

Por lo que corresponde a nidos de tortuga Carey en Isla Aguada, la mayoría de ellos se trasladaron a corral debido a que por sus características de ubicación

bajo la arena, son muy fáciles de localizar y resultan muy vulnerables al saqueo y la depredación. Esta especie aún está en proceso de recuperación y es la que presenta mayores amenazas en su contra, por lo que en tanto muestre otras tendencias, se aplica el principio precautorio de asegurar la mayoría de las anidaciones bajo control en los corrales y asegurar que la mayor cantidad de crías lleguen al medio silvestre.

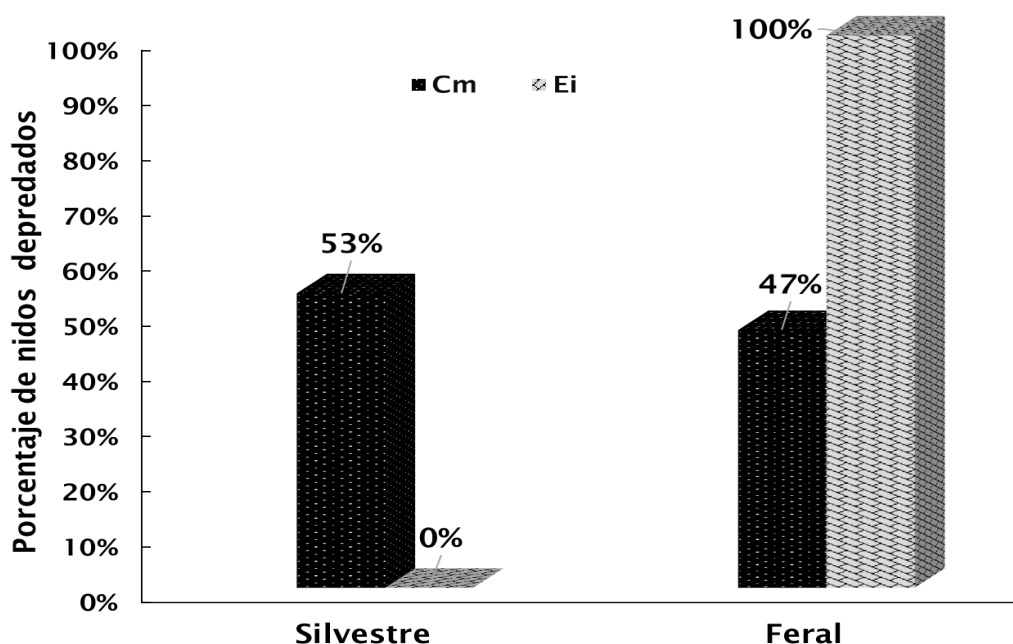
No obstante la gran cantidad de nidos dañados, se sigue monitoreando una buena cantidad y proporción de nidos *in situ* del total registrado, producto de encontrar los nidos generalmente después de 6 horas de la puesta, así como las nidadas en las que se aseguraron la integridad de los mismos en lugares protegidos, en razón a establecer valores monitores de nacimiento de crías comparativos con el uso de técnicas *ex situ*.

8.1.2 Depredadores silvestres y ferales

Los nidos *in situ* fueron afectados por diferentes depredadores, los cuales fueron categorizados en dos grandes grupos, silvestres y ferales. De los depredadores silvestres se logró identificar a: el cangrejo fantasma (*Ocypode* sp.), las hormigas (*Formicidae* sp.), los zopilotes (*Coragyps atratus*) y el ave cara cara (*Caracara* sp.) En el caso de la fauna feral se reconoció a perros (*Canis lupus familiaris*), estos individuos originalmente fueron domésticos en la comunidad cercana a la playa, pero abandonados por sus dueños tornaron a su naturaleza cuasi salvaje

y ahora sobreviven formando jaurías en la zona de la playa, alimentándose de lo que encuentran incluida la depredación de la fauna silvestre.

Del total de nidos depredados de tortuga blanca (45) el 53% resultaron afectados por fauna silvestre, mientras que el 47% por fauna feral (perros). En todos los casos para la tortuga carey los depredadores fueron ferales (perros), con sólo dos nidos afectados de los 27 nidos dejados *in situ*, que corresponde al 100% (Fig. 11).



Cm= *Chelonia mydas*. Ei = *Eretmochelys imbricata*

Figura 9. Afectación de nidos *in situ* de tortuga blanca (*Chelonia mydas*) y de tortuga carey (*Eretmochelys imbricata*) en Isla Aguada, Campeche, por depredadores silvestres y ferales, en la temporada 2013.

Del total de nidos *in situ* de tortuga blanca (3,242) solamente el 0.74% fueron depredados por fauna silvestre y el 0.65% por fauna feral, dando un total de 1.39% de nidos *in situ* depredados en la temporada 2013. El número de nidos *in*

situ registrados para la tortuga carey fue mucho menor (27), pero la tasa de depredación fue mayor (7.41%) y todos depredados por fauna feral (Tabla 2 y Fig. 12).

Tabla 2. Número y porcentaje total de nidos *in situ* de *C. mydas* y *E. imbricata* depredados por individuos silvestres y ferales durante la temporada 2013 en Isla Aguada, Campeche.

Depredadores	Núm. de nidos depredados		Expresado en porcentaje	
	<i>C. mydas</i>	<i>E. imbricata</i>	<i>C. mydas</i>	<i>E. imbricata</i>
Silvestres	24	0	0.74	0
Ferales	21	2	0.65	7.41
Total	45	2	1.39	7.41

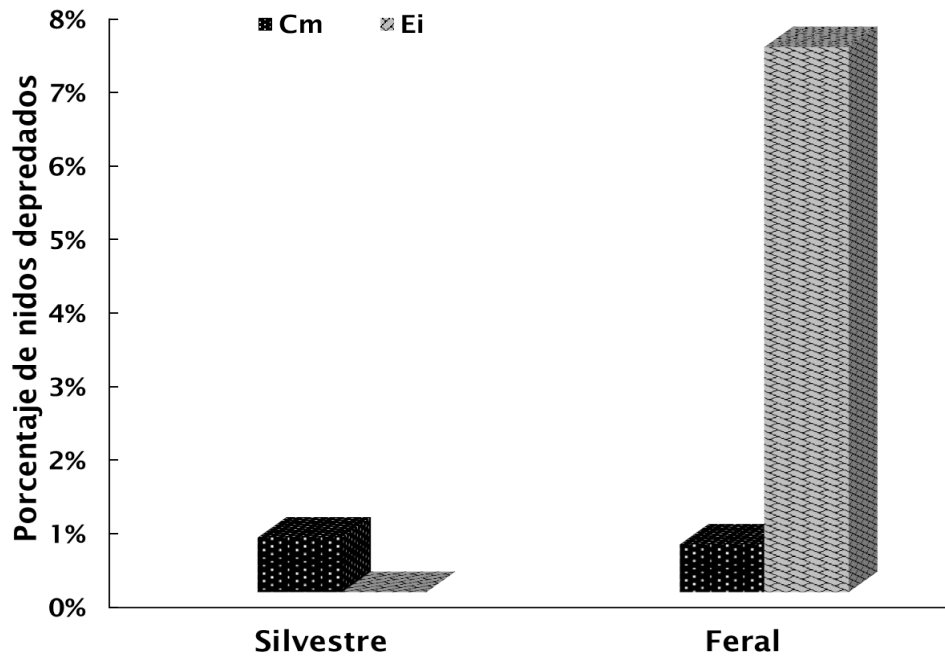


Figura 10. Porcentaje de nidos *in situ* depredados por fauna silvestre y feral de tortuga blanca (*Chelonia mydas*) y tortuga carey (*Eretmochelys imbricata*) con respecto al total de nidos *in situ* registrados en la temporada 2013 en Isla Aguada, Campeche.

8.1.3 Depredación por perfil de playa

De los tres niveles en los que se dividió la playa (a, b y c), el perfil de playa donde se presentó mayor cantidad de nidos depredados de tortuga blanca fue en la zona supramareal (perfil b) con un 54% (Fig. 13). En tanto que para tortuga Carey los nidos depredados sólo se registraron en las zonas supramareal y de médano, ambas con la misma proporción de un 50% (Fig. 14).

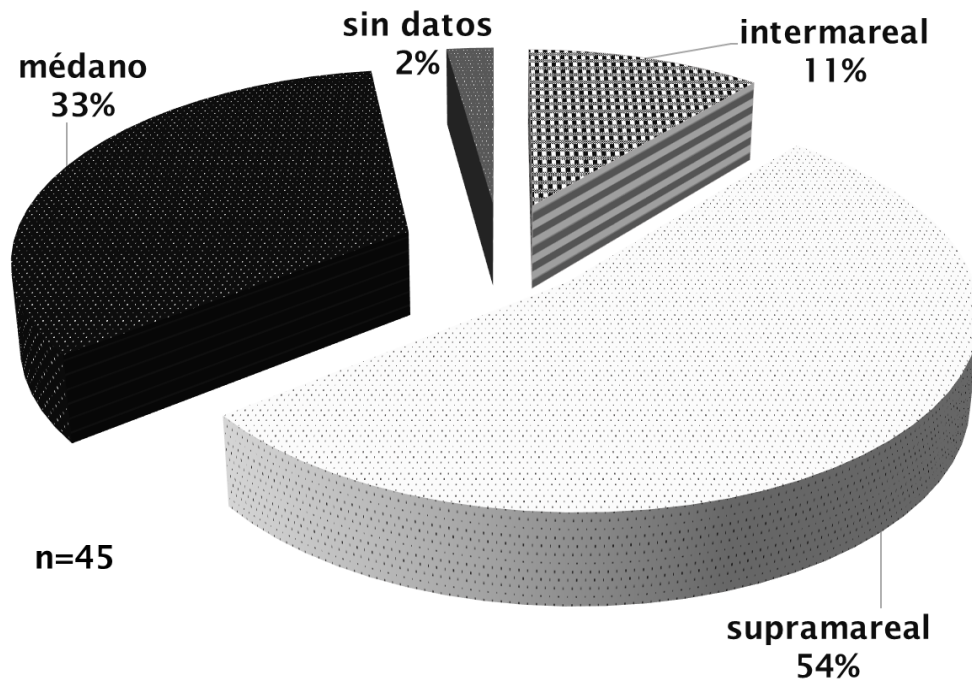


Figura 11. Valores porcentuales de nidos depredados de tortuga blanca (*Chelonia mydas*) con relación al perfil de playa en Isla Aguada, Campeche, en la temporada 2013.

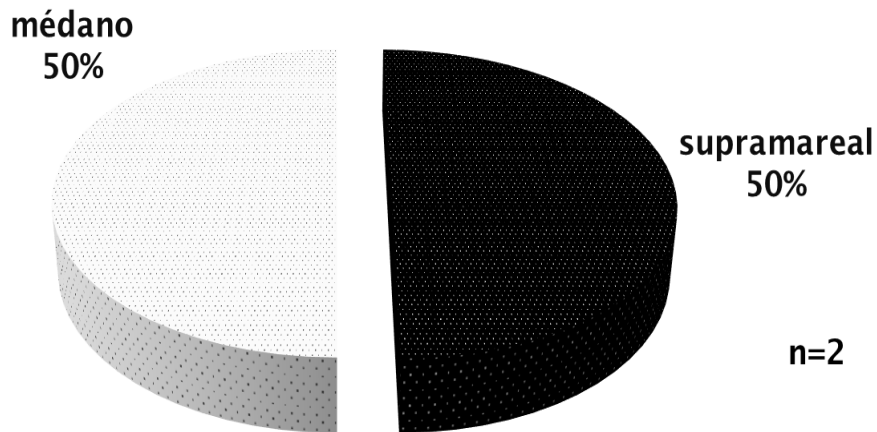


Figura 12. Valor porcentual de nidos depredados de tortuga carey (*Eretmochelys imbricata*) con relación al perfil de playa en Isla Aguada, Campeche, durante la temporada 2013.

8.1.4 Depredación por estaciones de playa

Durante la temporada 2013 en Isla Aguada, la baliza Núm. 86 ubicada en la estación 439 presentó el número más alto de nidos afectados por depredación con un total de tres para tortuga blanca. Las otras estaciones con más nidos afectados por depredación, fueron la 432, 438 y 437, para esta misma especie. Para carey solamente se registraron 2 nidos afectados (balizas Núms. 20 y 62) durante toda la temporada (Fig. 15).

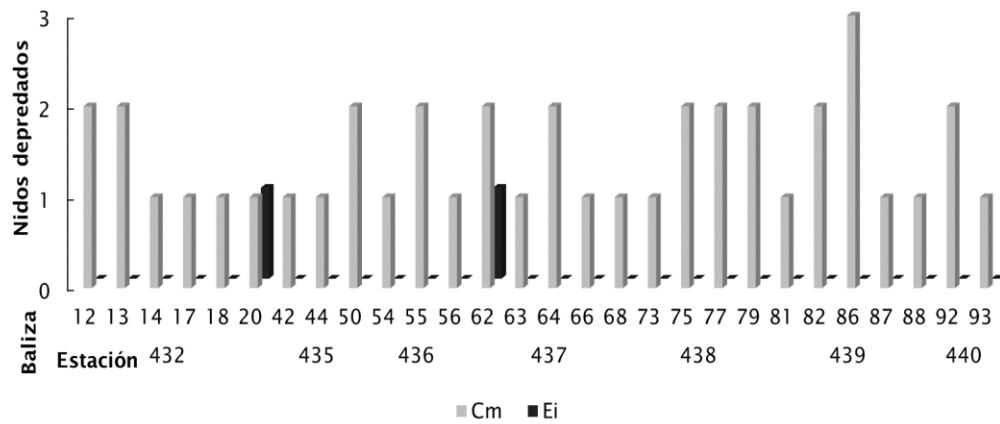


Figura 13. Número de nidos depredados de tortuga blanca (*Chelonia mydas*) y tortuga carey (*Eretmochelys imbricata*), por baliza y estación a lo largo de la zona de cobertura en Isla Aguada, Campeche durante la temporada 2013.

8.2 PLAYA DE CHENKAN

8.2.1 Nidos totalmente depredados y parcialmente depredados

En la playa de Chenkan durante la temporada 2013 se manejó un total de 5 nidos *in situ* para tortuga blanca y 9 *ex situ* (corral), de los cuales ninguno fue depredado total ni parcialmente.

Con respecto a la tortuga carey se dejaron 395 nidos *in situ* y 66 *ex situ* (corral). De los 395 nidos *in situ* resultaron afectados 61(15%), esta cantidad es menor a la registrada en la temporada 2012 donde el 50% de nidos dejados en zona de playa fueron afectados (Fig. 16). Considerando el número total (461) de nidos, el porcentaje de depredación fue de 13%. El 69% de estos nidos fueron depredados parcialmente, mientras que el 31% fue depredado totalmente (Tabla 3).

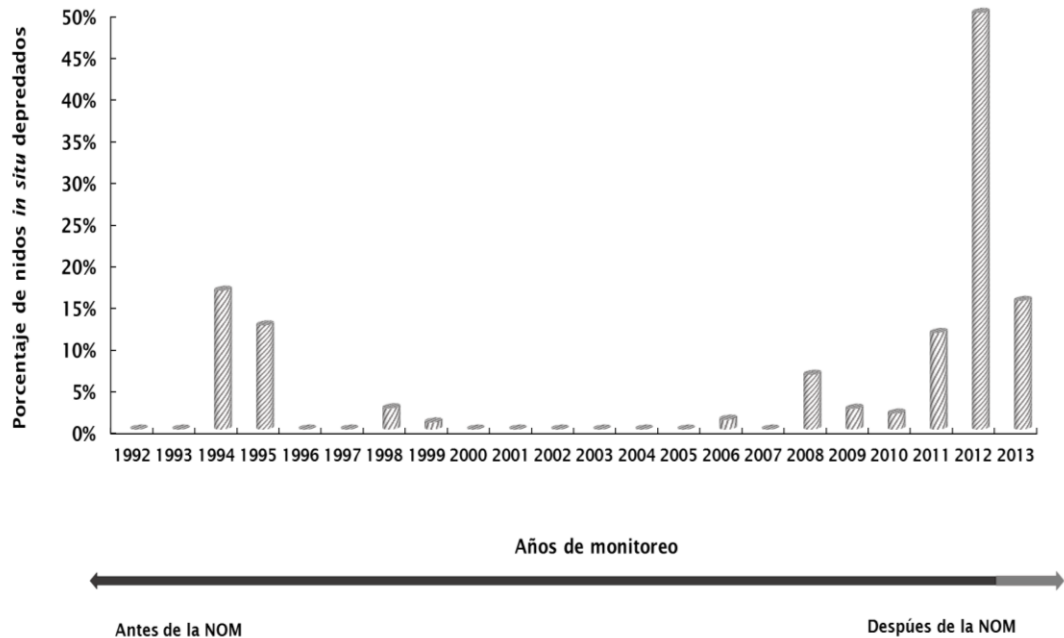


Figura 14. Porcentaje de depredación de nidos *in situ* de tortuga carey (*E. imbricata*) en Chenkan, Campeche, en el periodo 1992-2013.

Especie	Núm. de nidos afectados		Expresado en porcentaje	
	<i>C. mydas</i>	<i>E. imbricata</i>	<i>C. mydas</i>	<i>E. imbricata</i>
Nidos totalmente depredados	0	19	0	31%
Nidos parcialmente depredados	0	42	0	69%
Total	0	61	0	100%

Tabla 3. Concentrado de nidos depredados parcialmente y totalmente de tortuga carey (*Eretmochelys imbricata*) y tortuga blanca (*Chelonia mydas*) en Chenkan, Campeche.

8.2.1.1. Comparación interanual de nidos *in situ* depredados en el periodo 1992-2012

8.2.1.1.1 *Eretmochelys imbricata*

De la información compilada en la figura 16 se observan picos que expresan la depredación en valores porcentuales, destacando el año 2012, temporada en que se presentó la depredación más alta del periodo aquí considerado, con un 50% (27) de nidos afectados, de los 54 nidos dejados *in situ*. El segundo lugar lo ocupa el año 1994 donde se presenta un porcentaje alto, de 54 nidos dejados *in situ* 17% (9) fueron afectados. Las temporadas 1992, 1993, 1996, 1997, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005 y 2007 fueron años en que no se presentaron pérdida de nidos *in situ* por depredación.

Con respecto al mayor número de nidos *in situ* depredados, se observó en el año 2013 en que se registraron 61 nidos afectados por depredación, pero es importante aclarar que en este año se dejaron 395 nidos *in situ*, por lo cual la pérdida sólo corresponde a un 15%, un porcentaje menor que para los años pico antes señalados (Fig. 17).

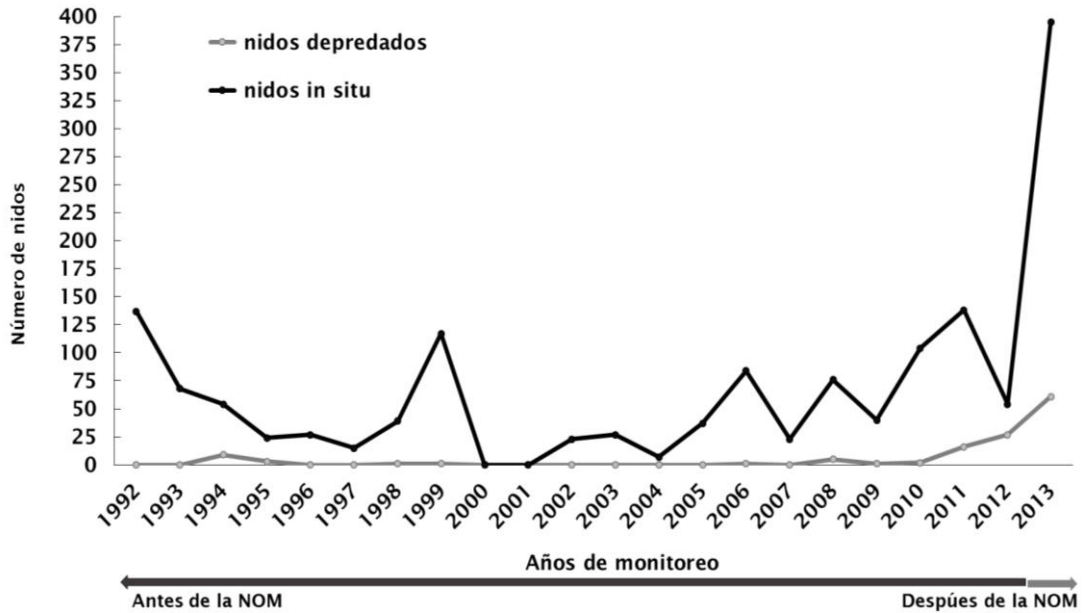


Figura 15. Número de nidos *in situ* depredados de tortuga Carey (*E. imbricata*) con respecto al total de nidos *in situ* monitoreados en el periodo 1992 a 2013 en Chenkan, Campeche.

Los nidos que se trasladaron a corral, en su mayoría, fueron de las anidaciones que después del mes de septiembre quedan expuestas a la pérdida por la entrada de los “Nortes” y los ciclones, independientemente a que especie pertenezcan. En 2013, la gran mayoría de los nidos fueron dejados *in situ*, tal como se establece en la NOM-162-SEMARNAT-2012, aunque en años anteriores se privilegiaba el manejo de nidos protegidos en los corrales en gran proporción respecto al total de nidadas.

8.2.1.1.2 *Chelonia mydas*

Para esta especie solo se registró un caso de depredación en el año 2008, que representa un 10% de los 10 nidos dejados *in situ*.

8.2.2 Depredadores silvestres y ferales

Los nidos monitoreados *in situ* de tortuga Carey durante 2013 fueron afectados por diferentes depredadores. Estos fueron identificados mientras se realizaban los censos mediante huellas o siendo observados físicamente; sólo se registraron depredadores correspondientes al grupo de la fauna silvestre (100%), entre los que se encuentran: las hormigas (*Formicidae sp.*), los zorros (*U. cinereoargenteus*) y los zorrillos (*Conepatus sp.*) (Tabla 4).

Tabla 4. Porcentaje de depredación de nidos *in situ* de tortuga Carey (*Eretmochelys imbricata*) y tortuga blanca (*Chelonia mydas*) por fauna feral y silvestre en Chenkan, Campeche, durante la temporada 2013.

	Núm. De nidos depredados		Expresado en porcentaje	
	<i>E. imbricata</i>	<i>C. mydas</i>	<i>E. imbricata</i>	<i>C. mydas</i>
Silvestres	61	0	100%	0
Ferales	0	0	0	0
Total	61	0	100%	0

8.2.3 Depredación por perfil de playa

En esta playa, en 2013, los depredadores de nidos se observaron en los tres niveles del perfil de playa, el intermareal o zona húmeda, el supramareal o zona seca por arriba de la zona húmeda y la zona de médano o vegetación arbustiva. Esto se debe a que ambas especies de tortugas presentan variaciones en las preferencias de anidación (perfil de playa) dependiendo de la extensión de la playa presente en el momento del desove, como consecuencia de la erosión o de los “Nortes” que reducen la zona de playa.

En el caso de tortuga carey el mayor índice de depredación se presentó en la zona de médano con un 82% (50 eventos), seguido del perfil supramareal con un 13% correspondiente a 8 eventos (Fig.18).

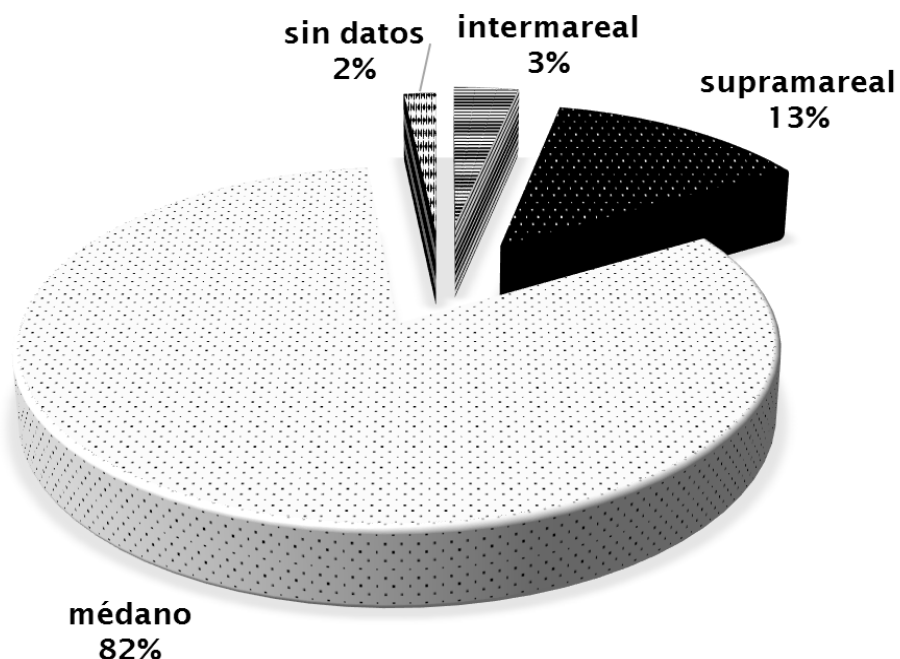


Figura 16. Porcentaje de depredación de nidos *in situ* de tortuga Carey (*E. imbricata*) por perfil de playa de Chenkan, Campeche durante el 2013.

8.2.4 Depredación por balizas

De las 36 balizas colocadas a lo largo de la zona de protección en el área de playa de Chenkan durante la temporada 2013, la depredación se concentró principalmente en los kilómetros 102 y 103 que equivale al 36% del total de nidos depredados en la temporada (Fig. 19). Dentro de estos kilómetros se encuentran las balizas 12, 12.5, 13 y 13.5, siendo la baliza 12.5 donde se produjo la mayor depredación con 9 nidos afectados, seguida por la baliza 13 con 6 nidos afectados (Fig. 20).

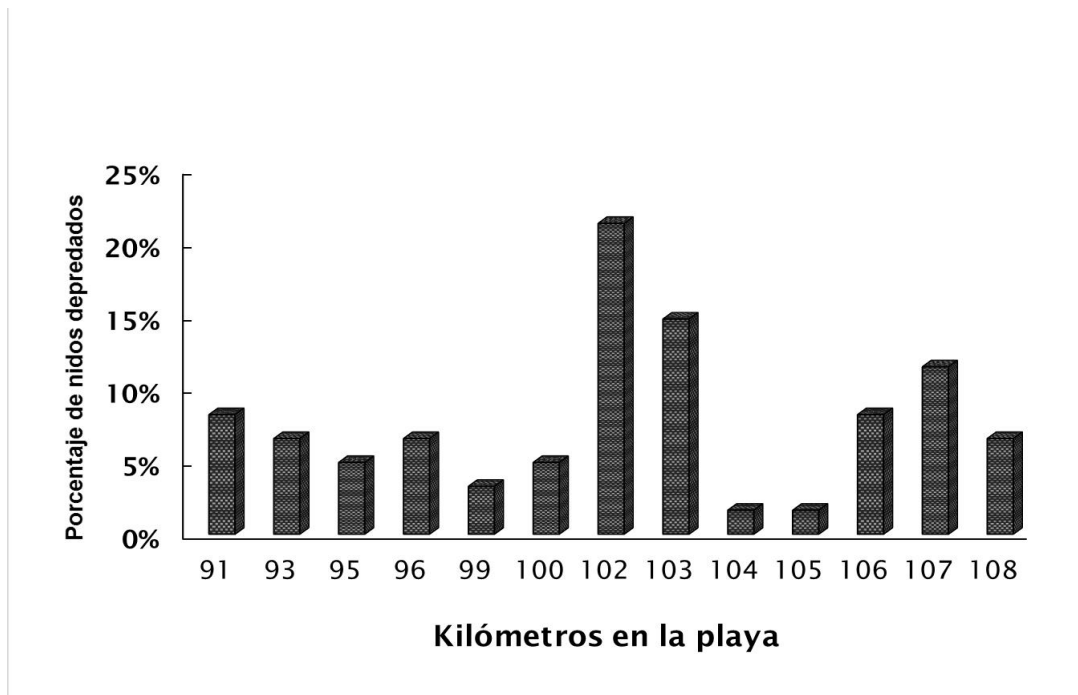


Figura 17. Porcentaje de nidos *in situ* depredados de tortuga Carey (*E. imbricata*) por kilómetros en Playa de Chenkan, Campeche, durante la temporada 2013.

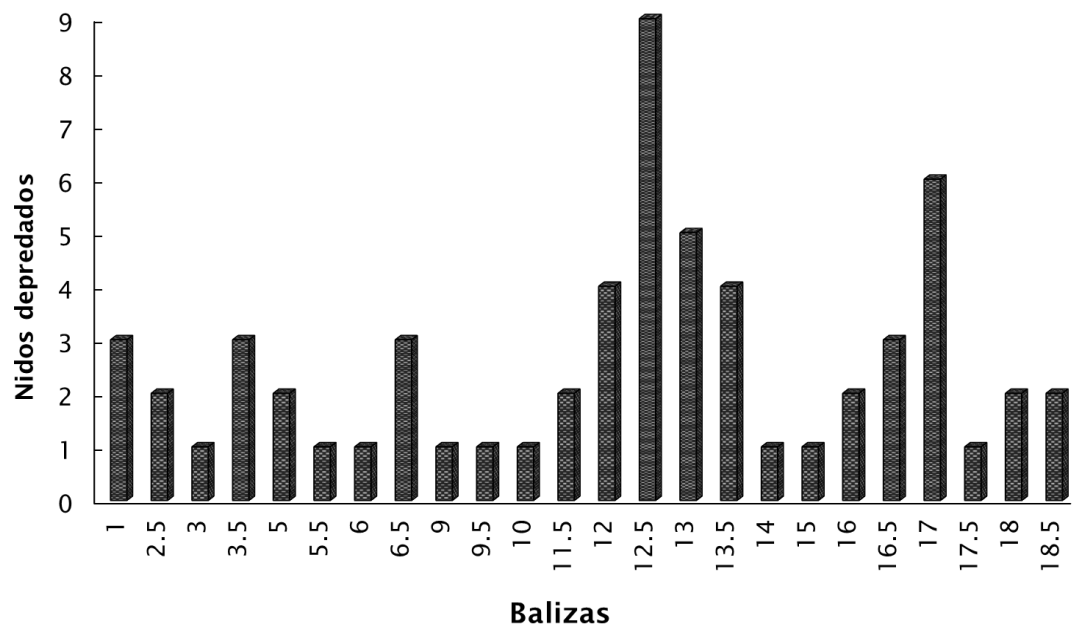


Figura 18. Número de nidos *in situ* depredados de tortuga Carey (*E. imbricata*) por balizas en Chenkan, Campeche, durante la temporada 2013.

9 DISCUSIÓN

Esta investigación tuvo como propósito analizar el grado de depredación experimentado por nidos *in situ* considerando un periodo de 21 años (1992-2012), y 2013 como el primer año de la implementación de la NOM-162-SEMARNAT-2012. Dicha norma establece como técnica preferencial el manejo de nidadas en forma “*in situ*”, es decir de forma natural. Se realizó en dos playas índice (Isla Aguada y Chenkan) en el Estado de Campeche, con dos especies de tortugas: *Chelonia mydas* y *Eretmochelys imbricata* en ambas playas.

En la Temporada 2013 en Isla Aguada se obtuvo un total de 3,342 nidos *in situ* para tortuga blanca de los cuales 45 fueron afectados por depredación y 2 nidos *in situ* de los 27 de tortuga carey. De estos registros se seleccionaron los nidos *in situ* que fueron depredados en su totalidad y de los que fueron depredados parcialmente, determinándose la relación entre el estado de depredación y el tipo de depredador. La mayoría de depredadores registrados en un nido parcialmente depredado fue la fauna silvestre, mientras que en los nidos depredados por completo fue realizado por fauna feral. Se cree que los nidos depredados en su totalidad se deben a la característica del depredador. Green y Gipson (1994) mencionan que el ataque de un perro feral es parecido al de los coyotes, éstos son depredadores expertos y oportunistas que ven a su presa como su único alimento, caracterizados por aprovechar en su totalidad la presa, o en este caso el producto de la reproducción (las nidadas).

Comparativamente en 2013 específicamente en nidos *in situ* de *C. mydas* el 53% fueron parcialmente depredados, y el resto depredados en su totalidad; correspondiendo al 1% de depredación durante el primer año de la implementación de la NOM-162-SEMARNAT-2012, dicho valor es menor que el observado en el año 2012. El tipo de fauna que actuó como depredador de nidos fue tanto fauna silvestre (53.33 %) como fauna feral (46.67%). Edwards y Carnall (1991) y Greenwood et al. (2010), señalan que para las costas de Florida el principal depredador de nidos de *Caretta caretta* y *C. mydas* son los mapaches, los cuales en ocasiones han alcanzado destrucciones de nidos de cerca del 80% del total de nidos en algunas islas (e.g. Panther Key).

En el caso de ambos nidos depredados *in situ* de *E. imbricata* fueron causados por fauna feral. Ya que los nidos de esta especie se encuentran más superficiales, se facilita el saqueo por oportunistas y por el trabajo en grupo de éstos (como jauría), pues en general les es más fácil llegar a los huevos. Azanza et al. (2008) mencionan que entre la fauna feral más común en atacar las anidaciones se encuentran los perros y cerdos introducidos a las playas.

Cabe destacar que los depredadores observados también variaron de acuerdo a la fase de desarrollo embrionario en que se encontraba el nido, sobre todo en etapas finales del nido debido a los olores que se liberan del interior de la cámara de incubación y esto fue claramente observado cuando las crías estaban emergiendo del nido, las aves con el 24%, seguido de los cangrejos fantasmas con un 15%, y las hormigas con el 13% sus depredadores frecuentes,

coincidiendo con los grupos de depredadores señalados por Stancyk (1995) y Azanza et al. (2008).

Durante el periodo 1992-2012 el grado de afectación en nidos *in situ* por depredación fue variable. En los años 1994 y 1999 se registraron una mayor cantidad de nidos *in situ* de *E. imbricata*, 262 y 275 correspondientemente, ambos años concuerdan con el número más alto de nidos afectados por depredación, 84 y 73 respectivamente; sin embargo, en el año 2000, de 140 nidos *in situ* sólo 20 fueron afectados, de igual forma se contrasta con el año 2010 en el cual de 225 nidos *in situ* de tortuga blanca solamente 6 fueron depredados.

El porcentaje más alto de depredación de nidos *in situ* de *E. imbricata* fue en el año 2002 con el 92% de nidos afectados de los 25 nidos *in situ*, esto difiere del año 1994 en el que se observó un mayor número de nidos *in situ* depredados (84) equivalente al 32% de los nidos. Con respecto a *C. mydas* en el año 1995 se obtuvo un porcentaje alto (20%) de nidos afectados de los 5 nidos dejados en playa.

Los valores registrados en este periodo sugieren que no existe una correspondencia directa entre nidos *in situ* y nidos depredados. Sin embargo, existen factores que están implicados en la cantidad y el tipo de depredadores que se encuentran en la zona de playa, además de las condiciones medioambientales que hacen variar la cantidad de depredadores en la zona. Un ejemplo de ello es el año 1994, en el que se dejaron muchos nidos en zona de

playa y coincide con una alta depredación. En los años 1993, y de 1995 al 1998 la depredación fue mínima porque los “nortes” con marejadas fuertes destruyeron las madrigueras de animales silvestres nocturnos que estaban cercanas a la costa y los alejaron a zonas interiores donde se sintieron más protegidas (Guzmán, 2001).

Un elemento importante que determina el tipo de depredadores, su frecuencia y las zonas preferenciales de actividad lo determina la ubicación de los nidos en un determinado nivel del perfil de playa, y en zonas específicas ubicadas en ciertas balizas y estaciones, lo anterior relacionados con el comportamiento de las hembras por especie. Es importante señalar que de acuerdo a Guzmán y García (2013), la variación en las preferencias de anidación por especie cambia a lo largo del tiempo dependiendo de las condiciones físicas tales como la extensión de la playa en el momento del desove, el corte brusco del perfil de playa por efecto de la erosión y la vegetación acompañante en la duna de costa.

La depredación efectuada dentro de las zonas del perfil de playa está fuertemente relacionada con la zona de preferencia de anidación por especie. *E. imbricata* prefiere la zona del médano (perfil c) seguido por la zona supramareal (perfil b) en cada una de estas zonas existió un caso de depredación. En el caso de *C. mydas* está prefiere la zona supramareal seguida de la zona del médano, la depredación registrada corresponde al 54% y 33%, respectivamente.

En lo que concierne a la actividad de depredación por segmentos a lo largo de la playa, existen zonas preferenciales dentro de la playa para el desove de *C.*

mydas, por ende en la zona entre la baliza 52 a la 96 es donde más se acumulan las nidadas, es la denominada zona núcleo (Guzmán y García, 2013). Las características de esta zona de playa son perfiles anchos, con granulometría compuesta por arenas de tamaño medio y una cortina de vegetación amplia rodeando la playa, con sedimentos biocalcarenitas que son propicias para el desove y la incubación de los huevos (García-Vicario, 2009). Coincidente con lo anterior, en esta zona en la baliza 86 de la estación 439, es donde se presentó el mayor número de nidos afectados por la depredación con 3 eventos.

En lo que compete a la tortuga carey, no existe una zona predilecta como lo mencionan Guzmán y García (2013), pues las hembras desovan de forma azarosa. Congruente con lo anterior, sin presentar un patrón definido es como se presentó la depredación con esta especie, con un nido afectado en la baliza 20 de la estación 432 y uno más en la baliza 62 en la estación 437.

Con respecto a los eventos ocurridos en Chenkan en la temporada 2013 se obtuvo 395 nidos *in situ* de *E. imbricata* y 5 nidos *in situ* de *C. mydas*, de ésta última no se presentaron nidos afectados por depredación. En el caso de los nidos de *E. imbricata*, se presentó un total de 61 nidos afectados de los cuales el 69% fueron depredados parcialmente y el 31% fue depredado en su totalidad. Se registró 35% menos depredación que el año 2012, durante ese año la tasa de depredación alcanzó hasta un 50% del total de nidos *in situ* (54) convirtiéndose en la temporada con mayor depredación a partir del año 1992 al 2013. A partir del año 2011 se ve un incremento en la depredación de nidos *in situ*, en los años

anteriores se tuvo una depredación del 0% al 3% con excepción del año 1994 donde se afectaron 9 nidos *in situ* (17%), 1995 se depredaron 3 nidos (13%) y el año 2008 se depredó el 7% de 76 nidos dejados en el lugar de puesta en playa.

Estos valores observados sugieren que en los últimos 3 años (2011-2013) la depredación ha sido constante y proporcionalmente mayor a los años anteriores, lo cual coincide con lo mencionado por Huerta et al. (2013), durante los últimos dos años la depredación de nidadas es un factor de riesgo y ha aumentado.

De la misma manera que se presenta en Isla Aguada, en Chenkan la depredación no va relacionada directamente con la cantidad de nidos dejados en zona de playa, si bien es cierto señalar que la cantidad de nidos *in situ* dejados en los últimos años ha sido mayor y la depredación se ha visto en aumento; sin embargo, se observan años en los cuales se dejaron cantidades similares de nidos *in situ* y la depredación fue nula.

A diferencia de lo ocurrido en Isla Aguada, en esta playa la depredación se llevó a cabo por fauna silvestre, principalmente por las hormigas, las zorritas y los zorrillos como depredadores principales. El aumento de la presencia de las zorras (*U. cinereoargentus*) como depredadores concuerda con lo señalado por Huerta et al. (2013), la población mostró un incremento considerable para ese mismo año en esta playa, representando la mayor causa de pérdida de nidos *in situ*.

Si bien desde el año 2012 como una medida de protección adicional, han estado colocándose sobre los nidos mallas galvanizadas enterradas a 20 cm de

profundidad sujetadas de los extremos, las zorritas pudieron depredar las nidadas. Se cree que éstas aprendieron a escavar; además, como se dijo anteriormente, los nidos de *E. imbricata* son muy someros por lo que es relativamente fácil llegar a ellos.

Aunque en los últimos años los perros habían causado problemas como depredadores, en la temporada 2013 no se registró ningún nido atacado por éstos, la fauna feral se mantuvo ausente, esto debido a que existen sólo un par de casas de veraneo en las cuales se tienen perros para cuidarlas, pero estos al ser alimentados por sus dueños no se consideran ferales. Es sustancial señalar que existen nidos *in situ* afectados en los cuales no se pudo establecer el depredador, por lo tanto no se descarta que los perros perturbaran alguna nidada.

La depredación por sectores de perfil de playa en Chenkan es un tanto diferente a lo observado en Isla Aguada, en Chenkan existe un intenso proceso de erosión, por lo tanto la amplitud de sectores de perfil de playa se reducen a los perfiles “a” y “c” por efecto de tormentas, marea altas y nortes. Al ser una playa de anidación prioritaria para *E. imbricata*, una gran parte de los nidos fueron depositados en la zona “c” o de médano, representado por el 82% de todas las nidadas, seguido del perfil “b” con un 13%.

La localización de los nidos depredados se relaciona con el tipo de fauna presente en el sitio. Como sugiere Heithus (2013), los nidos de las tortugas así

como las crías experimentan riesgos ante los depredadores y el porcentaje de la pérdida de nidos varía según la presencia del depredador.

Las hormigas representan un problema en la depredación parcial e incluso total de los nidos de *E. imbricata*, se relaciona a que las hormigas se encuentran en las zonas sombreadas con vegetación adyacentes y hacen incursiones a la playa en busca de alimento, como lo señala Wetterer et al. (2007), en Florida, Estados Unidos, las hormigas con 22 especies son de los principales depredadores de nidos de tortuga blanca, laúd y caguama.

La depredación registrada por sectores a lo largo de playa, coincide con la zona de mayor anidación, por lo tanto la depredación es más probable en donde existe una mayor disponibilidad de proteína, en este caso huevos y crías de las cuales hacen uso los depredadores antes mencionados. En la zona donde se registró más depredación fue en la baliza 12.5 con 9 eventos, entre las balizas 12 a la 13 (kilómetro 102 y 103) ocurrió el mayor porcentaje de nidos depredados con 21% del total.

10 CONCLUSIONES

Isla Aguada

- Durante la temporada 2013 para la especie de *C. mydas* el número de nidos afectados por depredación fue de 45, siendo mayor la depredación parcial con un 53%, en tanto que para *E. imbricata* solamente dos nidos fueron afectados por depredación, en ambos casos por fauna feral.
- En valores porcentuales de nidos depredados de *C. mydas* durante la temporada 2013, fue de 1% lo cual significa que disminuyó proporcionalmente comparado con la temporada 2012. En el caso de *E. imbricata* el porcentaje de depredación para la temporada fue de 7%, siendo mayor comparativamente con las últimas tres temporadas.
- Entre los años 1992-2012 se observan picos de depredación en valores porcentuales con respecto a la cantidad de nidos *in situ* para ambas especies; sin embargo, no existe una tendencia que sugiera a partir de qué periodo la depredación de nidos *in situ* aumente o disminuya.
- Durante este mismo periodo el 53% de los nidos *in situ* afectados de *C. mydas* fue por fauna silvestre y el 47% por fauna feral, es importante resaltar que el tipo de fauna se relaciona con el estado de depredación de los nidos (con pérdida parcialmente o total). Los dos nidos *in situ* depredados de *E. imbricata* fue ocasionado por fauna feral.

-
- En la temporada 2013 la depredación de nidos *in situ* de *C. mydas* fue mayor en la zona supramareal (perfil b) con un 54% que coincide con la zona preferida de anidación. Los nidos depredados de *E. imbricata* se registraron en la zona supramareal y médano (perfil c)
 - Los nidos afectados de *C. mydas* por depredación se observaron más en la baliza 86 ubicada en la estación 439 que forma parte de la denominada zona núcleo. En lo que respecta a los nidos depredados de *E. imbricata*, estos fueron observados en la baliza 20 (estación 432) cercana al poblado de Isla Aguada, asociada con presencia de perros, y en la baliza 62 (estación 437), esta última probablemente asociada a la zona que comparten mayor vegetación y presencia de fauna silvestre.

Chenkan

- Durante la temporada 2013 se obtuvieron 5 nidos *in situ* de *C. mydas*, de los cuales ninguno fue depredado. Con respecto a los nidos *in situ* de *E. imbricata* 61 nidos fueron afectados (15%) lo cual representa 35% menos que la temporada 2012, de estos el 69% fueron depredados parcialmente y el 31% totalmente
- Entre los años 1992-2012 se observaron picos de depredación en valores porcentuales de nidos *in situ* de *E. imbricata*, el pico más alto se registró en el año 2012 con el 50% de los nidos *in situ* afectados. Durante los

últimos 3 años (2011-2013) se registró una depredación con incremento constante.

- La fauna feral estuvo ausente como depredadores de nidos *in situ* en la temporada 2013. Dentro de la fauna silvestre las hormigas (*Formicidae* sp.) y las zorritas (*Urocyon cinereoargenteus*) fueron los depredadores principales en los últimos 3 años.
- La depredación durante la temporada 2013 se observó diferencialmente en los tres niveles del perfil de playa, debido a que existen variaciones en las preferencias de anidación como consecuencia de la erosión o de los Nortes, no obstante en la zona del médano se presentó el 82% de nidos depredados.
- A lo largo de la zona protegida, la depredación se concentró en los kilómetros 102 y 103 con el 36% del total de nidos afectados, la baliza 12.5 fue donde se produjo la mayor depredación, esta zona coincide con la que presenta más nidos *in situ*.

Este trabajo no es concluyente respecto al aumento o disminución de depredación como efecto de la aplicación de la NOM-162-SEMARNAT- 2012, debido a que los datos anteriores a 2013, no son estadísticamente robustos para realizar una comparación en igualdad de años, sin embargo, se infiere que en

ambas playas la depredación no está relacionada directamente con la cantidad de nidos dejados en playa, sino que existen otros factores que juegan un papel importante sobre la movilidad y la cantidad del tipo de fauna presente en la zona de playa, y los fenómenos meteorológicos adversos que influyen negativamente en los niveles de depredación.

Se sugiere se dé continuidad al estudio comparativo de la variabilidad de depredación de nidos *in situ* en los años posteriores a la aplicación de la mencionada NOM, y este análisis sirva como línea base que contribuya a futuras investigaciones sobre el impacto que tiene el manejo de nidos en forma *in situ* en las poblaciones de tortugas marinas.

11 BIBLIOGRAFÍA

- Álvarez, L. F y R. Barrios, S. 1999. Programa de Protección y Conservación Ecológica de las Tortugas Marinas. Campamento tortuguero Chenkan. Informe final, Delegación Federal Secretaría del Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca en el Estado de Campeche. Instituto Nacional de Ecología-Secretaría del Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP), México. p .19-22.
- Azanza, J., M.E. Ibarra, J. Hernández, R. Díaz y N. Hernández. 2008. Análisis de nidos de tortuga verde (*Chelonia mydas*) durante la temporada 2006 en la Península de Guanahacabibes Cuba. *Revista de Investigaciones Marinas* 29(2): 161-169.
- Chacón, D. 2004. La tortuga carey del Caribe- Introducción a su biología y estado de conservación. WWF Programa Regional para América Latina y el Caribe, San José, Costa Rica. 74 p.
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP). 2011. Programa de Acción para la Conservación de la Especie: Tortuga verde/ negra *Chelonia mydas*. Dirección General de Operación Regional. Dirección de Especies Prioritarias para la Conservación, Programa Nacional de Conservación de Tortugas Marinas, México. 53 p.
- Donlan, E. M., J. H. Townsend y E. A. Golden. 2004. Predation of *Caretta caretta* (Testudines: Cheloniidae) eggs by larvae of *Lanelater sallei* on Key Biscayne, Florida. *Caribbean Journal of Science* 40: 415- 420.
- Eckert, K. L., K. A. Bjorndal, F. A. Abreu Grobois y M. Donnelly (Editores). 2000. (Traducción al español). Técnicas de investigación y manejo para la conservación de las tortugas marinas. Grupo Especialista en Tortugas Marinas UICN/CSE Publicación No. 4.

-
- 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 Raquel Briseño Dueñas y F. A. Abreu Grobois. WIDECAS, UICN/CSE Grupo Especialista en Tortugas Marinas (MTSG), WWF y el Programa Ambiental del Caribe del PNUMA.xx + 170 p.
- Edwards, J. K. y G. Carnall. 1991. Marine Turtle Nesting Report, 1991. USFWS, Naples, FL. 42 p. Greenwood, A., J. Palmer y L. W. Richardson. 2010. Sea turtle nest predator control plan on the ten thousand islands national wildlife refuge, Collier County, Florida. U.S. Fish and Wildlife Service. 10 p.
- Escanero, F. G., S. Vigilante y G. R. Gómez. 1990. Informe anual del Programa de Protección y Estudio de las Tortugas Marinas en Isla Aguada-Sabancuy, Campeche, temporada 1990. Memorias del IV Taller Regional de Tortugas Marinas, Península de Yucatán. p 77-90.
- García-Vicario, A. 2007. Impacto de la erosión costera de las playas del litoral de Campeche con relación a la anidación de las tortugas marinas (*Eretmochelys imbricata* y *Chelonia mydas*). Tesis, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Cuernavaca, Morelos. 83 p.
- García, E. 1988. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (para adaptarlas a las condiciones de la República mexicana). Instituto de Geografía, UNAM, México. 246 p.
- Guzmán, H. V., J. C. P. Rejón., R. G. Gómez y J. S. Silva. 1995. Informe final del programa de investigación y protección de las tortugas marinas del estado de Campeche, México. Temporada 1994. Situación actual. Boletín Técnico N° 1/95 CRIP Carmen I.N.P.-SEPESCA. 32 p

-
- Guzmán, H. V. 2001. Evaluación de las poblaciones de tortugas marinas de Campeche. Sinopsis de la protección e investigación 1977-2001, con reporte de investigación 2001/INE/DGVS/TM-007-Camp. Informe Técnico de Investigación 2001/12/ SAGARPA/INP/DGIPDS/PNTM/CRIP Carmen, 37 p.
- Guzmán, H. V. y P. A. García. 2010. Informe Técnico 2009 del Programa de Conservación de Tortugas Marinas en Laguna de Términos, Campeche, México. Contiene información de: 1. CPCTM Xicalango-Victoria, 2. CPCTM Chacahito, 3. CPCTM Isla Aguada y 4. Reseña estatal regional. APFFLT/RPCyGM/CONANP. v + 67 p.
- Guzmán, H. V y P. A. García. 2013 Informe Técnico 2012 del programa de Conservación de Tortugas Marinas en Laguna de Términos, Campeche, México. Contiene información de: 1. CPCTM Xicalango-Victoria, 2. CPCTM Chacahito, 3. CPCTM Isla Aguada y 4. Reseña estatal regional. APFFLT/RPCyGM/CONANP. vi + 86 p.
- Guzmán, H. V y P. A. García. 2014 Informe Técnico 2013 del programa de Conservación de Tortugas Marinas en Laguna de Términos, Campeche, México. Contiene información de: 1. CPCTM Xicalango-Victoria, 2. CPCTM Chacahito, 3. CPCTM Isla Aguada y 4. Reseña estatal regional. APFFLT/RPCyGM/CONANP. vii + 93 p.
- Guzmán, V., E. Cuevas-Flores, F. A. Abreu-Grobois, B. González-Garza., P. A. García-Alvarado y P. Huerta-Rodríguez (Compiladores) 2008. Resultados de la reunión del grupo de trabajo de la tortuga de carey en el Atlántico mexicano. Memorias. CONANP/EPC/ APFFLT /PNCTM/. ix+244 p.
- Green, J. S. y P. S. Gipson. 1994. Feral dogs. In Prevention and control of wildlife damage, S. E. Hygnstrom, R. M. Timm y G. E. Larson (eds.). Great plains Agricultural Council, Washigton, DC. p 318-322.

-
- Heithaus, M. R. 2013. Predators, prey, and the ecological roles of sea turtles. In The Biology of Sea Turtles Volumen III, J. Wyneken, K. Lohmann y J. Musick (eds.). CRC Press, Taylor Francis Group, Boca Raton. p. 249-283.
- Hirth, H. F. 1997. Synopsis of the biological data on the green turtle *Chelonia mydas* (Linnaeus, 1758). Biological Report 97 (1), Fish and Wildlife Service, Washington, D. C. 87 p.
- Huerta-Rodríguez, P., V. Guzmán-Hernández y P. A. García-Alvarado. 2013. Informe Técnico 2012 del Programa de Conservación de Tortugas Marinas en el Campamento Tortuguero Chenkan, Campeche, México. RPC CHENKAN/APFFLT/RPCyGM/CONANP. iv+42 p.
- Instituto Nacional de Ecología. 1997. Programa de manejo de la zona de Protección de Flora y Fauna Laguna de Términos. SEMARNAP, México, D.F. 166 p.
- Labastida, E. E. 2012. Foto-identificación de tortuga carey (*Eretmochelys imbricata*) y blanca (*Chelonia mydas*) en las playas de Chenkáan e Isla Aguada, Campeche. Tesis, Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco. México, D.F. 92 p.
- Márquez, R. 1996. Las tortugas marinas y nuestro tiempo. Fondo de Cultura Económica, México D.F. 104 p.
- Márquez, R. 2004. La biota del Golfo de México. En: Diagnóstico ambiental del Golfo de México, M. I Pisanty y E. Ezcurra (compiladores). INE-SERMANAT, México D.F. p. 175-201.
- Márquez, R. y M. Garduño. 2014. Tortugas marinas. Instituto Nacional de Pesca, México, D.F. 96p.

-
- Matos-Méndez, V. D. 2011. Dinámica poblacional de hembras de tortuga blanca (*Chelonia mydas*) en el Estado de Campeche, México. Tesis, Universidad Autónoma del Carmen. Ciudad Del Carmen, México. 85 p.
- Namnum, S. 2006. La convención interamericana para la protección y conservación de las tortugas marinas y su implementación en el derecho mexicano. Instrumentos internacionales y la conservación de las tortugas marinas, J. Frazier (ed.). Abya-Yala, Quito-Ecuador. p.123-144.
- National Marine Fisheries Service, U.S. Fish and Wildlife Service, y SEMARNAT. 2011. Plan Binacional de Recuperación de la Tortuga Marina Lora (*Lepidochelys kempii*), segunda revisión. National Marine Fisheries Service. Silver Spring, Maryland 156 p. + apéndices.
- Peralta-Jiménez, X. 2014. Informe Técnico 2013 del Programa de Conservación de Tortugas Marinas en el Campamento Tortuguero Chenkan, Campeche, México. RPC CHENKAN/APFFLT/RPCyGM/CONANP. iii+50 p
- Reyes-Gómez, H. G. y A. D. Vázquez-Lule. 2009. Caracterización del sitio de manglar Sabancuy–Chen Kan, en Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). Sitios de manglar con relevancia biológica y con necesidades de rehabilitación ecológica. CONABIO, México, D.F.
- Secretaría CIT. 2008. Convención Interamericana para la Protección y Conservación de las Tortugas Marinas. Manual sobre técnicas de manejo y conservación de las tortugas marinas en playas de anidación de Centroamérica (Propuesta Base), San José, Costa Rica. 56 p.
- Secretaría CIT. 2004. Convención Interamericana para la Protección y Conservación de las Tortugas Marinas (CIT): Una Introducción. San José, Costa Rica.

-
- SEDUE, 1989. Programa de protección de la tortuga marina temporada de anidación 1989. Campamento tortuguero Chenkáan, Champotón, Campeche, México. SEDUE-PRONATURA s/p.
- SEMARNAT. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2013. Norma Oficial Mexicana NOM-162-SEMARNAT-2012. Diario Oficial de la Federación (DOF), sábado 02 de febrero de 2013. 18 p.
- Stancyk, S. E. 1995. Non-Human Predators of Sea Turtles and Their Control. In Biology and conservation of sea turtles, K. A. Bjorndal (ed.). Smithsonian Institution Press, Washington. p. 139-152.
- Wetterer, J., L. Wood, C. Johnson, H. Krahe y S. Fitchett. 2007. Predacious ants, beach Replenishment, and Nest Placement by Sea Turtles. *Entomological Society of America*, 36(5): 1084-1091.
- Witzell, W. 1984. Synopsis of biological data on the hawksbill turtle, *Eretmochelys imbricata*. FAO Fish Synopsis (137), Rome. 78 p.
- Wyneken, J., K. J. Lohmann y J. A. Musick. 2013. The Biology of Sea Turtles *Volumen III*. CRC Press, Taylor Francis Group, Boca Raton. 467 p.