

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



Facultad de Ciencias

**Malformaciones en crías vivas de tortuga blanca
(*Chelonia mydas*) en el Campamento Tamul Temporada 2018 en
Cancún, Quintana Roo, México.**

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
B I Ó L O G O

P R E S E N T A
Omar García Millán

Directora de Tesis:

M. en C. María del Pilar Torres García

CIUDAD DE MÉXICO, 2021





Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

1. Datos del alumno

García
Millán
Omar
5575487702
Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Ciencias
Biología
305204570

2. Datos del tutor

M. en C.
María del Pilar
Torres
García

3. Datos del sinodal 1

M. en C.
Juana Margarita
Garza
Castro

4. Datos del sinodal 2

Biol.
Mónica
Salmerón
Estrada

5. Datos del sinodal 3

M. en C.
Patricia
Fuentes
Mata

6. Datos del sinodal 4

Biol.
Erika Samantha
Palacios
Ávila

7. Datos del trabajo escrito

Malformaciones en crías vivas de tortuga blanca (*Chelonia mydas*) en el Campamento Tamul Temporada 2018 en Cancún, Quintana Roo, México.



Chelonia mydas. Hotel Sun Palace, Quintana Roo. García, 2019.

“Inteligente, Valiente y Libre”

García, 2019.

A mis padres, porque ellos han sido testigos de todos mis éxitos y fracasos, porque todo su amor, esfuerzo, sacrificio y dedicación para darme lo mejor se ven reflejados en la persona que soy ahora ante el mundo.

Este trabajo “Malformaciones en crías vivas de tortuga blanca (*Chelonia mydas*) en el Campamento Tamul Temporada 2018 en Cancún, Quintana Roo, México”, forma parte del proyecto de investigación: Las tortugas marinas, sus ciclos biológicos, su problema de sobreexplotación y su protección para su conservación, que se lleva a cabo en el Laboratorio de Invertebrados del Departamento de Biología Comparada de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México, bajo la dirección de la M. en C. María del Pilar Torres García.

Agradecimientos

A mis padres por todo lo que me han dado en la vida, por su amor incondicional, su cariño y su respaldo; porque gracias a ellos y a su apoyo he llegado hasta donde me encuentro hoy, culminando una de las etapas más importantes en mi vida, Sin ellos no me habría convertido en el ser humano que soy, un ser humano con valores que ellos me inculcaron desde pequeño. Gracias por siempre confiar en mí, por alentarme a seguir adelante aun cuando más difícil era para mí. Gracias por desvivirse por darme lo mejor a mí y mis hermanos. Gracias por siempre estar en los momentos más difíciles de mi vida, porque sin su respaldo no lo hubiera logrado.

Gracias por apoyarme en todas las decisiones de mi vida, por darme la confianza y alentarme a emprender el vuelo y permitirme desempeñar lo que más amo en la vida, que es mi carrera.

Hoy a ustedes Martha y Víctor, les dedico este logro y todos los logros que vengan en mi vida, porque esta es una pequeña forma en la que yo puedo regresar todo lo que me han dado, y que aun a pesar del tiempo me siguen dando.

Los **AMO** con todo el amor que un hijo puede sentir por sus padres, me siento muy agradecido con la vida y con dios por permitirme ser su hijo y estar en sus vidas.

A mi hermana Ana Laura por ser mi cómplice de vida, porque eres la mejor hermana del mundo, gracias por siempre escucharme y aconsejarme, por respaldarme y darme esa palabra de aliento para poder arriesgarme a hacer las cosas. Te amo con todo mi corazón y recuerda que siempre estaré para ti.

A mi hermano Iván porque muy a tu estilo yo sé que me amas tanto como yo a ti, gracias por ese hermano mayor en el cual sé que me puedo apoyar cuando yo lo necesite, eres un hombre de pocas palabras pero con tus pequeñas acciones me demuestras que me quieres y que siempre estarás para mí, tanto como yo para ti. Gracias por que junto con Laura Angélica a la cual también quiero y agradezco infinitamente el que esté con nosotros me dieron el honor de ser tío de las dos niñas más hermosas que he visto en mi vida Frida e Ivana.

Frida e Ivana aún son pequeñas pero en tan poco tiempo me han cambiado la vida, me han hecho una mejor persona, porque sus ocurrencias y travesuras muchas veces fueron un aliento para mí. Por qué siempre anhelo los domingos de comida familiar, para ver esa sonrisa y escuchar esas carcajadas que son el mayor abrazo a mi corazón, las amo con todo mí ser.

A la mejor perrita del mundo Daysi, gracias por elegirnos como tu familia y así entrar en nuestras vidas, porque tu cariño y lealtad nunca las olvidare, gracias por enseñarme lo que es el amor incondicional. Nunca pensé que un ser como tú cambiara vidas tan radicalmente. Solo las personas que hemos tenido la fortuna de tener una mascota sabemos las mil y una formas en que te pueden llegar a marcar. Hoy ya no estas pero siempre te tengo presente.

A toda mi familia, porque sé que ustedes han sido parte de esto con sus palabras de aliento y su motivación para que yo culminara con este trabajo.

Muchas gracias a mis hermanos que no son de sangre pero con los que la vida me hizo coincidir: Abraham, Aida, Clara, Lucero, Tania, Erika, Rosa y Alejandra. Gracias por todo su amor y cariño que me dan, por todas palabras de aliento, por ese voto de confianza y por apoyarme siempre, por estar ahí siempre que los necesito y nunca soltarme. Gracias por ser esos cómplices que uno siempre espera tener en momentos difíciles, los quiero mucho.

Un agradecimiento muy especial a la M. en C. María del Pilar Torres García y a la Biol. Erika Samantha Palacios Ávila por su asesoría y dirección, su apoyo, y por permitirme realizar este gran trabajo en el Laboratorio de Invertebrados.

Maestra María del Pilar Torres García, gracias por ser la persona que me mostro este hermoso mundo de la tortugas marinas. Gracias por descubrir y pulir habilidades de las que ni yo tenía conocimiento que existían en mí, gracias por la confianza depositada y por apostar por mí aun cuando yo dudaba. Pocos son los maestros que pueden dejar una huella en sus alumnos y usted es una de ellas. Siempre estaré agradecido, usted no solo es una maestra que da su clase y ya, es de esos maestros de vida que uno agradece tener, porque no solo me enseñó académicamente, también me dejo y me sigue dejando muchas enseñanzas de vida. La quiero mucho y gracias infinitas por todo.

Erika Samantha Palacios Ávila, gracias por ser más que un apoyo académico, gracias por permitirme entrar en tu vida y formar parte de ella. Gracias por tu amistad, por esas charlas que aliviaban mi vida, por motivarme a seguir adelante y por siempre estar para mí, gracias por escucharme y por tu lealtad, que para mí es muy valiosa. Gracias por tu apoyo, tus consejos y por estar en los momentos más difíciles, sabes que te quiero con todo mi corazón.

A la bióloga y coordinadora del Programa Integral de Conservación de tortugas Marinas Sayuri Ramos, por ayudarme y aconsejarme para tomar las mejores decisiones, por tú apoyo y las enseñanzas que siempre me das. Gracias por confiar en mí, tu amistad es muy valiosa para mí y es algo que siempre agradezco tener de ti. Gracias por siempre estar ahí, por preocuparte por mí, estar al pendiente y siempre motivarme a ser mejor.

A los tortugeros y voluntarios del campamento Tamul: Guadalupe, Carlos, Humberto, Natali y Karen por su apoyo en campo.

A la Universidad Nacional Autónoma de México, porque gracias a todos los conocimientos adquiridos en sus aulas, estoy cerrando este ciclo, A todos los profesores de los que tuve el honor de ser participe en sus clases.

Al Biol. David Gerardo Castañeda Ramírez por darme la oportunidad de entrar a uno de los mejores Programas de tortugas marinas y desempeñar esta hermosa carrera.

También agradezco al Biol. Antonio Ortiz Hernández, responsable directo del proyecto, por darme la oportunidad de llevar acabo mi tesis y por las facilidades otorgadas.

Finalmente quiero agradecer a la vida por darme la oportunidad de cerrar este ciclo, por haberme puesto a las personas correctas que me guiaron por este camino e hicieron posible esto.

Índice de Contenido

1.	INTRODUCCIÓN.....	16
1.1.	Tortugas marinas en México	21
2.	ANTECEDENTES	23
2.1.	Acciones de conservación en Quintana Roo	23
2.2.	Las tortugas marinas en Quintana Roo.....	23
2.3.	Problemática de la especie	24
2.4.	Características generales de la tortuga blanca (<i>Chelonia mydas</i>)	24
2.4.1.	Taxonomía.....	24
2.4.2.	Estatus.....	25
2.4.3.	Morfología.....	25
2.4.4.	Aspectos biológicos.....	27
2.4.5.	Alimentación	28
2.4.6.	Distribución.....	28
3.	OBJETIVOS	31
3.1.	Objetivo General.....	31
3.2.	Objetivos Particulares	31
4.	MÉTODO	32
4.1.	Área de Estudio	32
4.2.	Vegetación.....	33
4.3.	Clima	34
4.4.	Fauna	34
4.5.	Importancia del área de estudio	35
4.6.	Trabajo de campo.....	35
4.6.1.	Construcción y acondicionamiento del corral de protección	35
4.6.2.	Limpieza de playa.....	36
4.6.3.	Balizaje de playa	37
4.6.4.	Preparación del material de campo.....	38
4.6.5.	Capacitación previa en playa	39
4.6.6.	Recorridos diurnos	40
4.6.7.	Recorridos nocturnos	42
4.6.8.	Construcción de nidos	43

4.6.9.	Avistamiento con presencia de tortuga	43
4.6.10.	Búsqueda y recolección de nidos sin presencia de tortuga	46
4.6.11.	Siembra de nidos.....	47
4.7.	Trabajo diurno	48
4.7.1.	Revisión de nidos y liberación de crías	48
4.7.2.	Limpieza de nidos.....	50
4.8.	Revisión de crías	51
4.9.	Descripción de las malformaciones.....	52
4.10.	Frecuencia de diferentes tipos de malformaciones.....	53
4.11.	Presencia de albinismo	53
4.12.	Índices de Prevalencia, Incidencia e intensidad	53
5.	RESULTADOS	54
5.1.	Descripción e identificación de las malformaciones.....	55
5.1.1.	Malformaciones en el caparazón	56
5.1.1.1.	Aumento de Escudos Centrales (AEC)	56
5.1.1.2.	Aumento de Escudos Laterales (AEL)	57
5.1.1.3.	Aumento de Escudos Marginales (AEM)	57
5.1.1.4.	Ausencia de Escudos Centrales (AuEC).....	58
5.1.1.5.	Ausencia de Escudos Laterales (AuEL).....	58
5.1.1.6.	Ausencia de Escudos Marginales (AuEM)	59
5.1.1.7.	Ausencia de Escudos Precaudales (AuEP)	59
5.1.1.8.	Escudos Marginales Orientados Hacia Arriba (EMOrHAr)	60
5.1.1.9.	Escudos Marginales Orientados Hacia Abajo (EMOrHA)	60
5.1.1.10.	Escudos Precaudales Orientados Hacia Arriba (EPOrHAr).....	61
5.1.1.11.	Escudos Precaudales Orientados Hacia Abajo (EPOrHA)	61
5.1.1.12.	Escudos Semifusionados (ESf).....	62
5.1.1.13.	Caparazón Aplanado (CA)	62
5.1.1.14.	Caparazón Hundido (CH).....	63
5.1.1.15.	Caparazón Alargado (CAI)	63
5.1.1.16.	Caparazón Semi redondo (CSr).....	64
5.1.1.17.	Caparazón Incompleto (CI)	64
5.1.1.18.	Caparazón Plegado (CP)	65

5.1.1.19.	Cifosis (Joroba) (C)	65
5.1.1.20.	Escoliosis (Es)	67
5.1.1.21.	Estrías (E).....	67
5.1.2.	Malformaciones en la cabeza.....	69
5.1.2.1.	Anoftalmia (ausencia de lóbulos oculares) (A).....	69
5.1.2.2.	Cabeza en Punta (CP)	69
5.1.2.3.	Cuello Corto (CC)	70
5.1.2.4.	Diprosopía (presencia de dos caras) (D)	70
5.1.2.5.	Ojos Abultados (OA).....	71
5.1.2.6.	Labio Leporino (LL)	71
5.1.2.7.	Mandíbula Torcida (MT)	72
5.1.3.	Malformaciones en el plastrón	72
5.1.3.1.	Plastrón con Dobleza (PD).....	72
5.1.3.2.	Plastrón con Estrías (PE)	73
5.1.3.3.	Plastrón Incompleto (PI).....	73
5.1.3.4.	Plastrón con Capa Transparente (PCT).....	74
5.1.4.	Malformaciones en las extremidades.....	74
5.1.4.1.	Aleta(s) Delantera(s) Sin Movimiento (ADSM).....	74
5.1.4.2.	Aleta(s) Trasera(s) Sin Movimiento (ATSM)	75
5.1.4.3.	Ausencia de Extremidad (AEx)	75
5.1.4.4.	Aletas Juntas (AJ)	76
5.1.5.	Albinismo	76
5.1.5.1.	Albinismo Total (AlbT)	76
5.1.5.2.	Albinismo Parcial (AlbP).....	77
5.1.6.	Siameses Bicéfalos (SB).....	77
5.2.	Frecuencia y región del cuerpo con más malformaciones.....	78
5.2.1.	Caparazón	78
5.2.2.	Cabeza	79
5.2.3.	Plastrón	80
5.2.4.	Extremidades.....	81
5.2.5.	Albinismo	81

5.2.6. Siameses Bicéfalos	82
5.3. Presencia de alteraciones en crías con albinismo	83
5.4. Índices de prevalencia, incidencia e intensidad.	85
6. DISCUSIÓN.....	86
7. CONCLUSIONES.....	90
8. BIBLIOGRAFÍA.....	92

Índice de Figuras

Figura 1. Tortuga preparándose para realizar el nido (Foto: Omar García Millán).....	17
Figura 2. Tortuga tapando el nido (Foto: Omar García Millán).	18
Figura 3. Crías emergiendo del nido: a) noche y b) día (Foto: Omar García Millán).....	19
Figura 4. Esquema general del ciclo de vida de las tortugas marinas. Fuente: Cardozo. 2013.....	20
Figura 5. Especies de tortugas marinas en México. Fuente: PROFEPA, 2019.....	21
Figura 6. Tortuga blanca o verde. (Foto: Omar García Millán.)	25
Figura 7. Morfología externa de la tortuga blanca. A) Vista dorsal (caparazón), B) Vista ventral (plastrón), C) Vista lateral de la cabeza, D) Vista dorsal de la cabeza (Tomado de Castro, 2016).....	26
Figura 8. Cría y adulto de tortuga blanca (<i>Chelonia mydas</i>). (Foto: Omar García Millán).....	27
Figura 9. Distribución en México de la tortuga blanca (Tomado y modificado, CONANP, 2011)....	28
Figura 10. Ubicación geográfica del Campamento Tamul (Google Earth, 2019).	32
Figura 11. Ubicación del campamento Tamul con las colindancias al Norte y Sur (Tomado de GoogleEarth, 2019).....	33
Figura 12. a) Enterrado y cocido de malla sombra, b) rastrillado del corral, c) corral de protección Terminado (Foto: Omar García Millán).	36
Figura 13. Limpieza de playa realizada en colaboración de Compromiso social de Fomento Ecológico Banamex (Foto: Fundación Palace Resorts, 2018).	37
Figura 14. Balizaje de playa (Foto: Fundación Palace Resorts, 2018).	38
Figura 15. Preparación de material de campo previo al inicio de temporada (Foto: Omar García Millán).	39
Figura 16. a) y b) Capacitación y realización de nidos, c) y d) identificación de eventos, búsqueda y localización de nidos falsos (Foto: Omar García Millán).	
Figura 17. a) Recorrido realizado en zona norte del campamento, b) arqueo, c) intento, d) nido (los tres eventos de tortuga blanca (<i>Chelonia mydas</i>)), e) reubicación de nidos en corral de protección (Foto: Omar García Millán).	

Figura 18. Ficha técnica del campamento Tamul (Tomado y modificado del Reporte Final PICTM, 2018).	42
Figura 19. Recorrido nocturno en cuatrimoto en zona sur (Foto: Omar García Millán).....	42
Figura 20. Realización de nidos artificiales (Foto: Omar García Millán).	43
Figura 21. a) Llenado de la tabla. b) Colocación de tabla (Foto: Omar García Millán).....	44
Figura 22. a) Toma de medidas morfométricas. b) Toma de fotografía. c) Registro de los datos en ficha técnica (Foto: Omar García Millán).	45
Figura 23. a) Recolecta de nidada con tortuga desovando. b) Registro de datos después de la recolecta (Foto: Omar García Millán).	46
Figura 24. a) Búsqueda y b) Localización del nido de tortuga blanca (Foto: Omar García Millán). 46	
Figura 25. a) Retiro de arena del nido localizado. b) Conteo de los huevos obtenidos del nido (Foto: Omar García Millán).....	47
Figura 26. Siembra de nidos en el corral de protección (Foto: Omar García Millán).....	48
Figura 27. Revisión de nidos y conteo de crías (Foto: Omar García Millán).	49
Figura 28. a) Cría de tortuga blanca con vitelo absorbido. b) Cría de tortuga blanca mostrando el vitelo. c) Liberación de crías al atardecer (Foto: Omar García Millán).	49
Figura 29. Ficha técnica de limpieza de nidos del campamento Tamul, Temporada 2018 (Tomado Reporte Final PICTM, 2018).	50
Figura 30. a) Obtención de cascarones, huevos (que no lograron desarrollarse) y posibles crías atrapadas del nido. b) Retiro del exceso de arena. c) Clasificación de materia orgánica obtenida (Foto: Omar García Millán).....	51
Figura 31. a) Revisión de crías encontradas en la limpieza de nidos, b) y c) Separación de crías que presentaban alguna malformación (Foto: Omar García Millán).....	52
Figura 32. a y b) Revisión y descripción de crías durante la limpieza de nidos. c) Liberación de crías después del muestreo (Foto: Omar García Millán).	52
Figura 33. Base de datos para registro de malformaciones.	55
Figura 34. Llenado de base de datos.	56
Figura 35. a) Se agregó un escudo entre el cuarto y quinto escudo central. b) Se agregaron dos escudos, el primero entre el segundo y tercer escudo; el segundo entre el tercer y cuarto (Foto: Omar García Millán).....	56
Figura 36. a) Entre el primero y segundo escudo lateral del lado izquierdo se observa un pequeño escudo. b) Entre el tercero y cuarto escudo lateral del lado derecho se agregó un escudo (Foto: Omar García Millán).	57
Figura 37. a) Se observa el aumento de dos escudos marginales del lado izquierdo, los cuales son notablemente más grandes. b) En esta cría se agregaron dos escudos marginales del lado derecho. Es difícil ubicar entre que escudos se presentó, ya que la mayoría son del mismo tamaño (Omar García Millán).	57

Figura 38. a) Se observa la ausencia de un escudo central entre el tercero y cuarto escudo. b) La ausencia de una parte del caparazón provocó la falta de un escudo central (Foto: Omar García Millán).	58
Figura 39. a) Se observa la ausencia de un escudo lateral del lado izquierdo en la parte superior. B) Se observan los dos primeros escudos laterales del lado derecho, hay ausencia de dos escudos en la parte inferior (Foto: Omar García Millán).	58
Figura 40. a) Se observa ausencia de escudos marginales del lado izquierdo parte superior. b) Se muestra la ausencia de cuatro escudos marginales del lado derecho (Foto: Omar García Millán).	59
Figura 41. Ausencia de un escudo precaudal del lado derecho.	59
Figura 42. a) Se observan los escudos marginales del lado derecho en la parte media e inferior orientados hacia arriba. b) Los escudos marginales del lado izquierdo presentan una elevación (Foto: Omar García Millán).....	60
Figura 43. a) Los escudos marginales del lado derecho se encuentran hacia abajo. b) La cría tiene los escudos marginales de ambos lados del caparazón de la parte media orientados hacia abajo (Foto: Omar García Millán).....	60
Figura 44. a) Se observa una ligera elevación de los escudos precaudales. b) Elevación mayor de los escudos precaudales (Foto: Omar García Millán).....	61
Figura 45. a) y b) Se observa el declive de los escudos precaudales en ambas crías (Foto: Omar García Millán).	61
Figura 46. a) Se observa una cría que presenta indicios de una posible fusión, la primera entre dos escudos centrales y la segunda entre un escudo lateral y un central. b) Se muestra la fusión incompleta de dos escudos centrales (Foto: Omar García Millán).	62
Figura 47. a) Se observa la pendiente que se forma sobre los escudos laterales del lado derecho. b) Se observa la pendiente en los escudos centrales (Foto: Omar García Millán).	62
Figura 48. a) Vista lateral: cría con hundimiento en los escudos laterales lado derecho. b) Vista dorsal: hundimiento en los tres primeros escudos laterales del lado izquierdo (Foto: Omar García Millán).	63
Figura 49. a) y b) Vista dorsal: ligero alargamiento del caparazón en ambas crías (Foto: Omar García Millán).....	63
Figura 50. a) y b) Vista dorsal: la forma del caparazón en ambas crías tiende a ser un círculo (Foto: Omar García Millán).....	64
Figura 51. a) Vista frontal: ausencia de una parte del caparazón del lado derecho en la región marginal. b) Vista frontal: pérdida de una gran región que abarca caparazón y plastrón del lado izquierdo (Foto: Omar García Millán).	64
Figura 52. a) Plegamiento en forma de acordeón hacia los escudos centrales. b) Pliegues sobrepuestos en la parte dorsal del caparazón (Foto: Omar García Millán).	65

Figura 53. a)-f). Se observan las diferentes zonas en donde se ubicó la joroba, así como los diferentes grados de curvatura que se presentaron (Foto: Omar García Millán). ...	66
Figura 54. Se observan diferentes tipos de escoliosis: a) y b) muestran la escoliosis en forma de “C”, c) en forma de “S” y d) en forma de “S” invertida (Foto: Omar García Millán).	67
Figura 55. a)-d) Se observan las pequeñas estrías que se forman sobre los escudos del caparazón (Foto: Omar García Millán).	68
Figura 56. a) Ausencia de ambos lóbulos oculares. b) Ausencia de un lóbulo ocular (Foto: Omar García Millán).....	69
Figura 57. a) y b) Presencia de la cabeza en punta (Foto: Omar García Millán).	69
Figura 58. a) y b). Ausencia y acortamiento de cuello (Foto: Omar García Millán).	70
Figura 59. a) Vista ventral: cabeza con dos bocas. b) Vista frontal: cabeza con dos narices y sus carúnculas (Foto: Omar García Millán).	70
Figura 60. Ojo con párpado abultado (Foto: Omar García Millán).....	71
Figura 61. a) Labio leporino vista de frente y b) Vista lateral de cómo se presenta la malformación (Foto: Omar García Millán).....	71
Figura 62. a-b) Crías que muestran mandíbula torcida (Foto: Omar García Millán).	72
Figura 63. a-c) Hendidura que presentan las crías en el plastrón (Foto: Omar García Millán).	72
Figura 64. a-b) Vista ventral: Estrías tenues que se aprecian en el plastrón (Foto: Omar García Millán).	73
Figura 65. Vista ventral: a) Saco vitelino no absorbido correctamente, b) Formación incompleta del plastrón (Foto: Omar García Millán).	73
Figura 66. a-b) En ambas imágenes se observa el orificio con su capa transparente en el plastrón (Foto: Omar García Millán).....	74
Figura 67. a-b) Vista dorsal: aletas derechas atrofiadas con movimiento errático (Foto: Omar García Millán).....	74
Figura 68. a) Cría con aleta trasera izquierda atrofiada. b) Cría con aleta trasera derecha atrofiada, ambas con movimiento limitado. (Omar García Millán).	75
Figura 69. a-c) Vista lateral, dorsal y ventral de crías con ausencia de aleta delantera derecha (Foto: Omar García Millán).....	75
Figura 70. Vista dorsal: aletas traseras demasiado juntas (Foto: Omar García Millán).....	76
Figura 71. a) Coloración de la cría es blanca con extremidades ligeramente rosadas. b) El plastrón es totalmente blanco. c) La cría presenta ojos color azul, característico de la malformación (Foto: Omar García Millán).	76
Figura 72. a-b) Ambas crías muestran poca pigmentación. c) El plastrón conserva su color natural observando las aletas con poca pigmentación. d) La coloración de los ojos son azules (Foto: Omar García Millán).	77

Figura 73. Siamés bicéfalo, donde se observan dos de las aletas superiores fusionadas sin movimiento, y las dos restantes con movilidad normal. Se desarrollaron solo dos aletas posteriores, una de las cabezas tiene menor tamaño que la otra (Foto: Omar García Millán). 77

Índice de Gráficas

Gráfica 1. Resultados generales temporada 2018.	54
Gráfica 2. Comparación de nidos totales de <i>C. mydas</i> contra los nidos utilizados para el análisis y nidos que presentaron alguna cría con malformación.	54
Gráfica 3. Número de malformaciones por región del cuerpo.	78
Gráfica 4. Distribución de las malformaciones en el caparazón.	79
Gráfica 5. Distribución de las malformaciones en la cabeza.	80
Gráfica 6. Distribución de las malformaciones en el plastrón.	80
Gráfica 7. Distribución de las malformaciones en las extremidades.	81
Gráfica 8. Distribución de los tipos de albinismo en las crías.	82
Gráfica 9. Presencia de Siameses Bicéfalos.	83
Gráfica 10. Frecuencia de malformaciones en Albinismo Total.	84
Gráfica 11. Frecuencia de malformaciones en Albinismo Parcial.	84

Índice de Tablas

Tabla 1. Número y frecuencia de las malformaciones en el caparazón.	78
Tabla 2. Número y frecuencia de las malformaciones en el cabeza.	79
Tabla 3. Número y frecuencia de las malformaciones en el plastrón.	80
Tabla 4. Número y frecuencia de las malformaciones en las extremidades.	81
Tabla 5. Número y frecuencia del Albinismo.	82
Tabla 6. Número y frecuencia de Siameses bicéfalos.	82
Tabla 7. Malformaciones presentes en crías con Albinismo Total.	83
Tabla 8. Malformaciones presentes en Albinismo Parcial.	84
Tabla 9. Resultados índices de prevalencia, incidencia e intensidad.	85
Tabla 10. Tabla comparativa con estudios previos.	87

1. INTRODUCCIÓN

Las tortugas conforman uno de los grupos de reptiles más primitivos que existen en la actualidad. Iniciaron su evolución en el periodo Triásico, a principios del Mesozoico, hace por lo menos 200 millones de años (Márquez, 1996).

Todas las tortugas marinas derivan de un mismo ancestro clasificado en el suborden Cryptodira, esto es, de un ancestro en común y cuyos miembros más antiguos datan de unos 150 millones de años atrás (Pritchard, 1997).

Se caracterizan por poseer adaptaciones morfológicas y fisiológicas para la vida en el mar, como el cuerpo hidrodinámico, las glándulas lacrimales que les permiten excretar los excesos de sal en el cuerpo, extremidades planas en forma de remos, en las que todas las articulaciones movibles se han perdido, y tres o cuatro dígitos de la mano se encuentran notablemente alargados, sistemas internos que las capacitan para bucear a grandes profundidades y permanecer ahí por lapsos relativamente largos, además se diferencian de otros grupos de tortugas por su incapacidad de retraer las extremidades y la cabeza, sin embargo, en el caso de la cabeza una cubierta gruesa y casi completa sobre el cráneo les confiere protección adicional (Meylan & Meylan, 2000).

Actualmente existen ocho especies de tortugas marinas clasificadas en dos familias: Dermochelyidae y Cheloniidae. La familia Dermochelyidae se compone solo de una especie, la tortuga laúd (*Dermochelys coriacea*), y la familia Cheloniidae incluye siete especies: la tortuga caguama (*Caretta caretta*), blanca o verde (*Chelonia mydas*), carey (*Eretmochelys imbricata*), lora (*Lepidochelys kempi*), golfina (*Lepidochelys olivacea*), prieta (*Lepidochelys agassizii*) y aplanada (*Natator depressus*).

La distribución de los quelonios es prácticamente cosmopolita, habitan en todas las cuencas oceánicas, con representación de algunas de las especies desde el Ártico hasta Tasmania. Sin embargo, existen dos especies restringidas a ciertas áreas: la tortuga kikila endémica de las aguas del norte de Australia y los mares de Timor, Arafura y de Coral, generalmente se localizan en la plataforma continental, en aguas someras de las zonas coralinas e islas vecinas, como el sur de Papúa, Nueva Guinea, Java y Timor, sin embargo, solamente se reproduce en Australia y la tortuga lora es endémica de las costas de los Estados Unidos y el Golfo de México aunque algunos individuos son localizados ocasionalmente a lo largo de las costas de Gran Bretaña y Europa occidental (Meylan y Meylan, 2000).

El ciclo de reproducción está regulado por estados fisiológicos y cambios ambientales. Una vez que los individuos alcanzan la madurez sexual e inician la reproducción, ésta se desarrolla de manera secuencial con muy pocas variaciones a lo largo de la vida. En las tortugas marinas los

ciclos de reproducción son circadianos, es decir, se repiten en periodos anuales, bianuales, trianuales o en casos especiales se vuelven irregulares; esta frecuencia de carácter específico, así, en las tortugas de pequeño tamaño, como la lora y la golfinia, el ciclo más frecuente es el anual, para la carey y la caguama generalmente es bianual y para la blanca, la prieta y la laúd puede ser bianual o trianual. Esta secuencia cíclica no es definitiva, ya que en ocasiones se retrasa por un año o se suspende por periodos más largos, debido a escasez de alimento, cambios ambientales, enfermedades, entre otros (Márquez, 1996).

Aunque las tortugas se han adaptado a la vida marina, ellas dependen de la tierra para completar una de las etapas más críticas de su ciclo de vida: la reproducción. Días después de aparearse, las hembras migran hacia las playas de anidación, generalmente a la misma playa donde nacieron, aparentemente las tortugas tienen la capacidad de memorizar el sitio exacto donde nacieron, orientándose utilizando las corrientes marinas, gradientes de temperatura, el sonido del oleaje, el olor de la arena, la humedad, la posición de las estrellas y el magnetismo.

Cuando están listas para poner los huevos, las tortugas emergen a las playas tropicales, subtropicales o templadas, generalmente de noche a la parte alta hasta encontrar un sitio apropiado para desovar (si durante este proceso son perturbadas por luces o por ruidos, las hembras retornarán al agua sin haber puesto sus huevos), una vez que las hembras han encontrado un lugar adecuado para hacer el nido, con las aletas delanteras comienzan a aventar arena para hacer una cama de su tamaño y así acomodar su cuerpo, luego con las aletas traseras empiezan a sacar arena hasta hacer un nido en forma de cántaro alargado, el cual varía de tamaño según sea la especie, que oscila entre los 40 cm y 70 cm aproximadamente (*Figura 1*).



Figura 1. Tortuga preparándose para realizar el nido (Foto: Omar García Millán).

Cuando han terminado de hacer este proceso, las tortugas se preparan para el desove, recargando la parte inferior del caparazón cerca del hoyo que realizaron e introducen su cloaca a la boca del cántaro, la cual cubren con sus aletas traseras. Inicia el desove, dejando caer los huevos en el nido, los cuales resbalan por medio de una capa de líquido mucoso lubricante que posee propiedades bacteriostáticas y sirve como protección. Durante este proceso las tortugas ponen entre 50 y 200 huevos por nido dependiendo la especie.

Una vez que terminan de depositar los huevos, el nido es cubierto y apisonado en un inicio con las aletas traseras y posteriormente con el plastrón. Finalmente las tortugas avientan arena con las aletas delanteras y se desplazan sobre el nido cubierto para camuflajearlo, y al terminar se dirigen nuevamente hacia el mar (**Figura 2**).



Figura 2. Tortuga tapando el nido (Foto: Omar García Millán).

Según la especie, las crías tardan entre 45 y 75 días en nacer (el sexo de las crías se determina por la temperatura de la arena, durante la incubación a 29°C se produce la misma cantidad de machos y de hembras, incrementándose la proporción de machos a temperaturas inferiores y haciéndolo la de hembras a temperaturas superiores). Cuando las crías están listas, rompen el huevo usando un dentículo o carúncula que tienen en la punta de la nariz, y es común que exista una señal que sincroniza este evento, la mayoría de las crías que han roto el huevo participan en una “facilitación social” para estimularse unas a otras en el ascenso a la superficie del nido, lo cual toma de uno a siete días en suceder. Comúnmente permanecen debajo del cuello del nido en espera de que baje la temperatura y emergen de la arena durante la tarde o primeras horas de la noche, esto les permite evadir depredadores, como también evitar las temperaturas altas que se presentan durante el día y que provocarían insolación, deshidratación y la muerte (**Figura 3**).



Figura 3. Crías emergiendo del nido: a) noche y b) día (Foto: Omar García Millán).

Cuando ya están las condiciones favorables, las crías se dirigen hacia el mar orientadas por diferentes señales como: el olor, el tamaño del grano de la arena y pendiente de la playa, el sonido de las olas, el brillo de las estrellas y del mar en donde se refugiarán en zonas de convergencia oceánica, ahí ingresan a la comunidad pelágica del mar profundo durante varios años y son dispersadas por las corrientes oceánicas, después comienza la fase de los “años perdidos”, en la cual no se sabe mucho sobre qué pasa con las crías y los estadios previos a alcanzar la madurez sexual. Se cree que de las 1000 crías que emergen, sólo una sobrevivirá para llegar a su madurez sexual, la cual alcanzan de los 20 – 40 años dependiendo de la especie. No hay forma de determinar la edad de una tortuga marina por su apariencia física, algunas especies pueden vivir más de 100 años (**Figura 4**).

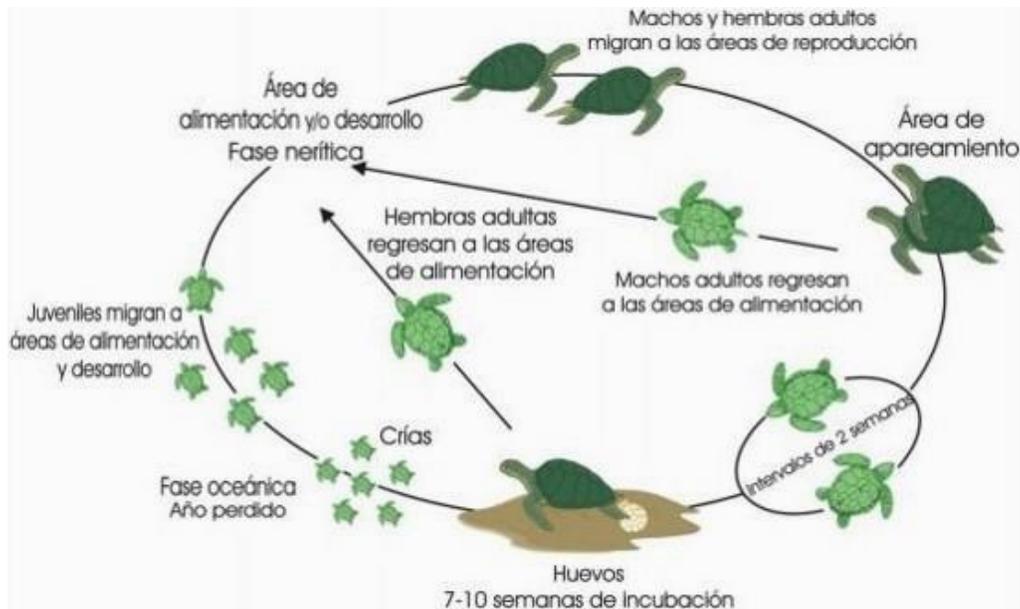


Figura 4. Esquema general del ciclo de vida de las tortugas marinas. Fuente: Cardozo. 2013.

Las tortugas marinas, especies con las que el hombre ha mantenido una larga coexistencia, representan valores distintos entre diferentes comunidades humanas. Así, para las poblaciones costeras de muchas regiones del mundo han sido parte integral de su vida; como alimento, ornamentaciones, de su cultura y tradiciones. En los residentes de las ciudades urbanas, las tortugas pueden representar el acercamiento a unas antiguas y raras criaturas que pueden observar cuando las hembras realizan sus espectaculares salidas a las playas para depositar sus nidadas, y cuando las crías se integran al medio marino. Los pescadores comerciales las ven como un recurso pesquero de fácil acceso que les provee una fuente de ingresos. Y a los interesados en el conocimiento de la biodiversidad, son importantes por ser parte de la compleja trama trófica que contribuye a la salud del planeta en el que vivimos (Briseño, 1998).

Muchas áreas de anidación y alimentación han quedado inhabilitadas o presentan deterioro principalmente por derrames de petróleo, la sobrepesca, acumulación de desechos químicos, plásticos no-degradables y otros desechos antropogénicos; aunado a los desarrollos costeros de alto impacto, al incremento del turismo y la diversificación de estas actividades, tanto en la zona costera como en la oceánica, han causado gran repercusión en el declive de sus poblaciones.

Actualmente las tortugas se ubican en el apéndice I de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES), en la categoría de “especies en peligro de extinción (P)” dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 y en la lista roja de especies amenazadas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN) todas las especies se encuentran catalogadas como “en peligro crítico”, “en peligro” o “vulnerable”.

Ante dicha situación se han creado programas de conservación que tienen como finalidad recuperar y mantener el equilibrio entre las poblaciones de tortugas (Bárceñas y Maldonado, 2009).

1.1. Tortugas marinas en México

México es uno de los países con mayor biodiversidad del planeta, en nuestro país existen registros de siete de las ocho especies de tortugas marinas que existen en el mundo: tortuga laúd (*Dermochelys coriacea*), golfina (*Lepidochelys olivacea*), carey (*Eretmochelys imbricata*), caguama (*Caretta caretta*), blanca (*Chelonia mydas*), prieta (*Chelonia agassizii*) y lora (*Lepidochelys kempii*) la cual desova principalmente en costas mexicanas (PROFEPA, 2019) (Figura 5).



Figura 5. Especies de tortugas marinas en México. Fuente: PROFEPA, 2019.

Las tortugas marinas fueron durante un largo periodo parte de la vida cotidiana de las poblaciones ribereñas, quienes las utilizaban como alimento, materia prima para elaborar diversos productos ornamentales como joyería, e incluso, han sido ligadas a creencias religiosas, magia y mitología, provocando una baja en sus poblaciones y colocándolas en estado crítico. Sin embargo, el 31 de mayo de 1990 se publica en el Diario Oficial de la Federación el Acuerdo por el que se establece

veda total y permanente para las especies y subespecies de tortuga marina existentes en aguas de jurisdicción federal (D.O.F., 1990).

En 1966 la organización de los primeros campamentos tortugeros estuvo a cargo del entonces Instituto Nacional de Investigaciones Biológico Pesqueras, ahora Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura (INAPESCA).

En 1991, el Gobierno de México, a través del Instituto Nacional de Ecología (INE), en ese entonces SEDUE, sustentado en un amplio marco de acciones jurídicas, normativas, de protección y conservación, formalizó un crédito con el Banco Mundial para operar el Programa Ambiental de México (PAM), que incluye el Subprograma Nacional de Protección y Conservación de Tortugas Marinas, el cual contemplaba la instalación de campamentos tortugeros permanentes en 13 playas de 10 estados de la República Mexicana (Peñaflores, 2016).

En 1993 se constituye el Comité Nacional para la Protección y Conservación de Tortugas Marinas integrado por representantes de los sectores productivo, académico y gubernamental, así como la Comisión Intersecretarial para la Protección y Conservación de las Tortugas Marinas. (Peñaflores, 2016).

En México la protección y conservación de las tortugas marinas se lleva a cabo principalmente en los campamentos tortugeros, dentro del Programa Nacional de Protección Conservación, Investigación y Manejo de tortugas Marinas, el cual, a partir del año 2005, paso de la Dirección General de Vida Silvestre (DGVS) a la Dirección General de Operación Regional de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) (Cervantes, 2017).

Existen 27 campamentos, denominados Centros de Protección y Conservación de las Tortugas Marinas (CPCTM), 9 en el Golfo de México, 3 en el Caribe y 15 en el Pacífico, incluido el Centro Mexicano de la Tortuga, ubicado en Mazunte, Oaxaca. Además de los CPCTM, existen otros 174 campamentos tortugeros, tanto fijos como temporales, que también llevan a cabo acciones de protección y conservación, además de ser operados bajo convenios de colaboración por organismos no gubernamentales, dependencias de gobierno estatales, centros de investigación, hoteles y con la participación de las comunidades costeras (Cervantes, 2017.)

Los campamentos tortugeros en un inicio fueron creados para la protección y conservación de las tortugas marinas, sin embargo, actualmente se realizan algunas otras actividades como: educación ambiental, investigación, registro de datos de las especies (incubación, marcaje de hembras, estimación de porcentajes de sobrevivencia, anidamiento, fecundidad, mortalidad, así como técnicas de incubación tanto *in situ* como *ex situ*.) y colaboraciones en proyectos de investigación desarrollados por instituciones académicas y de enseñanza superior en las áreas de influencia.

2. ANTECEDENTES

2.1. Acciones de conservación en Quintana Roo

Los primeros esfuerzos para la conservación de las tortugas marinas en este Estado surgieron hace 26 años, en un principio a cargo del Centro de Investigaciones de Quintana Roo, posteriormente el Colegio de la Frontera Sur y de 1996 al 2002 el parque Xcaret se hace cargo del programa; posteriormente se transfirió la operación de los Campamentos Tortugeros a Flora, Fauna y Cultura de México, A.C., a través del Programa de Conservación de Tortugas Marinas Riviera Maya-Tulum, en coordinación con el Comité Estatal para la Protección, Investigación, Conservación y Manejo de Tortugas Marinas y en alianza con instancias gubernamentales como SEMARNAT y PROFEPA y centros de investigación nacionales e internacionales (CONACYT, 2018), conservando los programas de marcado por auto-injerto, iniciación, rehabilitación y educación ambiental, los cuales conforman actualmente, junto con el trabajo en campamentos tortugeros, el Programa de Conservación de Tortugas Marinas en la Riviera Maya, destacando los trabajos de protección, monitoreo, investigación y conservación de las poblaciones (Abreu, 2016).

2.2. Las tortugas marinas en Quintana Roo

Nuestro país juega un papel importante para muchas especies que a él arriban, con el objeto de cubrir una o varias etapas de su ciclo biológico, como la ballena gris, las tortugas marinas, la mariposa monarca y diferentes especies de aves migratorias, entre otras.

El estado de Quintana Roo es una región de gran importancia para la anidación y reproducción de las tortugas marinas, así como para su alimentación. En esta zona, se han observado la anidación de 4 especies: tortuga blanca (*Chelonia mydas*), tortuga carey (*Eretmochelys imbricata*), tortuga caguama (*Caretta caretta*) y la tortuga laúd (*Dermochelys coriacea*), la cual presenta anidaciones esporádicas (Mejía, 2014).

El incremento turístico que ha experimentado el estado de Quintana Roo en especial en las costas durante las últimas décadas, ha inducido a un incremento considerable de infraestructura turística provocando un desequilibrio ambiental importante que se ve reflejado en un decremento de playas para la anidación de tortugas marinas.

A partir de la década de los ochenta, la participación de los diferentes sectores de la sociedad (gobierno, ONG, universidades, cooperativas pesqueras, empresarial y de servicios) han contribuido en acciones de protección y generación de conocimiento de las especies de tortugas marinas a través de campamentos de protección en las playas de anidación (Cervantes, 2017).

En 1990 comenzó el registro de las poblaciones de tortugas marinas en isla Cozumel, formando el primer Comité de Protección de Tortugas Marinas a nivel municipal, en coordinación con instituciones y la comunidad ribereña (Mejía, 2014).

El programa de conservación ha instalado campamentos tortugueros en las 13 playas de mayor densidad de anidación de México, cubriendo un total de 35.4 kilómetros de litoral costero de Quintana Roo. La característica más relevante de estos sitios de anidación es la alta concentración de nidos por metro cuadrado, llegando a encontrar un máximo de cuatro a seis nidos en tan solo un metro cuadrado de playa (CONACYT, 2018).

2.3. Problemática de la especie

En el Caribe, las playas están destinadas al turismo y construcción de grandes complejos Hoteleros construidos sobre las dunas costeras, donde las afectaciones meteorológicas han provocado la desaparición de sus playas. Se ha buscado la recuperación y estabilización con acarreo de arena y la colocación de distintas estructuras que impiden el acceso de las hembras, barreras físicas como son: geotubos, escolleras, espigones, en playas de Yucatán y Quintana Roo (Delgado, 2016).

Otro problema que ha ido en aumento en los últimos años es el acarreo de desechos orgánicos e inorgánicos, principalmente madera y plásticos, los cuales son depositados por las mareas en las zonas de anidación a lo largo de la línea de costa, Esto bloquea el paso de las hembras a las zonas de anidación e impide la emergencia de las crías a la superficie y/o el desplazamiento de las mismas hasta el mar.

En la Riviera Maya la tortuga blanca (*Chelonia mydas*), es la especie con mayor abundancia en esta zona, la cual se enfrenta a diversas amenazas ya sea de forma natural como la depredación por animales silvestres, destrucción de nidos por otras tortugas, afectaciones climatológicas y enfermedades, o las ocasionadas por el hombre de forma directa o indirecta, como son el sacrificio para consumo, saqueo de nidos, la depredación por animales domésticos, contaminación, modificación de las playa de anidación o las zonas de refugio y alimentación (Delgado,2016).

2.4. Características generales de la tortuga blanca (*Chelonia mydas*)

2.4.1. Taxonomía

Reino: Animalia

Phylum: Chordata

Clase: Reptilia

Subclase: Anapsida

Orden: Testudines

Suborden: Cryptodira

Superfamilia: Chelonioidae

Familia: Cheloniidae

Género: *Chelonia*

Especie: *C. mydas*

Nombre común: Tortuga blanca, Tortuga verde (**Figura 6**).



Figura 6. Tortuga blanca o verde. (Foto: Omar García Millán.)

2.4.2. Estatus

NOM-059-SEMARNAT-2010: En peligro de extinción (P) (D.O.F, 2010).

Lista Roja UICN: En peligro de extinción (EN) (UICN, 2020).

CITES: Apéndice I, En peligro de extinción (CITES, 2021).

2.4.3. Morfología

Es la tortuga más grande de la familia Cheloniidae; el nombre de tortuga blanca o verde, se debe al color de la grasa ubicada bajo su caparazón (Semarnat, 2018). Su cabeza es redonda con mandíbula aserrada y un ancho de aproximadamente 15 cm., tienen un solo par de escamas prefrontales (ubicadas enfrente de sus ojos) y cuatro escamas detrás de cada ojo. Su caparazón tiene forma de corazón, mide normalmente 120 cm de largo y puede pesar hasta 225 kg (Chacón *et al*, 2008), cuenta con cinco escudos centrales o vertebrales, rodeados por cuatro pares de escudos costales o laterales, doce pares de escudos marginales y un solo escudo nual (Delgado, 2016). El plastrón cuenta con 4 escudos inframarginales de cada lado; las aletas generalmente poseen solo una garra (Eckert, 2000) (**Figura 7**).

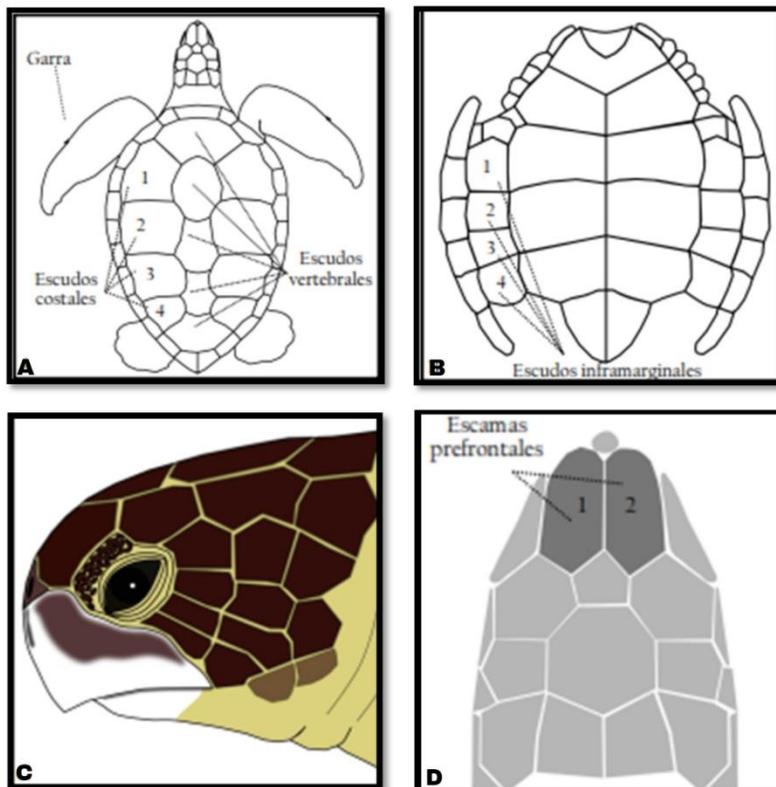


Figura 7. Morfología externa de la tortuga blanca. A) Vista dorsal (caparazón), B) Vista ventral (plastrón), C) Vista lateral de la cabeza, D) Vista dorsal de la cabeza (Tomado de Castro, 2016).

Las crías dorsalmente son de color café oscuro o casi negro, con una delgada franja blanca alrededor del caparazón o carapacho y los lados posteriores de las aletas, esta coloración se considera una adaptación evolutiva que favorece el metabolismo al permitir una mayor absorción de calor, misma que incrementa la actividad de las tortuguitas y su velocidad de crecimiento, ayudándoles a superar en menor tiempo una de las etapas más vulnerables de su vida. Ventralmente son blanca, lo cual debe tener valor adaptativo durante la migración y su vida pelágica, particularmente en relación con los depredadores. Al ir creciendo todas las especies se van aclarando y en el curso del primer año, ventralmente llegan a ser casi blanco-grisáceas, con manchas oscuras en el centro de los escudos. Los adultos dorsalmente varían del verde al gris y café, desde muy claros hasta muy oscuros y desde colores lisos a muy brillantes, combinaciones de amarillo, café y verde, dispuestas en arreglos radiados o en manchas irregulares en cada escudo (Márquez, 1996) (Figura 8).



Figura 8. Cría y adulto de tortuga blanca (*Chelonia mydas*). (Foto: Omar García Millán).

2.4.4. Aspectos biológicos

Las tortugas blancas alcanzan la madurez sexual entre los 8 y 25 años de edad, la mayoría lo hace entre los 10 y 15 años. En el Caribe mexicano se cuenta con registros de hembras anidadoras de entre 11 y 16 años de edad (Delgado, 2016). Se caracterizan por presentar un comportamiento de filopatría, por el que tienden a anidar en su lugar de nacimiento, así como fidelidad al sitio de puesta.

La anidación de tortuga blanca o verde es de junio a septiembre, aunque su mayor frecuencia es en junio y julio. Las tortugas tienden a regresar a los mismos sitios de anidación después de cada temporada. Las hembras adultas se reproducen cada 2-3 años, reanidando 3 veces en promedio por temporada (de 1 a 8 puestas), con 12-15 días entre puestas (Semarnat, 2018). La reproducción inicia con la migración de hembras y los machos maduros que llegan a las costas donde nacieron años atrás, el cortejo y copulación ocurre en el mar, donde participan una hembra y más de un macho. Días después, las hembras buscaran un sitio adecuado en la playa, para elaborar su nido y desovar. Las tortugas permanecen frente a las costas, hasta desovar el total de huevos maduros durante esa temporada, al concluir este tiempo las tortugas migraran de regreso hasta los sitios de alimentación (Abreu, 2016).

Por lo general, anidan en playas con pendientes pronunciadas y de energía media; esta especie en ocasiones recorre más de cien metros antes de hacer el nido definitivo y por lo regular no anida al primer intento, prefieren anidar en espacios libres de vegetación, cercanos a la duna. Una vez

elegido el lugar, se toma entre 2 y 3 horas para concluir el proceso de anidación, ya que es una de las tortugas que más tiempo dedica al camuflaje su nido (Márquez, 1996).

La profundidad promedio del nido es de 60 cm y en el cual deposita un promedio de 65 a 115 huevos (Delgado, 2016). El periodo de incubación de la tortuga blanca es de 45 días, prolongándose hasta 70 días dependiendo de las condiciones (Parque Nacional Arrecife Alacranes, 2011).

2.4.5. Alimentación

Se cree que la dieta de la tortuga blanca cambia drásticamente a lo largo de su vida. Las crías recién eclosionadas aprovechan el vitelo almacenado como fuente de energía durante los primeros días, lo que les permite nadar continuamente sin alimentarse (Frazier, 1999). Los juveniles se alimentan mayormente de pequeños invertebrados como cangrejos, poliquetos, medusas, caracoles y gusanos. Los adultos son estrictamente herbívoros, se alimentan principalmente de algas y pastos marinos. La ingesta de material vegetal crece proporcionalmente con la edad, hasta que como adultas son exclusivamente herbívoras. (Parque Nacional Arrecife Alacranes, 2011).

2.4.6. Distribución

Chelonia mydas es una especie de distribución circunglobal, que puede encontrarse en todos los mares tropicales y en menor grado en aguas subtropicales, en las plataformas continentales y cerca de las islas (Azanza, 2009).

En México, la tortuga blanca anida en las playas de los estados de Tamaulipas, Veracruz, Campeche, Yucatán y Quintana Roo (Márquez, 1990). No se tiene conocimiento que la especie anide en Tabasco (Semarnat, 2018) (Figura 9).



Figura 9. Distribución en México de la tortuga blanca (Tomado y modificado, CONANP, 2011).

La mayoría de los estudios realizados sobre tortugas marinas a nivel mundial, se han enfocado principalmente en la biología reproductiva, la ecología y su manejo; sin embargo, son pocos los estudios que han documentado la existencia de anomalías en neonatos de tortugas marinas como un factor que interviene en el desarrollo anormal del embrión y en la supervivencia de los neonatos causando su muerte al poco tiempo de nacer (Cañón, 2004).

Existen algunas investigaciones de diferentes autores que hacen referencia a las malformaciones en diferentes especies:

En 1990 Drennen, realizó un estudio sobre la ocurrencia de las anomalías físicas en *Caretta caretta* en el Refugio Nacional de Vida Silvestre Hobe Sound 1987 y 1988, en el cual tomo una muestra total de 213 nidos, las cuales fueron examinados. Se observaron anomalías físicas en los embriones que no eclosionaron así como en las crías que permanecieron en el nido 3 o más días después del periodo de incubación. Se identificaron 25 nidos que contenían al menos una cría o un embrión con desarrollo anormal; en total se identificaron 40 anomalías diferentes. El albinismo fue la anomalía más común observada, seguida del paladar hendido y la bifurcación de extremidades, se observó que la mayoría de las anomalías corporales y de la cabeza (prognata, anoftalmía, caparazón comprimido, monoftalmía, sinoftalmia, micrognatia, encefalocele) ocurrieron en crías con albinismo.

Galván (1991), realizó un estudio sobre la mortalidad embrionaria de *Lepidochelys olivacea* en nidos incubados seminaturalmente en el playón de Mismaloya, Jalisco, México, en donde dentro otras cosas analizó cualitativa y cuantitativamente las anomalías observadas en los embriones de *L. olivacea* en 92 embriones colectados, encontrando que la zona con mayor número de anomalías fue la cabeza.

En 2004 Cañón, *et al*, llevaron a cabo una valoración de los posibles factores que intervienen en el éxito de eclosión de las nidadas de las tortugas caguama (*Caretta caretta*) y carey (*Eretmochelys imbricata*) del Parque Nacional Natural Tayrona, Colombia y su zona de amortiguación. Por medio de la observación de los neonatos eclosionados, la exhumación de las nidadas después de cumplido el tiempo de incubación, se analizaron en total 12 nidos (8 de caguama y 4 de carey) con 842 y 105 huevos encontrando entre otras cosas que el 21.71% y el 49.07% de los embriones y neonatos de cada especie presentan algún tipo de anomalía como la compresión del cuerpo (anomalía más común) placas supernumerarias, placas infranumerarias, albinismo, labio leporino, entre otras.

En 2008, Azanza, *et. al*, realizaron un análisis de nidos de tortuga verde (*Chelonia mydas*) en la Península de Guanahacabibes, Cuba, en el cual tomaron en cuenta 136 nidos de tortuga verde empleando ocho diferentes indicadores entre los cuales destaca el porcentaje de anomalías que se presentaron en los embriones y neonatos, el cual resulto ser bajo, sin embargo, las

malformaciones que se presentaron fueron ausencia de extremidades, deformaciones del rostro, ausencia de ojos, albinismo, conchas supernumerarias y malformaciones del caparazón.

Bárcenas, *et. al*, 2009 llevaron a cabo un estudio con el propósito de conocer las malformaciones en embriones y neonatos de tortuga golfina (*Lepidochelys olivacea*) en Nuevo Vallarta, Nayarit, México, en donde se revisaron 100 nidos y se registró el número total de huevos, embriones y de neonatos con algún tipo de malformación. Se obtuvieron 21 tipos de malformaciones localizadas en siete regiones anatómicas. La región corporal con mayor frecuencia de malformaciones fue el caparazón (41.7%), seguida por las mandíbulas y las malformaciones generales (17.6% cada una). El tipo de malformación más frecuente fue el caparazón comprimido (26.9%), seguido de albinismo (14.8%) y cifosis (13.2%). La prevalencia (50% de los nidos y 1.8% de los organismos) y la intensidad (2.78 malformaciones/nido y 1.57 malformaciones/organismo) resultaron medianamente altas, en comparación con estudios previos. Se concluyó que las tortugas marinas de Bahía de Banderas pueden estar expuestas a contaminantes antropogénicos, pero aún faltaba hacer estudios a largo plazo para corroborar esta posible relación.

Bárcenas-Ibarra, *et. al*, 2015 realizaron la primera aproximación a las tasas de malformación congénita en embriones y crías de tortuga lora, verde y de carey de las colonias mexicanas en la costa del Pacífico y el Golfo de México, en este estudio se evaluó la frecuencia de malformaciones con índices de prevalencia y severidad; se examinaron 150 nidos verdes y de carey y 209 nidos de tortuga lora durante las temporadas de anidación 2010 y 2012, respectivamente, encontrándose que los niveles de mortalidad, la prevalencia y la gravedad fueron mayores en la tortuga lora que en la tortuga carey y verde, se obtuvieron 63 tipos de malformaciones congénitas en embriones y crías vivas o muertas. Se encontraron 31 tipos para la tortuga carey, 23 en la tortuga verde y 59 en la tortuga lora y la región de la cabeza mostró un mayor número de tipos de malformaciones.

Al ser la tortuga blanca la especie con mayor representación en esta zona de la Riviera Maya, se obtuvo un mayor número de nidos para llevar a cabo el estudio de las malformaciones en esta especie, ya que actualmente no se cuenta con un trabajo que describa este tipo de alteraciones en las crías.

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo General

Identificar y describir los diferentes tipos de malformaciones que se presentan en las crías vivas de las nidadas de tortuga blanca (*Chelonia mydas*) incubadas en el corral de protección del campamento Tamul Q. Roo durante la temporada 2018.

3.2. Objetivos Particulares

1. Identificar la región del cuerpo en la que se presentó el mayor número de malformaciones.
2. Determinar la frecuencia de las malformaciones identificadas en las nidadas de tortuga blanca (*Chelonia mydas*).

4. MÉTODO

4.1. Área de Estudio

Este trabajo se llevó a cabo en el Campamento tortuguero Tamul en Cancún Quintana Roo, durante la temporada de anidación 2018, el cual pertenece al Programa Integral de Conservación de Tortugas Marinas que maneja Fundación Palace Resorts IAP, dentro de su Comité Ambiental. El análisis comprendió de abril a diciembre, que son los meses en los que sale a desovar la tortuga blanca (*Chelonia mydas*) y periodo en el cual se presenta la eclosión de crías.

El Campamento tortuguero Tamul se localiza en el kilómetro 21 de la carretera Cancún-Puerto Morelos al sur de la zona hotelera de Cancún en el municipio de Benito Juárez, Quintana Roo. Tiene una extensión de protección de 9 kilómetros de playa ubicados dentro de las coordenadas geográficas 21°1'20.5"N, 86°48'48.1"W al Norte y 20°56'41.9" N, 86°50'13.9" W al Sur (**Figura 10**).

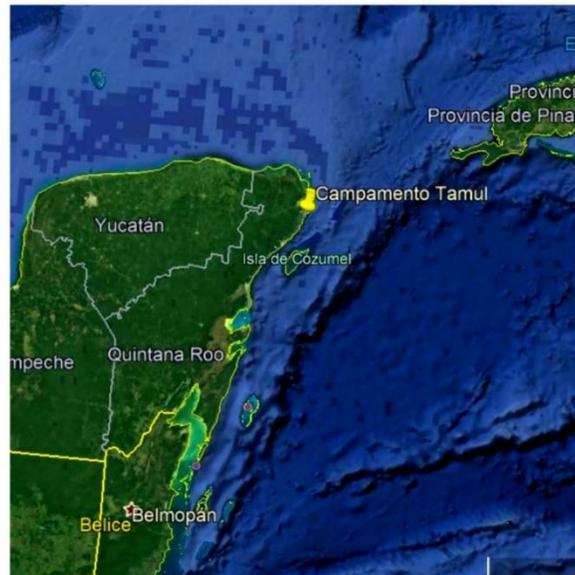


Figura 10. Ubicación geográfica del Campamento Tamul (Google Earth, 2019).

El campamento colinda al Norte con el Parque Nacional Costa Occidental de Isla Mujeres, Punta Cancún, Punta Nizuc y Parque Acuático Ventura Park, al Este con el Parque Nacional Arrecifes de Puerto Morelos, al Oeste con predios de propiedad privada y al Sur con el hotel Royalton Riviera Cancún (**Figura 11**).



Figura 11. Ubicación del campamento Tamul con las colindancias al Norte y Sur (Tomado de GoogleEarth, 2019).

4.2. Vegetación

En general para el estado de Quintana Roo, la vegetación es tropical sin elementos de bosque boreal. Dominan las selvas medianas subperennifolias seguidas de selvas medianas subcauducifolias y baja caducifolia, además de manglares y vegetación de dunas costeras, carrizales, selbadales y tulares.

La vegetación en Moon Palace Resort predomina el bosque tropical caducifolio, este tipo de vegetación existe intercalándose, sobre todo a manera de transición, entre las áreas del bosque tropical perennifolio y del bosque tropical caducifolio en la Península de Yucatán.

La vegetación de dunas costeras en la playa de anidación es considerada como halófila, ya que es un tipo de vegetación que se desarrolla en suelos con alto contenido de sales solubles. Se establece sobre las dunas de arena que se desarrollan a lo largo de la línea de costa, originadas a partir del depósito de granos de arena por acción del viento, las cuales pueden ser de origen biológico, especialmente calcáreo, producto de la desintegración de los arrecifes de coral y de conchas de moluscos. Este tipo de vegetación cubre las playas y costas no inundables, tiene una distribución heterogénea, ya que las comunidades pueden estar dominadas por diversas formas de vida en las diferentes zonas. A lo ancho de la duna se diferencian claramente dos zonas características florísticas, fisonómicas y estructurales que corresponden a cambios graduales de las condiciones del medio físico y biótico, denominadas comúnmente zona de pioneras y zona de matorrales, entre las especies halófitas más representativas encontramos a *Cenchrus echinatus*,

Paspalum sp., *Eragrostis prolifera*, *Suriana marítima*, *Coccoloba uvifera*, *Cordia sebestena*, *Hymenocallis littoralis*, *Thrinax radiata*, *Ipomoea pes-caprae* y *Ambrosia hispida* (Mera, 2016).

4.3. Clima

Cancún está situado en la Costa Oriental del continente, por lo que recibe la influencia de corrientes marinas calientes, principalmente la corriente del Golfo de México, que propicia un clima cálido y lluvioso. El clima predominante se incluye dentro del grupo A, del tipo Aw, que es cálido subhúmedo, con lluvias todo el año, aunque más abundantes en verano. La temperatura media anual oscila entre 25.5 grados centígrados. El total anual de las lluvias oscila entre los 1.000 y 1.300 milímetros. Predominan los vientos del este y sureste; durante el verano la zona se ve afectada por tormentas tropicales y ciclones. La temporada de huracanes comienza a mediados de junio; los meses más afectados son septiembre y octubre (Digaohm-Semar, s.f.).

Los vientos dominantes son los alisios que se presentan casi todo el año con dirección del este al oeste o suroeste. En el invierno se presentan vientos del norte con lluvias moderadas y baja temperatura.

4.4. Fauna

En el área de Moon Palace Resorts se han registrado 82 especies de vertebrados (4 anfibios, 15 reptiles, 52 aves, 11 mamíferos, de las cuales las que están incluidas en alguna categoría de riesgo con base en la Norma Oficial Mexicana NOM-059- SEMARNAT-2010 (DOF, 2010) son, en la categoría de Amenazada (A) están: la Boa (*Boa constrictor*), la iguana espinosa rayada (*Ctenosaura similis*), la cuija yucateca (*Coleonyx elegans*), la culebra perico mexicana (*Leptophis mexicanus*) y el tejón de Cozumel (*Nasua narica*); en la categoría de Sujetas a Protección 31 Especial (Pr) están: la lagartija escamosa de Cozumel (*Sceloporus cozumelae*), la cuija cola de nabo (*Thecadactylus rapicaudus*), el gecko enano collajero (*Sphaerodactylus glaucus*) y el cocodrilo de pantano (*Crocodylus moreletii*) y en la categoría de En Peligro de Extinción (P) se encuentra al oso hormiguero (*Tamandua mexicana*) (Mera, 2016).

En cuanto a su abundancia destacan el cangrejo azul (*Cardisoma guanhumi*), aves como el garzón cenizo (*Ardea herodias*), el colibrí (*Amazilia candida*), el búho pigmeo (*Glaucidium brasilianum*), mamíferos como el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), el tlacuache (*Didelphis virginiana*), el mapache (*Procyon lotor*) y la zorra de cola roja (*Urocyon cinereoargenteus*). La fauna acuática es escasa, debido a la carencia de refugios al tratarse de una zona expuesta, sin rocas o grietas ni cabezos de coral para ocultarse, presentándose pequeños cardúmenes de peces como el pargo lunar (*Lutjanus annularis*), el chac-chí (*Ocyurus chrysurus*) y el jurel (*Caranx hippos*). Así mismo, destaca la presencia de la barrera arrecifal a unos 1,500 metros de la playa, la cual forma parte del PNAPM con una gran diversidad de fauna asociada (Mera, 2016).

4.5. Importancia del área de estudio

Las acciones instrumentadas a lo largo de los últimos 30 años proveen herramientas básicas para la protección de las siete especies de tortugas marinas que arriban a territorio mexicano, mismas que desde tiempos ancestrales anidan y se alimentan en nuestras costas, razón por la cual se considera a México como una región de especial importancia en la conservación de tortugas marinas y una zona estratégica para la aplicación de programas de protección, conservación, investigación y manejo de estos quelonios (Mera, 2016).

El Caribe Mexicano es un área importante de anidación de las tortugas marinas; cuatro de las ocho especies del mundo prefieren las aguas en las costas de Cancún y la Riviera Maya; Tortuga Blanca (*Chelonia mydas*), Caguama (*Caretta caretta*), Carey (*Eretmochelys imbricata*), y Laúd (*Dermochelys coriacea*), desafortunadamente el impacto del hombre en el medio ambiente y el calentamiento global han conspirado para dañar de manera progresiva el deterioro principalmente en las playas de anidación debido a las modificaciones que el ser humano realiza.

Por lo anterior, la cadena hotelera Palace Resorts empresa turística reconocida a nivel internacional por su servicio de alta calidad y su compromiso con la conservación de flora y fauna, hace 15 años dio inicio al Programa Integral de Conservación de Tortugas Marinas (PICTM), financiado por Fundación Palace Resorts I.A.P. y Citibanamex, no obstante se han sumado aliados de alto valor a contribuir con la causa, con el objetivo de llevar a cabo la protección y conservación de las tortugas marinas, así como acciones de investigación y educación.

4.6. Trabajo de campo

Consistió en actividades previas, diurnas y nocturnas sobre la playa:

4.6.1. Construcción y acondicionamiento del corral de protección

Antes de dar inicio a la temporada de anidación se llevó a cabo la construcción de corral, el cual cumplió con las normas establecidas por la NOM-162-SEMARNAT, tuvo un área de aproximadamente 25 m de largo por 5 m de ancho y 2m de alto, se ubicó en la parte más alejada de la línea de marea alta (zona A), es decir, en la zona C. Se construyó de tipo cerrado y techado, que fue cercado con malla ciclónica, dejando únicamente tres espacios de 1 m cada uno en los cuales posteriormente fueron colocadas las puertas. Para evitar el saqueo, la depredación y que las crías se escapasen del corral, se enterró malla sombra alrededor de este a una profundidad de 60 cm. Una vez terminado, se procedió con la limpieza, iniciando con el retiro de toda vegetación y basura que estuviera dentro, después se realizó el rastrilleo el cual tuvo como objetivo la nivelación del corral (Figura 12).



Figura 12. a) Enterrado y cocido de malla sombra, b) rastrillado del corral, c) corral de protección Terminado (Foto: Omar García Millán).

4.6.2. Limpieza de playa

Previo a la anidación de tortugas marinas es importante tener en óptimas condiciones la playa, por lo cual se realizaron siete limpiezas de playa a lo largo de los nueve kilómetros de la zona de protección, en diferentes secciones haciendo énfasis en las zonas de mayor afinidad por las tortugas, para llevar a cabo su anidación. Se realizaron principalmente con el apoyo de voluntarios del programa “compromiso social” de Fomento Ecológico Banamex, así como de colaboradores del hotel Palace Resorts, coordinadores del programa y técnicos de campo (**Figura 13**).



Figura 13. Limpieza de playa realizada en colaboración de Compromiso social de Fomento Ecológico Banamex (Foto: Fundación Palace Resorts, 2018).

4.6.3. Balizaje de playa

Para llevar un mejor control y monitoreo de las zonas donde se lleva a cabo la anidación de las tortugas, se realizó el balizado de la playa el cual consistió en colocar en árboles, paredes o delimitaciones de predios tablas de madera (llamadas estaciones) con numeración consecutiva del 1 al 90 a lo largo de los nueve kilómetros monitoreados por el campamento, estas se colocaron a una distancia de 100 metros entre cada una, para dar un total de noventa balizas o estaciones. El balizaje nos ayudó a su vez a dividir la zona de anidación en tres: norte (estaciones 1 a la 34), centro (estaciones 35 a la 57) y sur (58 a la 90) (**Figura 14**).



Figura 14. Balizaje de playa (Foto: Fundación Palace Resorts, 2018).

4.6.4. Preparación del material de campo

Se realizó la recolección y adecuación del material que se utilizó durante todo el año, el cual consistió en la limpieza, pintado y enumerado de aproximadamente 25 cubetas con capacidad de 20 L cada una, para el transporte de las nidadas de la playa al corral de protección, se dio mantenimiento a las cuatrimotos con las que se contaba y se les adaptó una tara de plástico en la parte delantera para el transporte de las cubetas con las nidadas, asimismo se adecuaron mallas de acero inoxidable como corrales para la protección de los nidos sembrados y en un futuro evitar la dispersión de las crías que fuesen emergiendo. También se pintaron alrededor de 2300 tablas, las cuales funcionaron como un letrero en el cual se colocaban diferentes datos para tener un mejor control de las nidadas dentro del corral (Figura 15).



Figura 15. Preparación de material de campo previo al inicio de temporada (Foto: Omar García Millán).

4.6.5. Capacitación previa en playa

Se llevaron a cabo capacitaciones teórico-prácticas de manera continua durante aproximadamente un mes, en las cuales nos enseñaron a realizar nidos con la mano y con ayuda de una jícara de plástico, cumpliendo siempre con las especificaciones de profundidad y ancho que se mencionan en la NOM-162-SEMARNAT (Figura 16a y b). Por otro lado se realizaron prácticas de identificación de rastros y eventos (nidos, arqueos, intentos), en caso de que fueran nidos falsos la actividad consistía en identificar el tipo de cama y se procedía a la búsqueda de la nidada falsa (Figura 16c y d).



Figura 16. a) y b) Capacitación y realización de nidos, c) y d) identificación de eventos, búsqueda y localización de nidos falsos (Foto: Omar García Millán).

4.6.6. Recorridos diurnos

La temporada de anidación dio inicio de manera oficial el día 06 de abril, realizando recorridos en cuatrimoto durante el día a partir de las 09:00 hrs (*Figura 17a*) con el propósito de identificar las siguientes actividades: arqueo: cuando la tortuga sale del mar y regresa al mismo sin haber realizado algún nido (*Figura 17b*), intento: cuando la tortuga sale a la playa, se acomoda e intenta hacer su nido pero por alguna razón interrumpe su actividad y regresa al mar (*Figura 17c*) y nido: cuando la tortuga sale del mar hacia la playa realizando un nido y culmina su ciclo con el desove y posteriormente cubriéndolo con arena (*Figura 17d*).

En caso de que se tratara de nidos, estos fueron reubicados en el corral de protección que ya se tenía acondicionado (*Figura 17e*).



Figura 17. a) Recorrido realizado en zona norte del campamento, b) arqueo, c) intento, d) nido (los tres eventos de tortuga blanca (*Chelonia mydas*)), e) reubicación de nidos en corral de protección (Foto: Omar García Millán).

Sin importar el tipo de actividad (arqueo, intento y nido) que se detectara en la playa, todas estas eran anotadas en fichas técnicas de campo que ya estaban determinadas por el PICTM para posteriormente ser registradas en la base de datos del mismo programa. En azul se muestra el registro del avistamiento y las medidas morfométricas de la tortuga, en rojo el registro de la recolecta y siembra de los nidos, en verde de arqueos e intentos, en amarillo se muestra la colecta de datos para un proyecto de Foto-identificación de tortugas marinas que se lleva a cabo en el campamento (Figura 18).

**PROGRAMA INTEGRAL DE CONSERVACIÓN DE TORTUGAS MARINAS
CAMPAMENTO TAMUL TEMPORADA 2018
FICHA DE RECOLECCIÓN Y SIEMBRA DE NIDADAS**

Fecha de Registro: _____ Responsable: _____

Hora de Ajustamiento: _____ Estación: _____ Zona: _____

Especie: _____ Nido Tortuga

LSCC: _____ cm ACC: _____ cm Mido: _____

Manos: Aleta izquierda _____ Aleta derecha: _____

Procedencia: _____

Observadores: _____

Localidad: _____ No. NIDO: _____

Hora de recolección: _____ Hora de siembra: _____

Tamaño de la nidada: _____ Huevos sembrados: _____

Recolecto / Conto: _____ Sembró y Conto: _____

Clave del nido: _____ F.P.E. _____

Observaciones: _____

Registro de eventos

	Espece	Estación	Zona	Clave		Espece	Estación	Zona	Clave
	ARQUEOS					INTENTOS			

Claves: (1) Inyector (2) Rocas (3) Vegetación (4) Basura (5) Conchas (6) Naranja (7) Malla (8) Detumba (9) Otros

Fotoidentificación

No. de Cámara	Secuencia Fotográfica	Fotografía

Figura 18. Ficha técnica del campamento Tamul (Tomado y modificado del Reporte Final PICTM, 2018).

4.6.7. Recorridos nocturnos

Durante los recorridos diurnos se observó el incremento de rastros y nidos por lo que se cambiaron los recorridos a la noche, los cuales se realizaron del 14 de junio al 23 de septiembre de las 22:00 hrs a las 06:00 hrs del día siguiente, se monitorearon los 9 kilómetros de playa que abarca el campamento, estos recorridos se hacían en parejas y comenzaban a partir del corral de protección con dirección hacia los límites establecidos por el programa. Se realizaban dos recorridos en la zona centro y sur del campamento y uno en la zona norte, ya que la zona norte presentaba muy poca actividad (**Figura 19**).



Figura 19. Recorrido nocturno en cuatrimoto en zona sur (Foto: Omar García Millán).

4.6.8. Construcción de nidos

Antes de salir al recorrido dentro del corral de protección, se construyeron nidos a una distancia de 0.80 m entre cada uno y de forma intercalada, con ayuda de un cava-hoyos se hacía un cilindro de 60 cm aproximadamente y después con la mano se le daba forma de foco invertido (Figura 20).



Figura 20. Realización de nidos artificiales (Foto: Omar García Millán).

4.6.9. Avistamiento con presencia de tortuga

Durante el inicio del recorrido en la playa, cuando se observaba solo el rastro de subida, se apagaba la cuatrimoto, el rastro se seguía hasta encontrar a la tortuga y una vez localizada se procedía a observar que actividad estaba realizando y se colocaba el indicativo TS si estaba subiendo por la playa, TA si se encontraba acomodándose y THN si estaba haciendo nido, estos datos se colocaban en una tabla blanca entre el camino y el rastro encontrado, en la cual también se ponían datos como el nombre del responsable, el día y la hora de avistamiento, la estación, la especie de la que se trataba, la actividad que realizaba y la zona de la playa (A, B o C) en la que se encontraba la tortuga, esto para tener un control de cuantas hembras se tenían en playa y que actividades realizaban, después se continuaba con el recorrido marcando todos los rastros nuevos hasta llegar al límite del campamento (Figura 21a y Figura 21b).



Figura 21. a) Llenado de la tabla. b) Colocación de tabla (Foto: Omar García Millán).

En caso de que la tortuga estuviera desovando, se procedía a observar en qué fase del desove se encontraba para tomar la decisión de si recolectar la nidada en ese momento o dejar que la tortuga terminara todo el proceso. Independientemente de la decisión, se tomaban las medidas del largo y ancho del caparazón de la tortuga (**Figura 22a**), se fotografiaba la cabeza (como apoyo a otro proyecto llamado foto identificación) (**Figura 22b**) y se observaba si tenía alguna marca metálica en las aletas delanteras y traseras, así como su procedencia, estos datos se registraban en la ficha técnica (**Figura 22c**) en la cual también se agregaban datos como el nombre del responsable, la hora y día de avistamiento, la estación y la zona en la que se encontraba la tortuga.

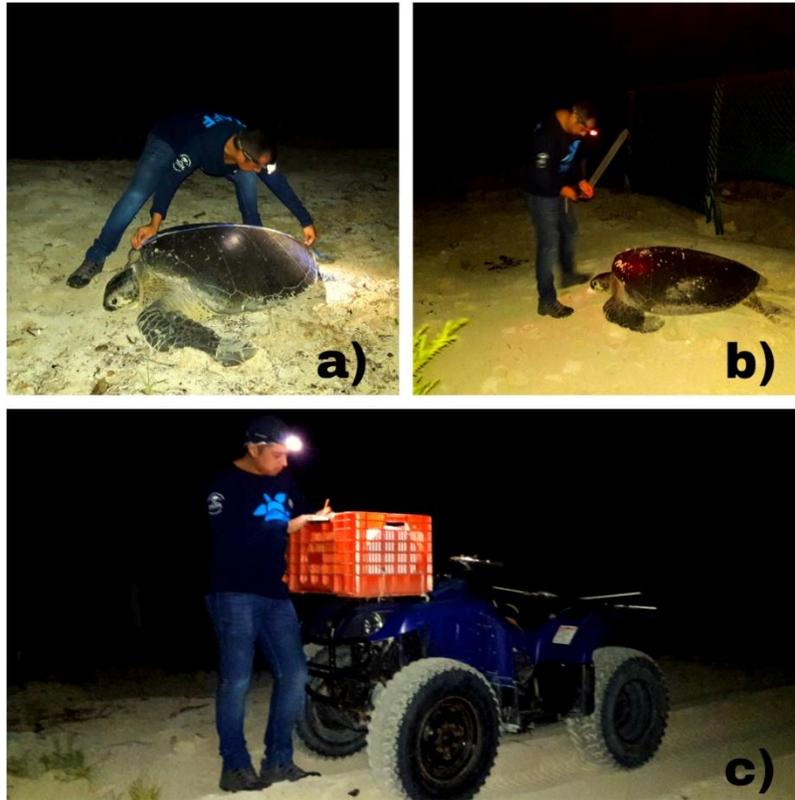


Figura 22. a) Toma de medidas morfométricas. b) Toma de fotografía. c) Registro de los datos en ficha técnica (Foto: Omar García Millán).

Si la tortuga estaba por terminar de desovar, se dejaba el nido colocando una tabla blanca en el rastro con los datos que se mencionaron anteriormente y agregando el indicativo TT/PN que significa tortuga trabajada/ pendiente nido, para al regreso del recorrido recolectar el nido.

Si la tortuga llevaba poco de haber comenzado el desove, se sacaba la nidada en el momento y al mismo tiempo otro compañero iba contando los huevos y los colocaba en la cubeta para su posterior traslado (**Figura 23a**), terminado el proceso de desove y la recolección de los huevos se tomaban los datos de hora, nombre de quién conto, quién recolecto la nidada, anotándolo en la ficha técnica (**Figura 23b**), después se continuaba con el recorrido.

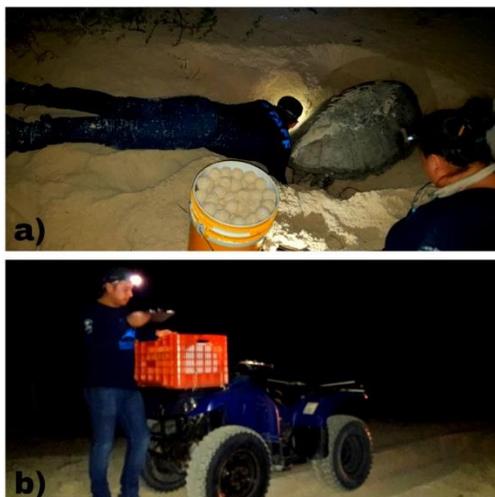


Figura 23. a) Recolección de nidada con tortuga desovando. b) Registro de datos después de la recolección (Foto: Omar García Millán).

4.6.10. Búsqueda y recolección de nidos sin presencia de tortuga

Una vez que se llegaba a los límites del campamento se hacía el recuento de cuantos nidos teníamos identificados en la playa y cuantas tortugas se tenían haciendo nido, subiendo y acomodándose en la playa. Después, al regresar al corral de protección y durante el trayecto, se marcaban los nuevos rastros que hubiesen salido y también se iban siguiendo los rastros que se habían marcado anteriormente con tablas, para así llegar a los nidos, los cuales se caracterizaban por ser un montículo de arena removida y húmeda, cuando se observaba este montículo se procedía a la búsqueda del nido con ayuda de una vara de fibra de vidrio (**Figura 24a**), la cual se enterraba cuidadosamente en la cama hecha por la tortuga, con el fin de localizar el vacío de la cámara donde se encontraban los huevos (**Figura 24b**)

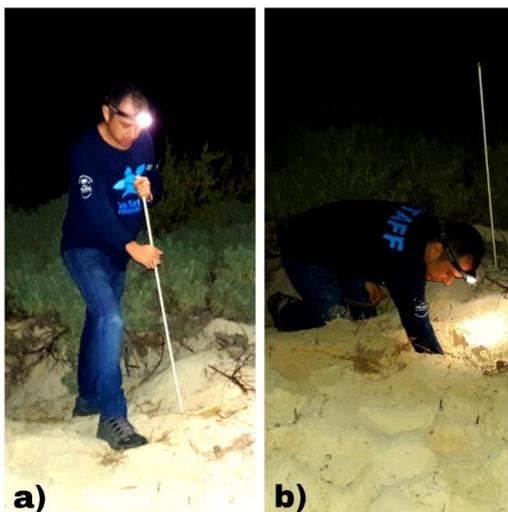


Figura 24. a) Búsqueda y b) Localización del nido de tortuga blanca (Foto: Omar García Millán).

Una vez localizado se comenzó a retirar toda la arena que cubría al nido con ayuda de cubetas (Figura 25a), y posteriormente con la recolecta y conteo de los huevos los cuales eran colocados en las cubetas para trasladarlos al corral de protección, los datos obtenidos se anotaban en las fichas técnicas agregando el nombre de la persona que localizaba y que recolectaba el nido (Figura 25b).



Figura 25. a) Retiro de arena del nido localizado. b) Conteo de los huevos obtenidos del nido (Foto: Omar García Millán).

4.6.11. Siembra de nidos

Cuando los nidos ya se encontraban en el corral, se continuaba con la siembra de los huevos en los nidos que se habían construido previo al recorrido, mientras se colocaban en el nido los huevos se iban contando nuevamente, después de la siembra se tapaba el nido, se hacía una montaña de arena en la boca de este y se colocaba una tabla que contenía el día de recolecta, el número consecutivo de nido, la especie, el número de huevos y la fecha probable de eclosión, esto para llevar un control de las nidadas encontradas. Al finalizar se terminaba de llenar la ficha técnica con los datos de siembra (Figura 26).



Figura 26. Siembra de nidos en el corral de protección (Foto: Omar García Millán).

4.7. Trabajo diurno

4.7.1. Revisión de nidos y liberación de crías

Previo al hundimiento de las montañas de arena y cuando los nidos estaban a tres días de la fecha probable de eclosión, se comenzó con la revisión periódica de los nidos, a los cuales se les colocaban corrales de alambre o cajas de plástico para proteger a las crías que estuvieran próximas a emerger, al mismo tiempo se continuaron los recorridos del monitoreo de la playa. En la revisión de los nidos, se introducía la mano de manera cuidadosa, verificando la presencia de crías y en caso de que ya estuvieran listas eran sacadas y contabilizadas para llevar un control de supervivencia por cada nido y así evitar la depredación y/o saqueo principalmente de los mapaches, después el nido era tapado nuevamente para dejar que las crías que estuvieran en el fondo, tuvieran la oportunidad de emerger por si solas (**Figura 27**).



Figura 27. Revisión de nidos y conteo de crías (Foto: Omar García Millán).

Si las crías emergían de noche de los nidos y ya estaban listas, es decir, que el saco vitelino estuviera totalmente absorbido (**Figura 28a**) eran liberadas de inmediato, esto se llevaba a cabo en zonas alejadas del hotel para evitar la desorientación por acción de la luz de los hoteles. En caso de que las crías no tuvieran el saco vitelino absorbido (**Figura 28b**), eran retenidas en cajas de unicel con una ligera capa de arena húmeda, del mismo nido de donde emergían y posteriormente eran trasladadas a un cuarto de incubación, para que se absorbiera el resto del saco vitelino. Las crías que emergían al amanecer eran llevadas en cajas de unicel con un poco de arena húmeda al cuarto de incubación y por la tarde-noche se liberaban para evitar la desorientación por las luces que emiten los hoteles (**Figura 28c**).

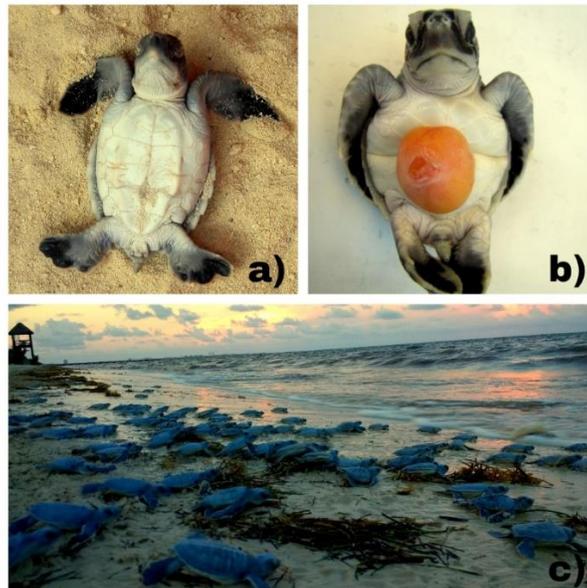


Figura 28. a) Cría de tortuga blanca con vitelo absorbido. b) Cría de tortuga blanca mostrando el vitelo. c) Liberación de crías al atardecer (Foto: Omar García Millán).

- *Número de huevos sin desarrollo aparente (HSDA)*: huevos que no mostraron algún tipo de desarrollo embrionario.
- *Número de huevos con desarrollo aparente (HCDA)*: huevos que presentaban algún tipo de desarrollo embrionario al momento de colocarlos a contra luz.
- *Número de crías deformes*: Crías que nacieron con algún tipo de deformidad en el cuerpo.
- *Número de crías albinas*: Crías vivas y muertas que presentaron albinismo.
- *Fecha de emergencia*: primer día en el que se revisó el nido y se obtuvieron crías.
- *Observaciones*: generalmente se coloca algún comentario sobre el nido que se limpió, así como el nombre del responsable de limpieza.



Figura 30. a) Obtención de cascarones, huevos (que no lograron desarrollarse) y posibles crías atrapadas del nido. b) Retiro del exceso de arena. c) Clasificación de materia orgánica obtenida (Foto: Omar García Millán).

4.8. Revisión de crías

Cuando se llevaba a cabo la revisión y limpieza de los nidos, se hacía una revisión detallada a las crías que emergían de cada uno de los nidos con la finalidad de encontrar alguna malformación morfológica visible en ellas (*Figura 31a*), en caso de que así fuera, se separaban en botes de unicel, cubetas y en cajas de plástico para su posterior descripción (*Figura 31b y Figura 31c*). A los recipientes con las crías ya separadas, se les colocaba una tabla o en su defecto eran marcados con los datos del nido de donde provenían las crías, para llevar un mejor control de la información.



Figura 31. a) Revisión de crías encontradas en la limpieza de nidos, b) y c) Separación de crías que presentaban alguna malformación (Foto: Omar García Millán).

4.9. Descripción de las malformaciones

Una vez que las crías eran separadas, se describían todas las características anormales de manera detallada, así mismo se anotaba la parte o zona del cuerpo donde se encontraba, posteriormente se tomaron fotografías a cada una de las malformaciones (**Figura 32a** y **Figura 32b**) Después de realizar la toma de datos, las crías eran liberadas al mar siguiendo los protocolos que marca el PICTM (**Figura 32c**).



Figura 32. a y b) Revisión y descripción de crías durante la limpieza de nidos. c) Liberación de crías después del muestreo (Foto: Omar García Millán).

4.10. Frecuencia de diferentes tipos de malformaciones

Los datos recopilados fueron almacenados, tratados y analizados utilizando el programa Excel con el cual se obtuvieron gráficos para análisis de las variables.

4.11. Presencia de albinismo

Durante las revisiones y limpiezas de nidos se separaban las crías albinas, las cuales también eran descritas de forma detallada para identificar posibles malformaciones. Se realizaron tablas para representar las malformaciones que mostraron las crías con albinismo.

4.12. Índices de Prevalencia, Incidencia e intensidad

Para conocer incidencia de las malformaciones reportadas en las crías, se utilizaron los índices de prevalencia en intensidad.

La prevalencia muestra la proporción de organismos en los que se registró al menos una malformación; se obtuvo al dividir el número de organismos o en los que se encontraron malformaciones entre el total de organismos revisados.

$$P = \frac{\text{Total de crías con malformaciones}}{\text{Crías totales}} \times 100$$

La intensidad hace referencia a la cantidad de malformaciones que se encuentran por organismos, se obtuvo dividiendo el número de malformaciones encontradas entre el número de organismos revisados.

$$Int. = \frac{\text{Total de malformaciones encontradas}}{\text{Crías totales}}$$

La incidencia es la cantidad de organismos que presentaron malformaciones por cada nido muestreado, se obtuvo al dividir el total de organismos con malformación entre el número de nidos muestreados.

$$Inc. = \frac{\text{Total de crías con malformaciones}}{\text{Total de nidos afectados}}$$

5. RESULTADOS

Durante la temporada 2018 se logró la protección de 512 nidos de tortuga marina, de los cuales 489 fueron de tortuga blanca (*Chelonia mydas*), 20 de caguama (*Caretta caretta*), 1 de carey (*Eretmochelys imbricata*) y 1 de laúd (*Dermochelys coriacea*) (Gráfica 1).



Gráfica 1. Resultados generales temporada 2018.

Para este estudio se analizaron 441 nidos de tortuga blanca, 279 presentaron por lo menos alguna cría con malformación (Gráfica 2). Se revisaron un total de 43,522 crías; 42,261 (97.10%) no presentaron anomalías y únicamente 1,261 (2.9%) individuos tuvieron por lo menos una alteración morfológica.



Gráfica 2. Comparación de nidos totales de *C. mydas* contra los nidos utilizados para el análisis y nidos que presentaron alguna cría con malformación.

5.1. Descripción e identificación de las malformaciones

Los datos obtenidos fueron registrados en una base de datos, donde las filas (ubicadas en la parte superior del formato) contenían información como el número del nido, número de la cría (el cual se encontraba en color azul para señalar que esa cría había sido fotografiada), número consecutivo de la cría en la base, las malformaciones encontradas y una breve descripción. En las columnas (ubicadas del lado izquierdo) se encontraba el nombre de las malformaciones que iban apareciendo durante el análisis y a las cuales se les agregó una abreviatura para facilitar las descripciones en campo, éstas fueron clasificadas por la zona del cuerpo en la cual se localizaban: caparazón, plastrón, cabeza, extremidades y generales) (Figura 33).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	N° de nido	N° de cría por nido	N° de cría consecutivo	Estrías (muecas) (E)	Cifosis (joroba) (C)	Escoliosis (Es)	Aumento de Escudos Centrales (AEC)	Aumento de Escudos Laterales (AEL)	Aumento de Escudos Marginales (AEM)	Ausencia de Escudos Centrales (AuEC)	Ausencia de Escudos Laterales (AuEL)	Ausencia de Escudos Marginales (AuEM)	Ausencia Escudo Precauda (AuEP)
2													
3	8	1	1										
4	8	2	2										
5	8	3	3										
6	11	1	4										
7	11	2	5										
8	13	1	6										
9	13	2	7										
10	13	3	8										
11	13	4	9										
12	13	5	10										
13	13	6	11										
14	16	1	12										
15	18	1	13										
16	20	1	14										
17	23	1	15										
18	23	2	16										
19	24	1	17										
20	26	1	18										
21	26	2	19										
22	26	3	20										
23	26	4	21										
24	26	5	22										
25	27	1	23										
26	28	1	24										

Figura 33. Base de datos para registro de malformaciones.

Para el llenado de la base, se utilizó la descripción y las fotografías tomadas; se colocaba el número “uno” en la intersección correspondiente entre el número de cría y la malformación que presentara y “cero” en caso de que no. Cuando una cría presentaba malformaciones múltiples, cada una de esta se registraba por separado. (Figura 34).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	
	N° de nido	N° de cría por nido	N° de cría consecutivo	Estrías (muecas) (E)	Cifosis (joroba) (C)	Escoliosis (Es)	Aumento de Escudos Centrales (AEC)	Aumento de Escudos Laterales (AEL)	Aumento de Escudos Marginales (AEM)	Ausencia de Escudos Centrales (AuEC)	Ausencia de Escudos Laterales (AuEL)	Ausencia de Escudos Marginales (AuEM)	Ausencia de Escudos Precaudal (AuEP)	
3	8	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
4	8	2	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	8	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	11	1	4	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	11	2	5	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
8	13	1	6	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	13	2	7	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	13	3	8	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	13	4	9	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	13	5	10	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	13	6	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	16	1	12	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	18	1	13	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
16	20	1	14	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0
17	23	1	15	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
18	23	2	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	24	1	17	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
20	26	1	18	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
21	26	2	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	26	3	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	26	4	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	26	5	22	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
25	27	1	23	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26	28	1	24	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0

Figura 34. Llenado de base de datos.

Se identificaron 39 malformaciones distribuidas en cinco zonas del cuerpo: caparazón, plastrón, cabeza, extremidades y generales.

5.1.1. Malformaciones en el caparazón

5.1.1.1. Aumento de Escudos Centrales (AEC)

Es la aparición de uno o más escudos en la parte central (vertebral) del caparazón. Generalmente son de menor tamaño y pueden resultar de la división de algún escudo normal (Figura 35 a y b).

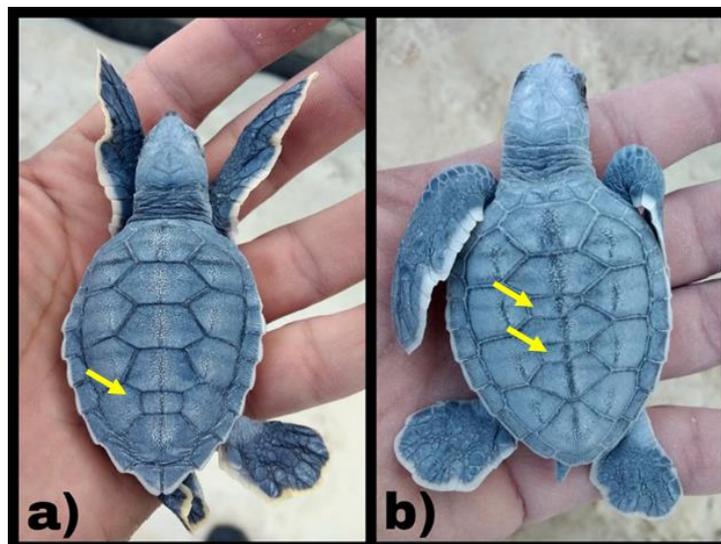


Figura 35. a) Se agregó un escudo entre el cuarto y quinto escudo central. b) Se agregaron dos escudos, el primero entre el segundo y tercer escudo; el segundo entre el tercer y cuarto (Foto: Omar García Millán).

5.1.1.2. Aumento de Escudos Laterales (AEL)

Es la inserción de uno o más escudos en las placas costales (laterales) del caparazón. Suelen ser de menor tamaño (Figura 36a y b).

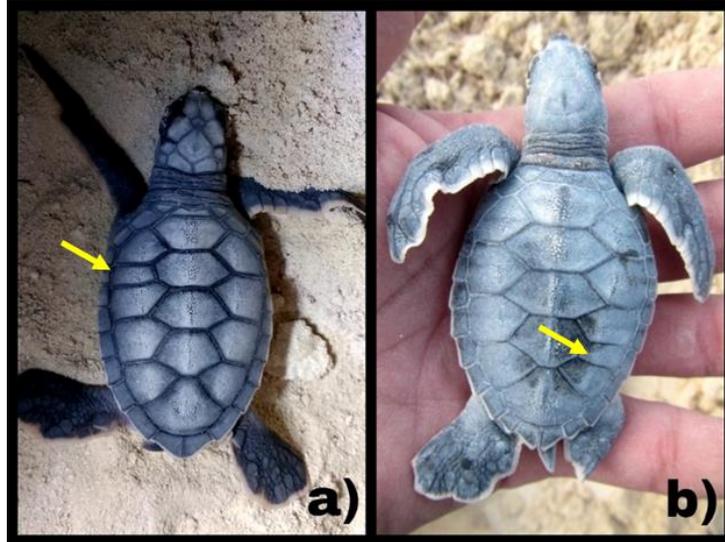


Figura 36. a) Entre el primero y segundo escudo lateral del lado izquierdo se observa un pequeño escudo. b) Entre el tercero y cuarto escudo lateral del lado derecho se agregó un escudo (Foto: Omar García Millán).

5.1.1.3. Aumento de Escudos Marginales (AEM)

Se hace referencia a esta malformación cuando se agrega uno o más escudos en las placas marginales de ambos lados del caparazón (Figura 37a y b).

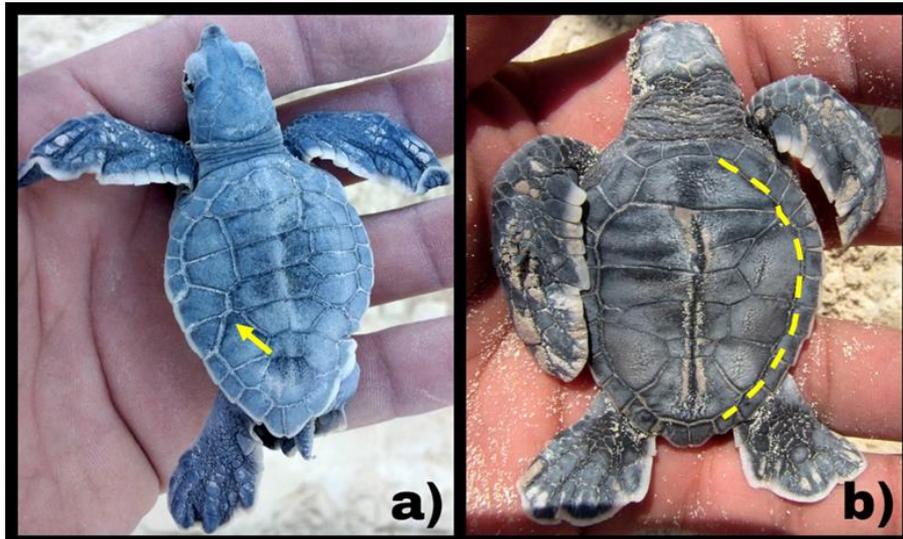


Figura 37. a) Se observa el aumento de dos escudos marginales del lado izquierdo, los cuales son notablemente más grandes. b) En esta cría se agregaron dos escudos marginales del lado derecho. Es difícil ubicar entre que escudos se presentó, ya que la mayoría son del mismo tamaño (Omar García Millán).

5.1.1.4. Ausencia de Escudos Centrales (AuEC)

Es la falta de uno o más escudos centrales; esta malformación puede aparecer debido a la fusión de algunos escudos (*Figura 38a y b*).

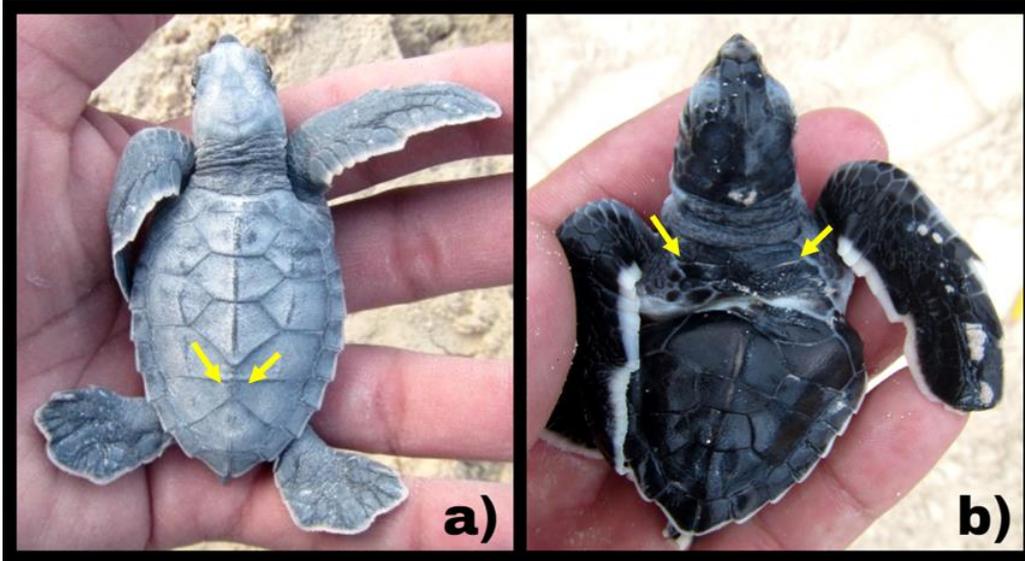


Figura 38. a) Se observa la ausencia de un escudo central entre el tercero y cuarto escudo. b) La ausencia de una parte del caparazón provocó la falta de un escudo central (Foto: Omar García Millán).

5.1.1.5. Ausencia de Escudos Laterales (AuEL)

Se da esta clasificación cuando falta uno o más escudos laterales del lado izquierdo y/o derecho del caparazón (*Figura 39a y b*).

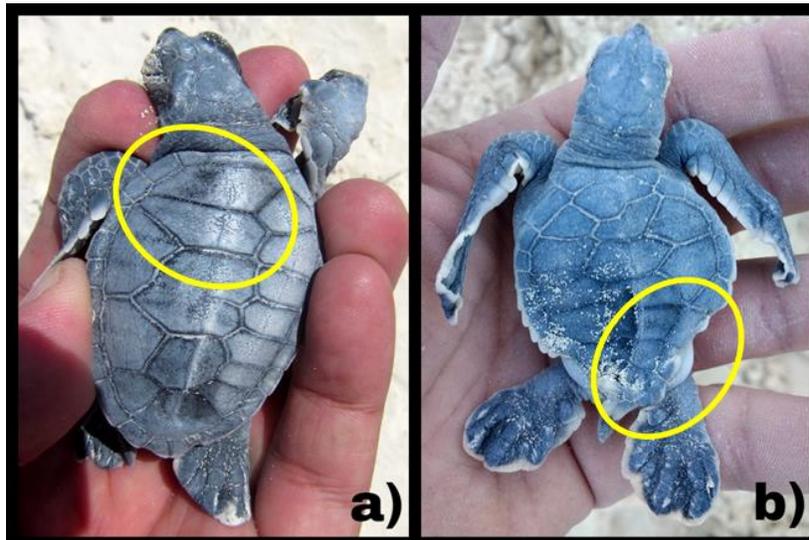


Figura 39. a) Se observa la ausencia de un escudo lateral del lado izquierdo en la parte superior. B) Se observan los dos primeros escudos laterales del lado derecho, hay ausencia de dos escudos en la parte inferior (Foto: Omar García Millán).

5.1.1.6. Ausencia de Escudos Marginales (AuEM)

Es la falta de escudos en los bordes del caparazón en ambos lados, que se da principalmente por la ausencia de una parte del caparazón (*Figura 40a y b*).

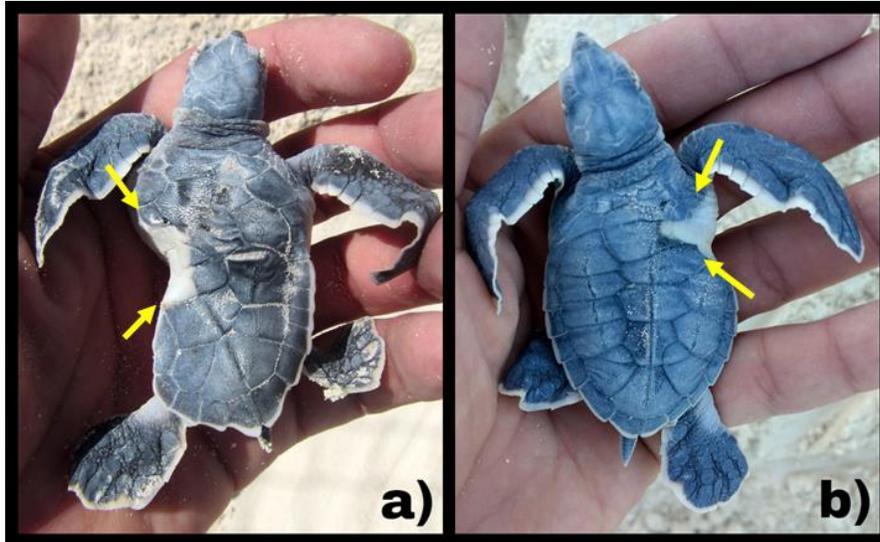


Figura 40. a) Se observa ausencia de escudos marginales del lado izquierdo parte superior. b) Se muestra la ausencia de cuatro escudos marginales del lado derecho (Foto: Omar García Millán).

5.1.1.7. Ausencia de Escudos Precaudales (AuEP)

Hace referencia a la falta de uno o ambos escudos precaudales (*Figura 41a y b*).



Figura 41. Ausencia de un escudo precaudal del lado derecho.

5.1.1.8. Escudos Marginales Orientados Hacia Arriba (EMOrHAr)

Son los escudos marginales que presentan una o más elevaciones (Figura 42 a y b).



Figura 42. a) Se observan los escudos marginales del lado derecho en la parte media e inferior orientados hacia arriba. b) Los escudos marginales del lado izquierdo presentan una elevación (Foto: Omar García Millán).

5.1.1.9. Escudos Marginales Orientados Hacia Abajo (EMOrHA)

Característica que hace que los escudos se orienten hacia abajo, se presenta en escudos marginales de uno o ambos lados del caparazón (Figura 43a y b).

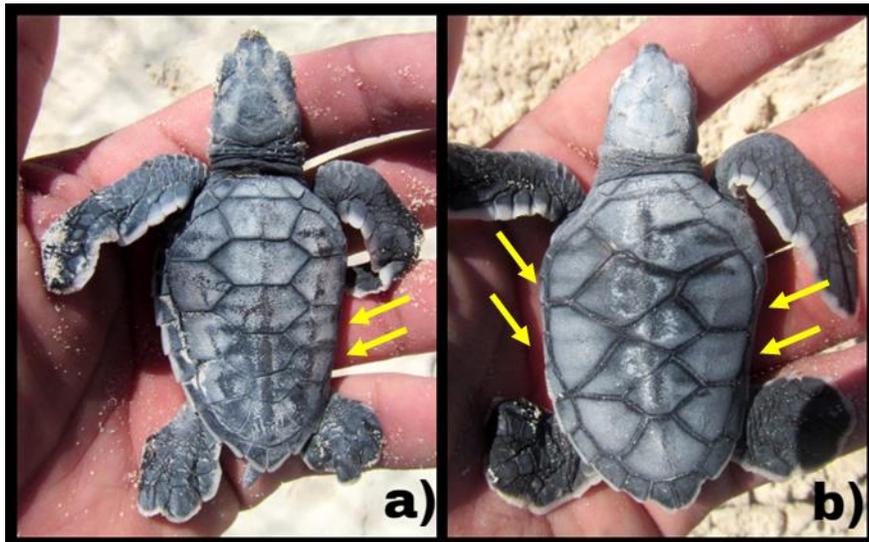


Figura 43. a) Los escudos marginales del lado derecho se encuentran hacia abajo. b) La cría tiene los escudos marginales de ambos lados del caparazón de la parte media orientados hacia abajo (Foto: Omar García Millán).

5.1.1.10. Escudos Precaudales Orientados Hacia Arriba (EPOrHAr)

Describe la elevación que presentan los escudos precaudales (Figura 44a y b).

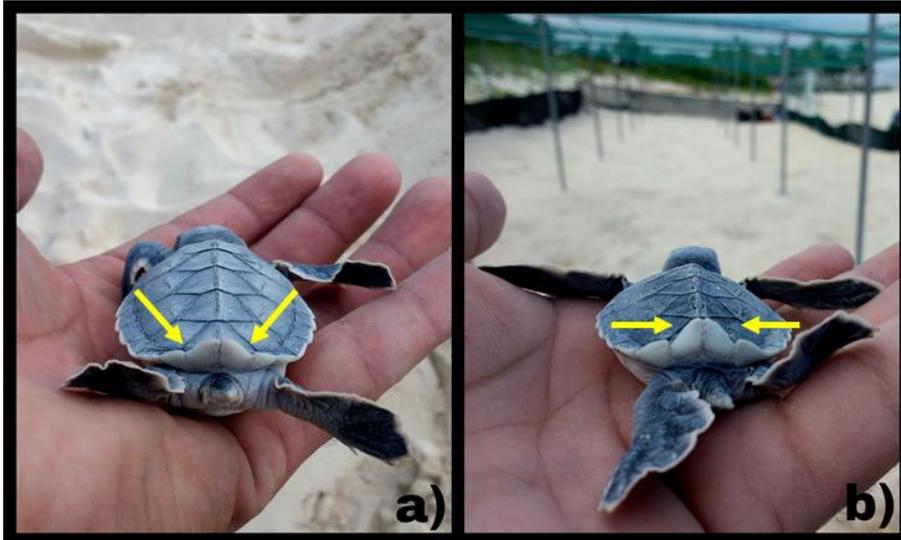


Figura 44. a) Se observa una ligera elevación de los escudos precaudales. b) Elevación mayor de los escudos precaudales (Foto: Omar García Millán).

5.1.1.11. Escudos Precaudales Orientados Hacia Abajo (EPOrHA)

Hace referencia al declive que presentan las crías en los escudos precaudales (Figura 45a y b).



Figura 45. a) y b) Se observa el declive de los escudos precaudales en ambas crías (Foto: Omar García Millán).

5.1.1.12. Escudos Semifusionados (ESf)

Se da esta clasificación a los escudos que presentan líneas que insinúan una posible división que no se llega a completar (*Figura 46a y b*).

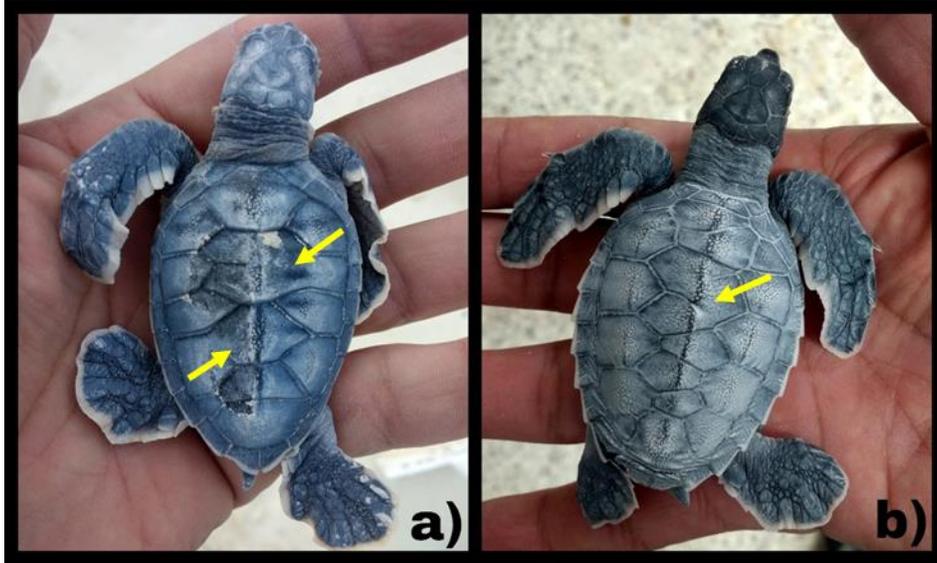


Figura 46. a) Se observa una cría que presenta indicios de una posible fusión, la primera entre dos escudos centrales y la segunda entre un escudo lateral y un central. b) Se muestra la fusión incompleta de dos escudos centrales (Foto: Omar García Millán).

5.1.1.13. Caparazón Aplanado (CA)

Son los escudos que muestran una pendiente, modificando la forma de los escudos. Se presentó principalmente en los escudos laterales (*Figura 47 a y b*).

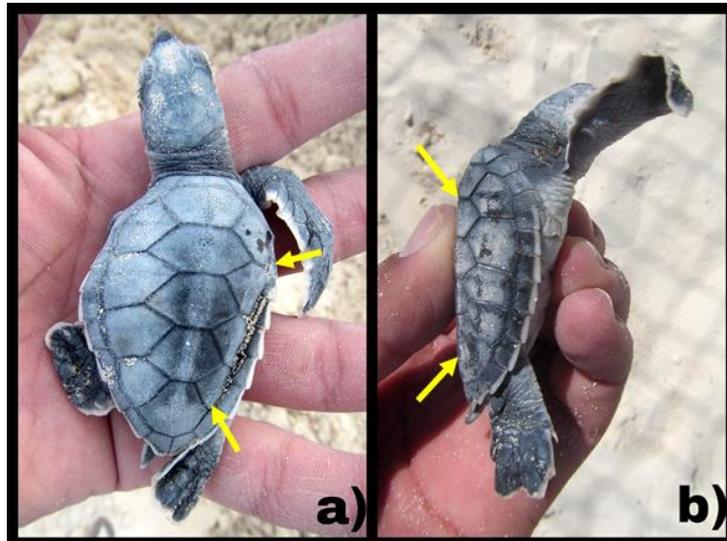


Figura 47. a) Se observa la pendiente que se forma sobre los escudos laterales del lado derecho. b) Se observa la pendiente en los escudos centrales (Foto: Omar García Millán).

5.1.1.14. Caparazón Hundido (CH)

Hace referencia a una curva o hundimiento que es visible, principalmente en los escudos laterales del caparazón (Figura 48a y b).

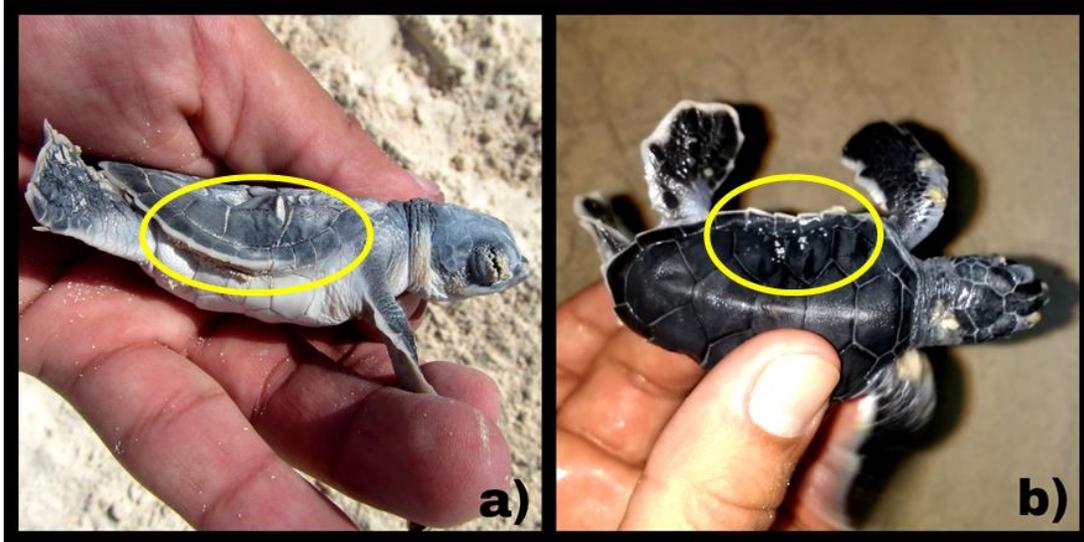


Figura 48. a) Vista lateral: cría con hundimiento en los escudos laterales lado derecho. b) Vista dorsal: hundimiento en los tres primeros escudos laterales del lado izquierdo (Foto: Omar García Millán).

5.1.1.15. Caparazón Alargado (CAI)

Malformación caracterizada por un visible alargamiento anormal del caparazón (Figura 49a y b).

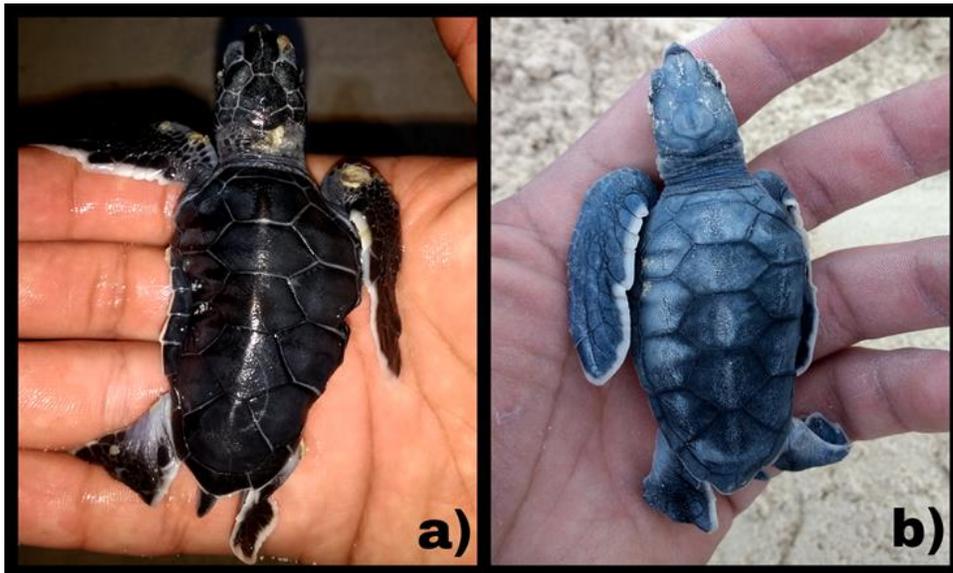


Figura 49. a) y b) Vista dorsal: ligero alargamiento del caparazón en ambas crías (Foto: Omar García Millán).

5.1.1.16. Caparazón Semi redondo (CSr)

Es el caparazón que tiende a tener la forma circular (Figura 50a y b).



Figura 50. a) y b) Vista dorsal: la forma del caparazón en ambas crías tiende a ser un círculo (Foto: Omar García Millán).

5.1.1.17. Caparazón Incompleto (CI)

Es la ausencia de alguna región del caparazón (Figura 51a y b).



Figura 51. a) Vista frontal: ausencia de una parte del caparazón del lado derecho en la región marginal.
b) Vista frontal: pérdida de una gran región que abarca caparazón y plastrón del lado izquierdo (Foto: Omar García Millán).

5.1.1.18. Caparazón Plegado (CP)

Formación de uno o varios pliegues del caparazón hacia la parte dorsal (*Figura 52a y b*).



Figura 52. a) Plegamiento en forma de acordeón hacia los escudos centrales. b) Pliegues sobrepuestos en la parte dorsal del caparazón (Foto: Omar García Millán).

5.1.1.19. Cifosis (Joroba) (C)

Es un arqueamiento o curvatura convexa de la columna que se puede presentar en cualquier parte a lo largo del caparazón una o dos veces (*Figura 53a-f*).

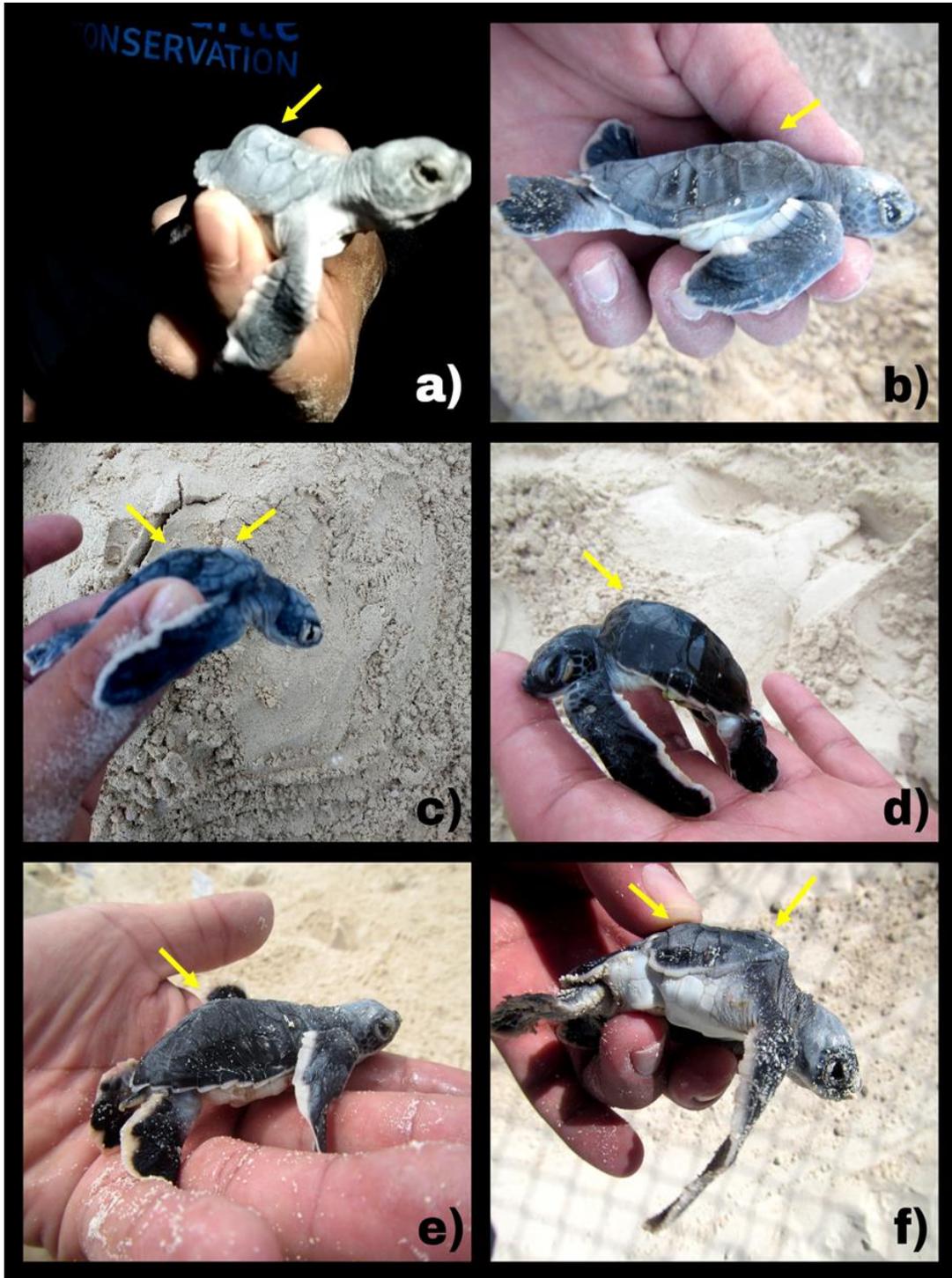


Figura 53. a)-f). Se observan las diferentes zonas en donde se ubicó la joroba, así como los diferentes grados de curvatura que se presentaron (Foto: Omar García Millán).

5.1.1.20. Escoliosis (Es)

Curvatura lateral de la columna vertebral, con forma de "C" o "S" (Figura 54a-d).

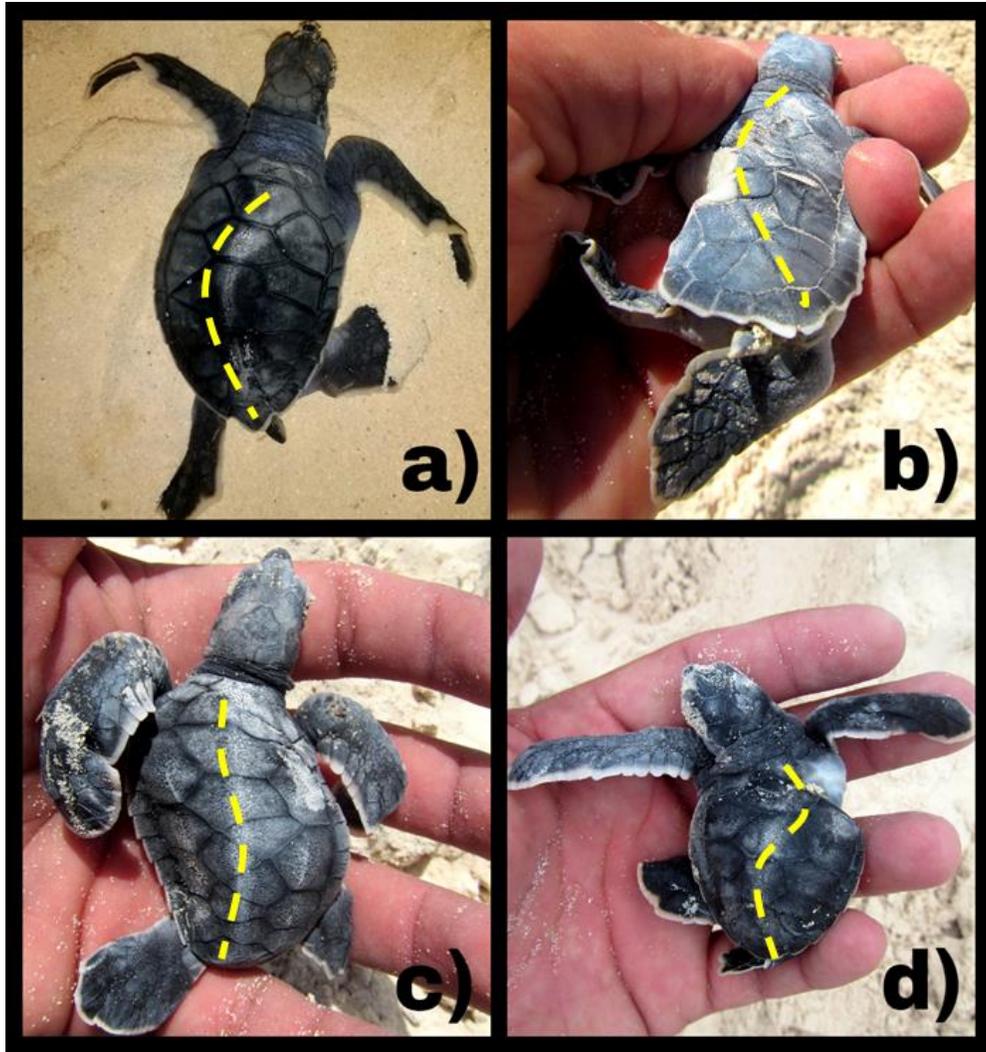


Figura 54. Se observan diferentes tipos de escoliosis: a) y b) muestran la escoliosis en forma de "C", c) en forma de "S" y d) en forma de "S" invertida (Foto: Omar García Millán).

5.1.1.21. Estrías (E)

Es la presencia de pequeñas líneas o surcos visibles en el caparazón, aparecen frecuentemente en la parte inferior (Figura 55a-d).

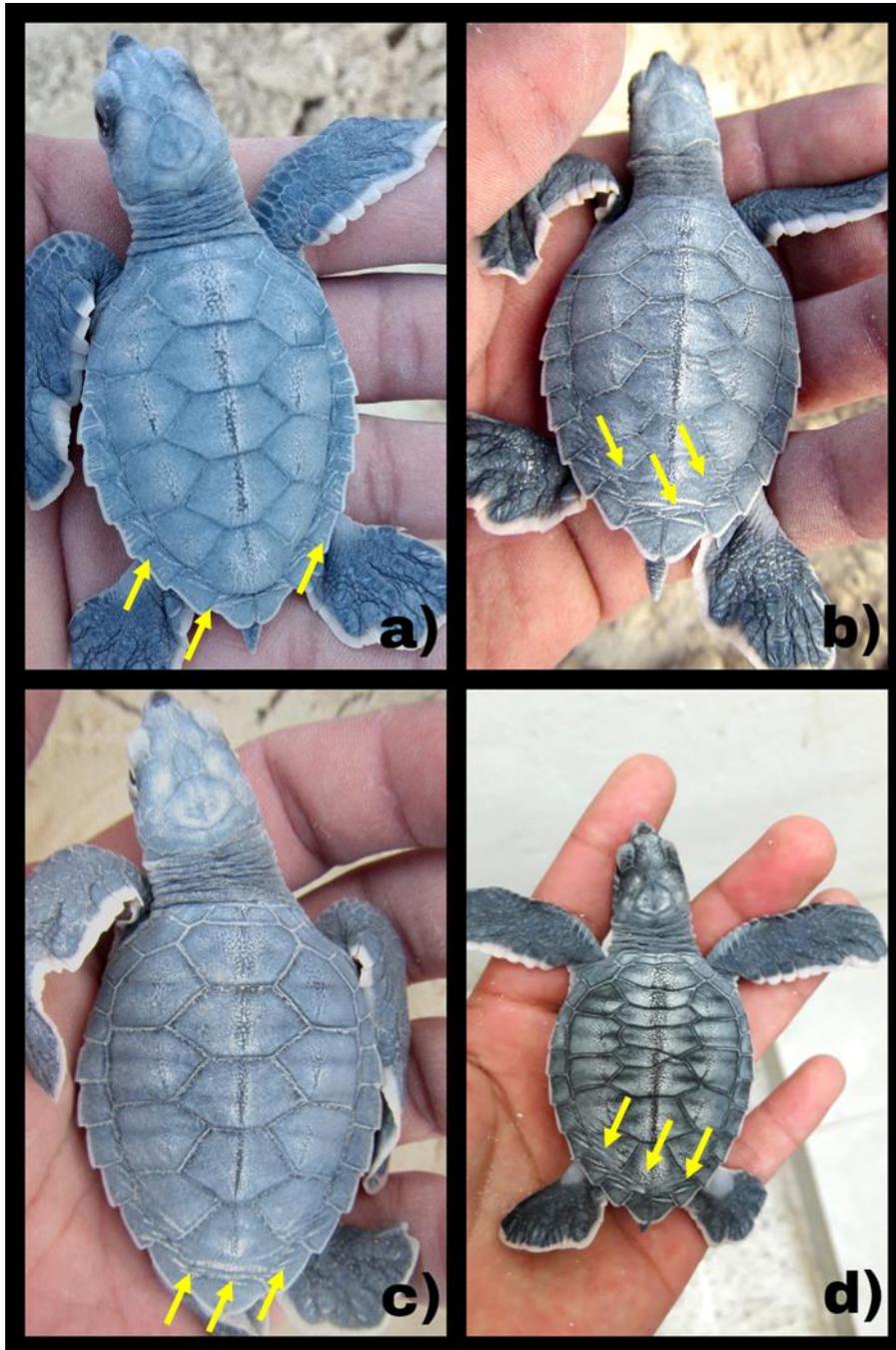


Figura 55. a-d) Se observan las pequeñas estrías que se forman sobre los escudos del caparazón (Foto: Omar García Millán).

5.1.2. Malformaciones en la cabeza

5.1.2.1. Anoftalmia (ausencia de lóbulos oculares) (A)

Malformación caracterizada por la ausencia de uno o ambos ojos (Figura 56a y b).



Figura 56. a) Ausencia de ambos lóbulos oculares. b) Ausencia de un lóbulo ocular (Foto: Omar García Millán).

5.1.2.2. Cabeza en Punta (CP)

Presencia de cabeza aguzada que termina en punta, en crías con ausencia de lóbulos oculares (Figura 57 a y b).

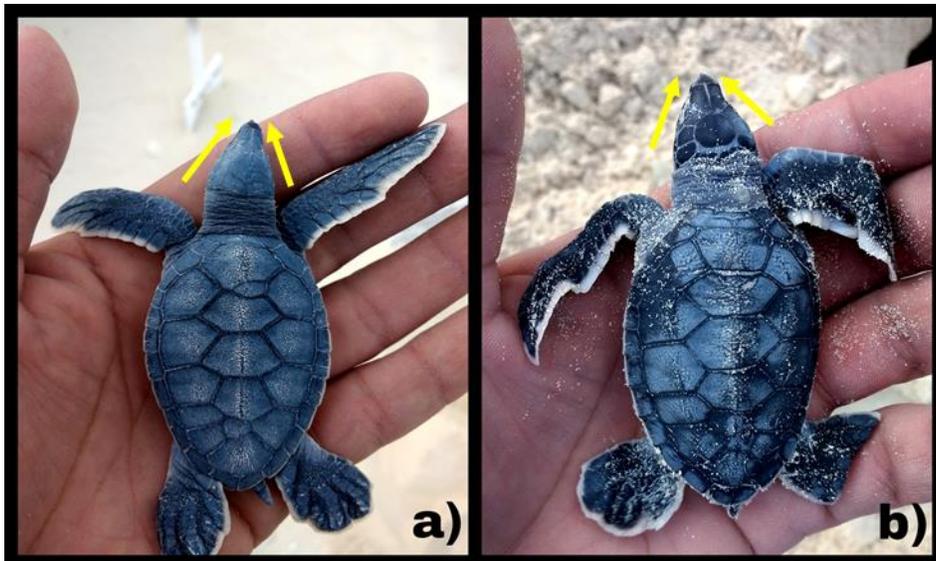


Figura 57. a) y b) Presencia de la cabeza en punta (Foto: Omar García Millán).

5.1.2.3. Cuello Corto (CC)

Reducción o ausencia significativa del cuello en las crías (*Figura 58 a y b*).



Figura 58. a) y b). Ausencia y acortamiento de cuello (Foto: Omar García Millán).

5.1.2.4. Diprosopía (presencia de dos caras) (D)

Malformación que se caracteriza por la duplicación de la cara de la cría o partes de la misma (*Figura 59 a y b*).



Figura 59. a) Vista ventral: cabeza con dos bocas. b) Vista frontal: cabeza con dos narices y sus carúnculas (Foto: Omar García Millán).

5.1.2.5. Ojos Abultados (OA)

Malformación caracterizada por el abultamiento del párpado que cubre el globo ocular (**Figura 60**). En la literatura se manejan como exoftálmicos, difiriendo que éstos sobresalen de la cavidad ocular.



Figura 60. Ojo con párpado abultado (Foto: Omar García Millán).

5.1.2.6. Labio Leporino (LL)

Es la aparición de una hendidura en la región anterior del maxilar e involucra al orificio nasal externo y parte superior de la boca (**Figura 61 a y b**).



Figura 61. a) Labio leporino vista de frente y b) Vista lateral de cómo se presenta la malformación (Foto: Omar García Millán).

5.1.2.7. *Mandíbula Torcida (MT)*

Malformación caracterizada por que el maxilar superior no encaja dentro del inferior, lo que provoca que alguno de los maxilares se vaya hacia un lado (*Figura 62 a y b*).



Figura 62. a-b) Crías que muestran mandíbula torcida (Foto: Omar García Millán).

5.1.3. Malformaciones en el plastrón

5.1.3.1. *Plastrón con Doblez (PD)*

Doblez formando hendidura que aparece en el plastrón, principalmente cuando la cría presenta una cifosis en el caparazón (*Figura 63 a-c*).

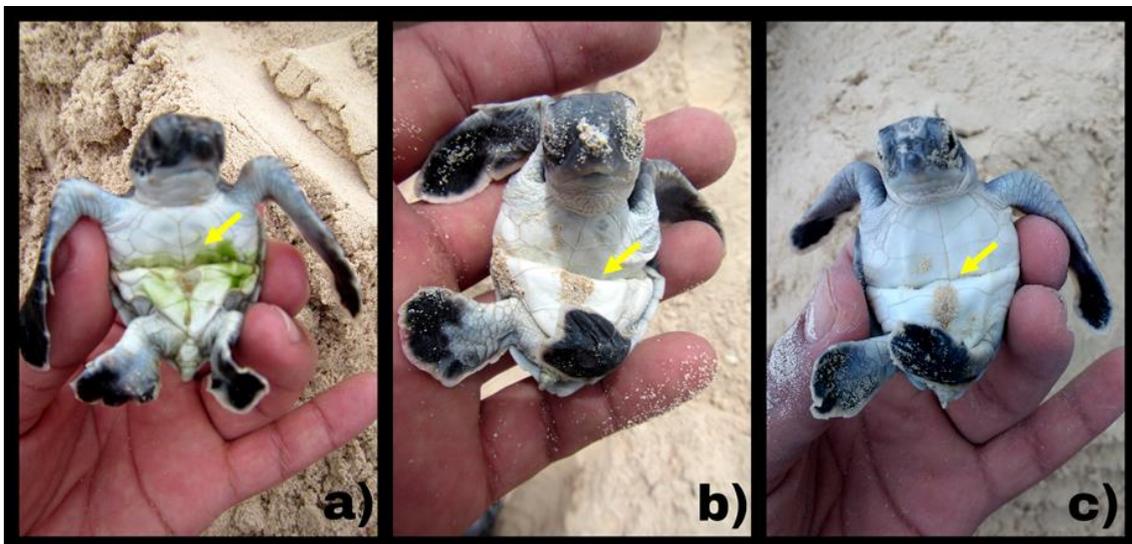


Figura 63. a-c) Hendidura que presentan las crías en el plastrón (Foto: Omar García Millán).

5.1.3.2. *Plastrón con Estrías (PE)*

Es la presencia de pequeñas estrías o líneas visibles en el plastrón (*Figura 64 a y b*).



Figura 64. a-b) Vista ventral: Estrías tenues que se aprecian en el plastrón (Foto: Omar García Millán).

5.1.3.3. *Plastrón Incompleto (PI)*

Se presenta por una mala absorción del vitelo y/o porque el plastrón no se formó completamente (*Figura 65 a y b*).

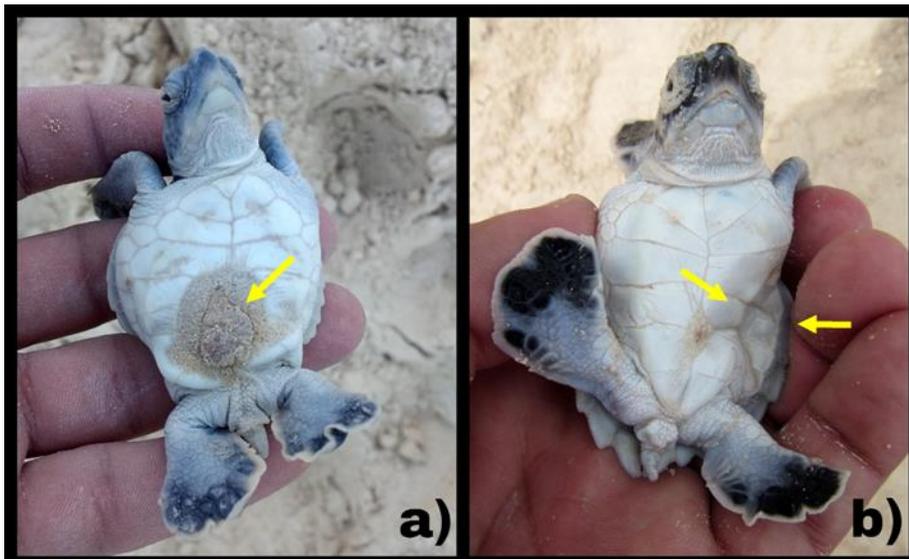


Figura 65. Vista ventral: a) Saco vitelino no absorbido correctamente, b) Formación incompleta del plastrón (Foto: Omar García Millán).

5.1.3.4. *Plastrón con Capa Transparente (PCT)*

Malformación en el que se observa un orificio abierto del plastrón, cubierto por una capa transparente que permite observar algunos órganos internos (*Figura 66 a-b*).

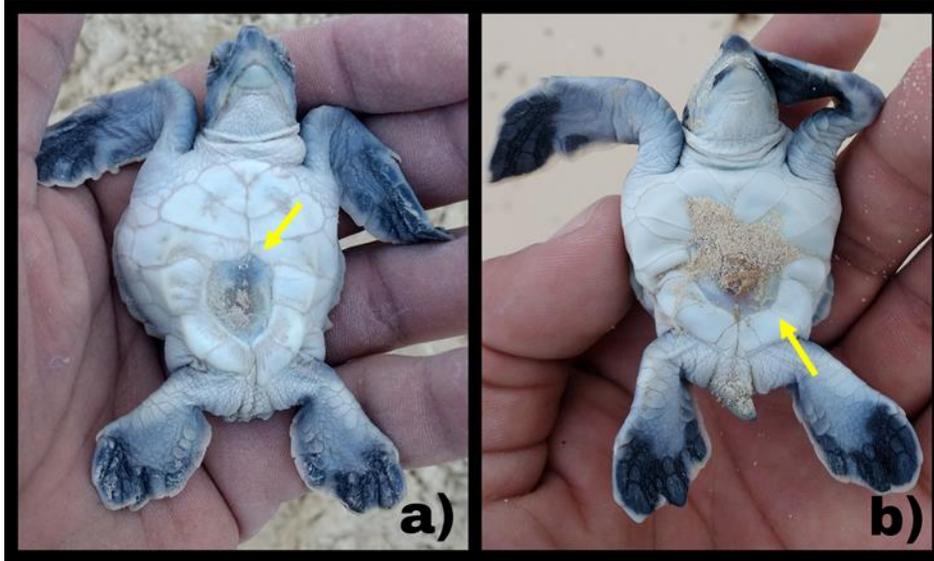


Figura 66. a-b) En ambas imágenes se observa el orificio con su capa transparente en el plastrón (Foto: Omar García Millán).

5.1.4. Malformaciones en las extremidades

5.1.4.1. *Aleta(s) Delantera(s) Sin Movimiento (ADSM)*

Crías con una o ambas aletas delanteras atrofiadas, plegadas al cuerpo sin control del movimiento (*Figura 67 a-b*).

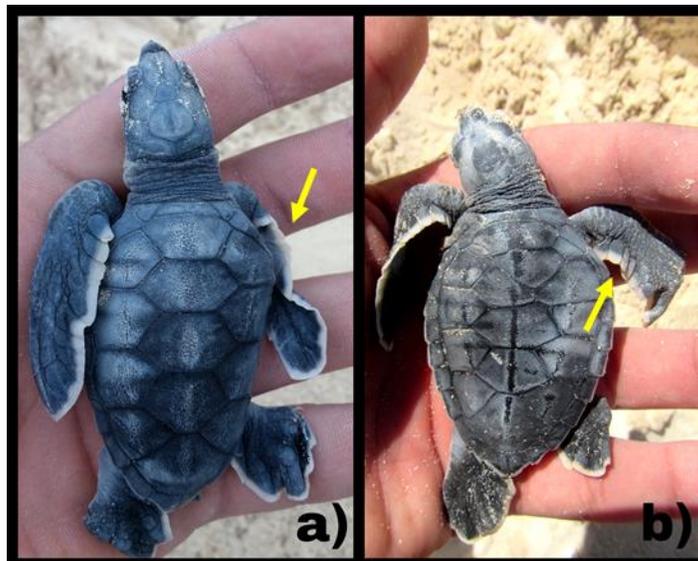


Figura 67. a-b) Vista dorsal: aletas derechas atrofiadas con movimiento errático (Foto: Omar García Millán).

5.1.4.2. Aleta(s) Trasera(s) Sin Movimiento (ATSM)

Crías con una o ambas aletas traseras atrofiadas, plegadas al cuerpo sin control del movimiento (Figura 68a y b).

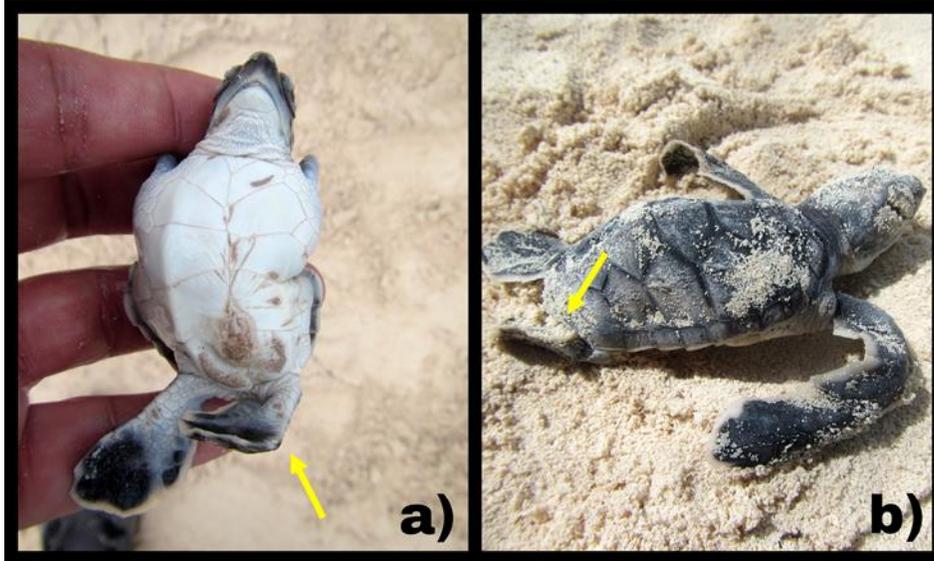


Figura 68. a) Cría con aleta trasera izquierda atrofiada. b) Cría con aleta trasera derecha atrofiada, ambas con movimiento limitado. (Omar García Millán).

5.1.4.3. Ausencia de Extremidad (AEx)

Malformación en la que no se formó alguna de las aletas de la cría (Figura 69a-c).

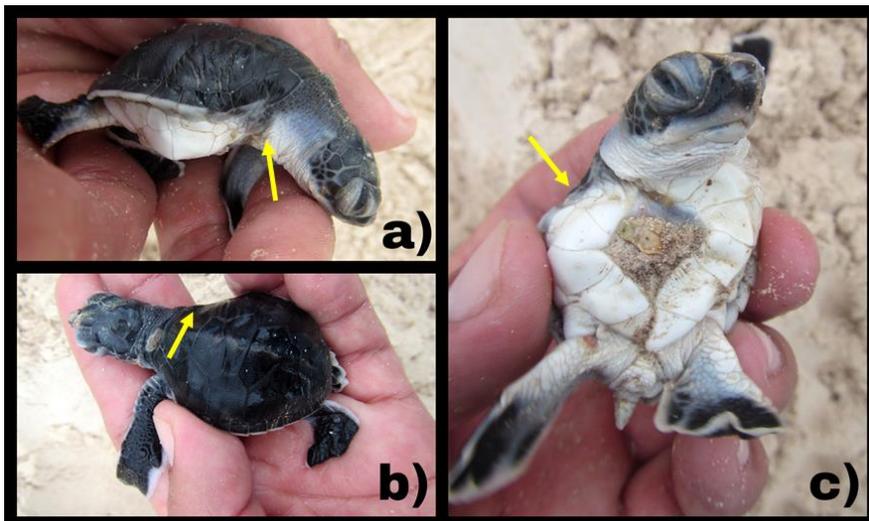


Figura 69. a-c) Vista lateral, dorsal y ventral de crías con ausencia de aleta delantera derecha (Foto: Omar García Millán).

5.1.4.4. Aletas Juntas (AJ)

Malformación en la cual la distancia entre dos extremidades es muy corta que impide el correcto movimiento de estas (*Figura 70*).



Figura 70. Vista dorsal: aletas traseras demasiado juntas
(Foto: Omar García Millán).

5.1.5. Albinismo

5.1.5.1. Albinismo Total (AlbT)

Malformación en la cual hay ausencia de total del pigmento llamado melanina, esto en ojos, uñas, piel y/o escamas, se expresa en el organismo con una coloración blanca y en el caso de los ojos una coloración azul o rosa (*Figura 71a-c*).

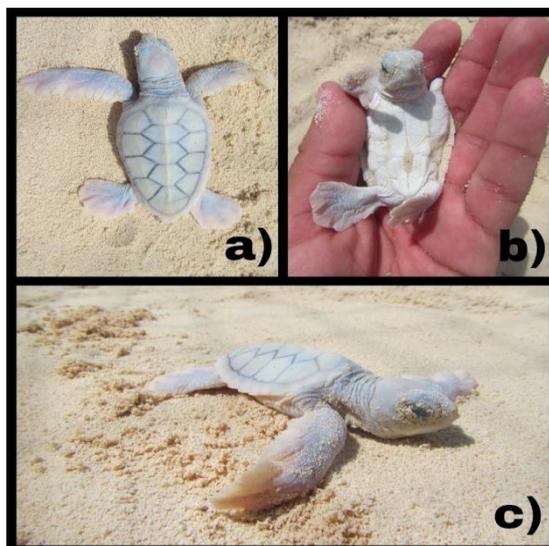


Figura 71. a) Coloración de la cría es blanca con extremidades ligeramente rosadas. b) El plastrón es totalmente blanco. c) La cría presenta ojos color azul, característico de la malformación (Foto: Omar García Millán).

5.1.5.2. Albinismo Parcial (AlbP)

Malformación en la cual la coloración general de la cría presenta en algunas zonas ausencia de coloración (*Figura 72 a-d*).



Figura 72. a-b) Ambas crías muestran poca pigmentación. c) El plastrón conserva su color natural observando las aletas con poca pigmentación. d) La coloración de los ojos son azules (Foto: Omar García Millán).

5.1.6. Siameses Bicéfalos (SB)

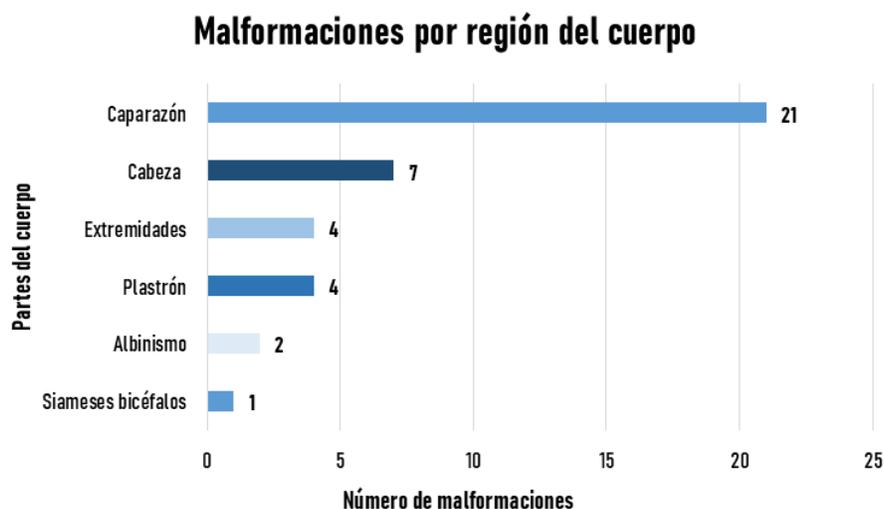
Son dos crías unidas por alguna zona del cuerpo. Cuando la unión es en el tórax, las dos cabezas se desarrollan en forma independiente, formando un organismo bicéfalo (*Figura 73*).



Figura 73. Siames bicéfalo, donde se observan dos de las aletas superiores fusionadas sin movimiento, y las dos restantes con movilidad normal. Se desarrollaron solo dos aletas posteriores, una de las cabezas tiene menor tamaño que la otra (Foto: Omar García Millán).

5.2. Frecuencia y región del cuerpo con más malformaciones

Se identificaron 3,402 malformaciones agrupadas en 39 tipos y se dividieron en diferentes regiones del cuerpo (Gráfica 3). Diferentes tipos de malformaciones se pueden presentar en una misma cría de tortuga.



Gráfica 3. Número de malformaciones por región del cuerpo.

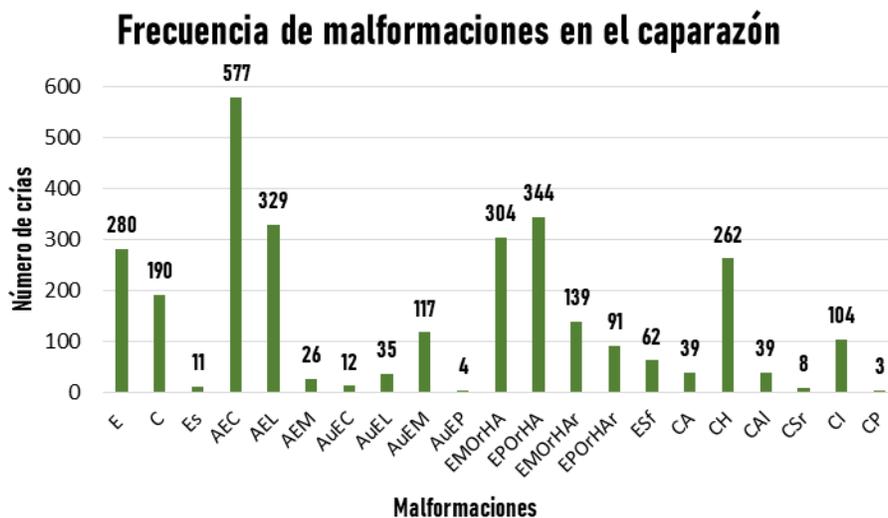
5.2.1. Caparazón

El caparazón fue la región del cuerpo que registró una frecuencia total de 2,976 malformaciones agrupadas en 21 tipos diferentes. Esto representa el 87.5% de las alteraciones de todo el cuerpo. La malformación con mayor frecuencia fue el Aumento de Escudos Centrales (AEC) en 577 crías, que representa el 16.96%; la de menor frecuencia fue el Caparazón Plegado (CP) presente en únicamente 3 individuos (0.09%) (Tabla 1, Gráfica 4).

Tabla 1. Número y frecuencia de las malformaciones en el caparazón.

<i>Tipo de malformación</i>	<i>Abreviatura</i>	<i>N</i>	<i>%</i>
Estrías (muescas)	(E)	280	8.23%
Cifosis (joroba)	(C)	190	5.58%
Escoliosis	(Es)	11	0.32%
Aumento de Escudos Centrales	(AEC)	577	16.96%
Aumento de Escudos Laterales	(AEL)	329	9.67%
Aumento de Escudos Marginales	(AEM)	26	0.76%
Ausencia de Escudos Centrales	(AuEC)	12	0.35%
Ausencia de Escudos Laterales	(AuEL)	35	1.03%
Ausencia de Escudos Marginales	(AuEM)	117	3.44%
Ausencia de Escudos Precaudales	(AuEP)	4	0.12%
Escudos Marginales Orientados hacia Abajo	(EMOrHA)	304	8.94%
Escudos Marginales Orientados hacia Arriba	(EMOrHAr)	139	4.09%
Escudos Precaudales Orientados hacia Abajo	(EPOrHA)	344	10.11%
Escudos Precaudales Orientados hacia Arriba	(EPOrHAr)	91	2.67%

Escudos Semi fusionados	(ESf)	62	1.82%
Caparazón Aplanado	(CA)	39	1.15%
Caparazón Hundido	(CH)	262	7.70%
Caparazón Alargado	(CAI)	39	1.15%
Caparazón Semi redondo	(CSr)	8	0.24%
Caparazón Incompleto	(CI)	104	3.06%
Caparazón Plegado	(CP)	3	0.09%



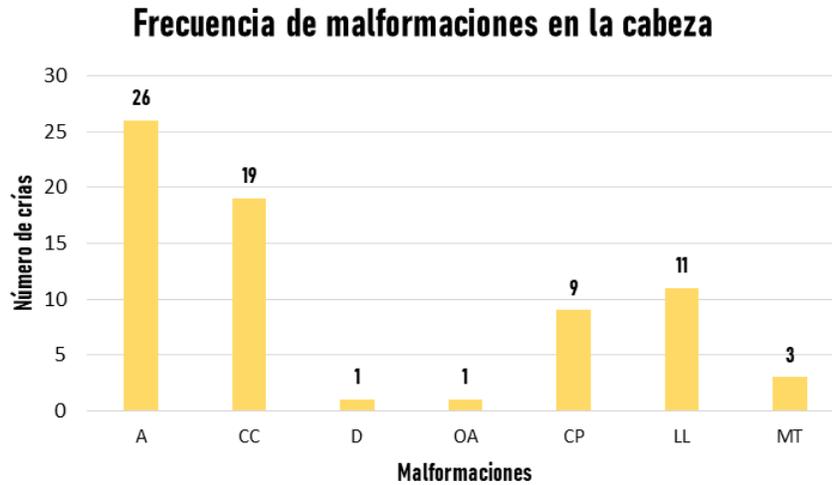
Gráfica 4. Distribución de las malformaciones en el caparazón.

5.2.2. Cabeza

Fue la segunda región con siete tipos diferentes de malformaciones que presentaron 70 individuos (2.06%). La Anoftalmía (A) fue la más frecuente con 26 individuos y representó el 0.76%. Las malformaciones con menor frecuencia fueron: la Diprosopía (D) y Ojos Abultados (AO) con solo un individuo cada uno (0.03%). (Tabla 2, Gráfica 5).

Tabla 2. Número y frecuencia de las malformaciones en el cabeza.

<i>Tipo de malformación</i>	<i>Abreviatura</i>	<i>N</i>	<i>%</i>
Anoftalmía (ausencia de lóbulos oculares)	(A)	26	0.76%
Cuello corto	(CC)	19	0.56%
Diprosopia (dos caras)	(D)	1	0.03%
Ojos Abultados	(OA)	1	0.03%
Cabeza en Punta	(CP)	9	0.26%
Labio Leporino	(LL)	11	0.32%
Mandíbula torcida	(MT)	3	0.09%



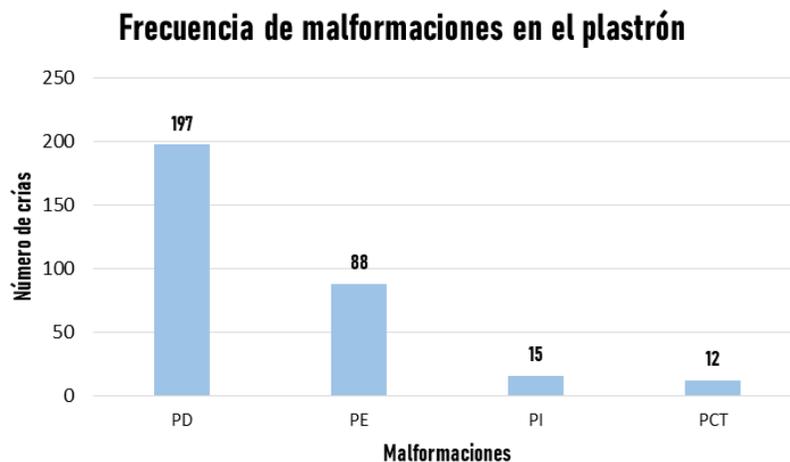
Gráfica 5. Distribución de las malformaciones en la cabeza.

5.2.3. Plastrón

Representó el 9.17% (312 crías) de las malformaciones con cuatro tipos diferentes. El Plastrón con doblez (PD), se presentó en 197 (5.79%) crías siendo el de mayor frecuencia. Por otro lado, el Plastrón con capa transparente (PCT) solo se observó en 12 crías que significó el 0.35%. (Tabla 3, Gráfica 6).

Tabla 3. Número y frecuencia de las malformaciones en el plastrón.

<i>Tipo de malformación</i>	<i>Abreviatura</i>	<i>N</i>	<i>%</i>
Plastrón con Dobleza	(PD)	197	5.79%
Plastrón con Estrías (arrugado)	(PE)	88	2.59%
Plastrón Incompleto	(PI)	15	0.44%
Plastrón con Capa Transparente	(PCT)	12	0.35%



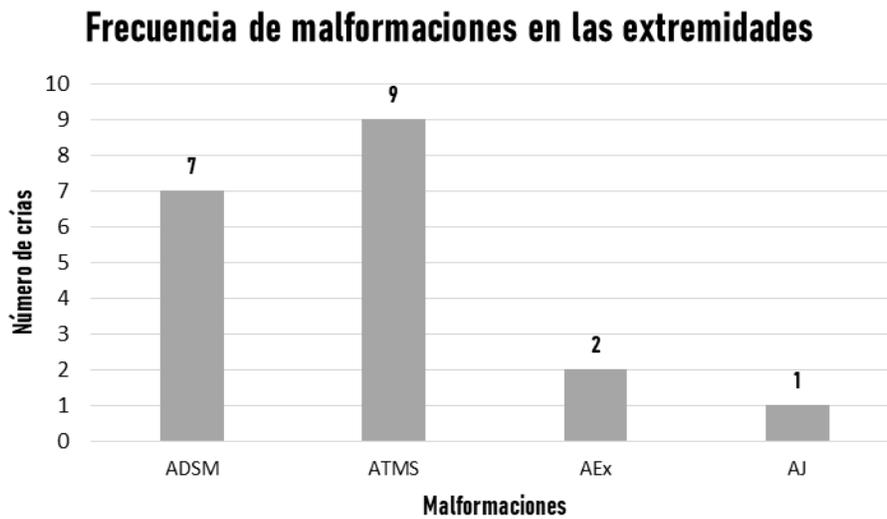
Gráfica 6. Distribución de las malformaciones en el plastrón.

5.2.4. Extremidades

Se identificaron cuatro tipos de malformaciones diferentes en las extremidades, distribuidas en 19 crías que representan el 0.56% de total. Nueve crías presentaron las Aletas Traseras sin movimiento (ATSM), fue la malformación con mayor frecuencia (0.26%), mientras que las Aletas Juntas (AJ) fue la de menor presencia con únicamente una cría (0.03%) (Tabla 4, Gráfica 7).

Tabla 4. Número y frecuencia de las malformaciones en las extremidades.

Tipo de malformación	Abreviatura	N	%
Aleta/s Delantera (s) sin Movimiento	(ADSM)	7	0.21%
Aleta/s Trasera (s) sin Movimiento	(ATMS)	9	0.26%
Ausencia de Extremidad	(AEx)	2	0.06%
Aletas Juntas	(AJ)	1	0.03%



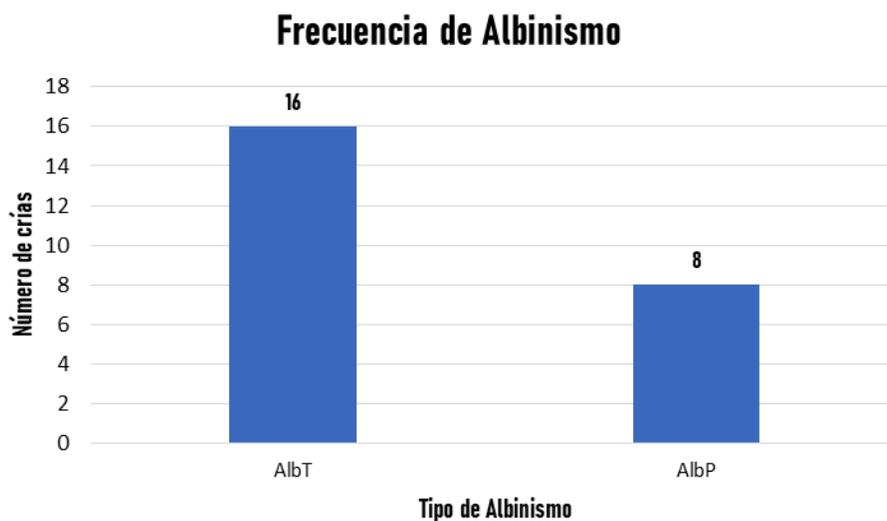
Gráfica 7. Distribución de las malformaciones en las extremidades.

5.2.5. Albinismo

El albinismo representó el 0.71% del total de las malformaciones identificadas presentándolo en únicamente 24 crías. Se agrupó en dos tipos: Albinismo Total (AlbT) y Albinismo Parcial (AlbP). El Total se presentó en 16 crías, representando el 0.47% y el Parcial se manifestó en ocho crías, significando el 0.24% (Tabla 5, Gráfica 8).

Tabla 5. Número y frecuencia del Albinismo.

<i>Tipo de malformación</i>	<i>Abreviatura</i>	<i>N</i>	<i>%</i>
Albinismo Total	AlbT	16	0.47%
Albinismo Parcial	AlbP	8	0.24%



Gráfica 8. Distribución de los tipos de albinismo en las crías.

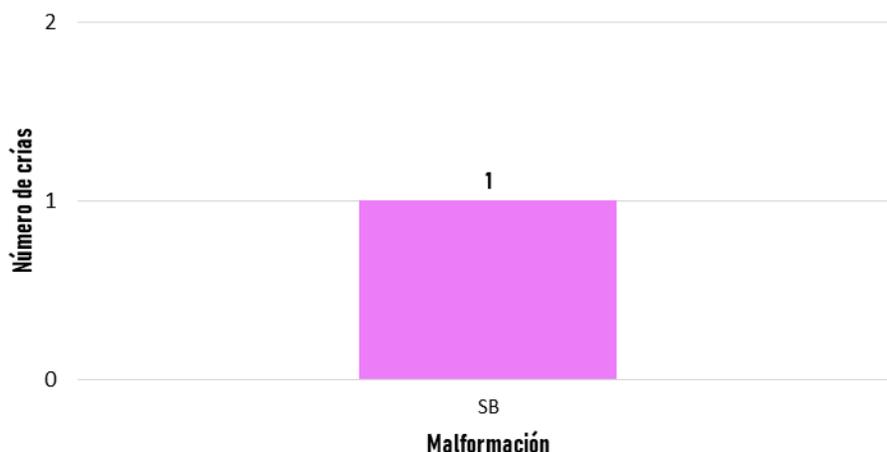
5.2.6. Siameses Bicéfalos

Esta malformación solo se presentó en una cría, y representó el 0.03% de todas las identificadas (Tabla 6, Gráfica 9).

Tabla 6. Número y frecuencia de Siameses bicéfalos.

<i>Tipo de malformación</i>	<i>Abreviatura</i>	<i>N</i>	<i>%</i>
Siameses Bicéfalos	SB	1	0.03%

Frecuencia de Siameses Bicéfalos



Gráfica 9. Presencia de Siameses Bicéfalos.

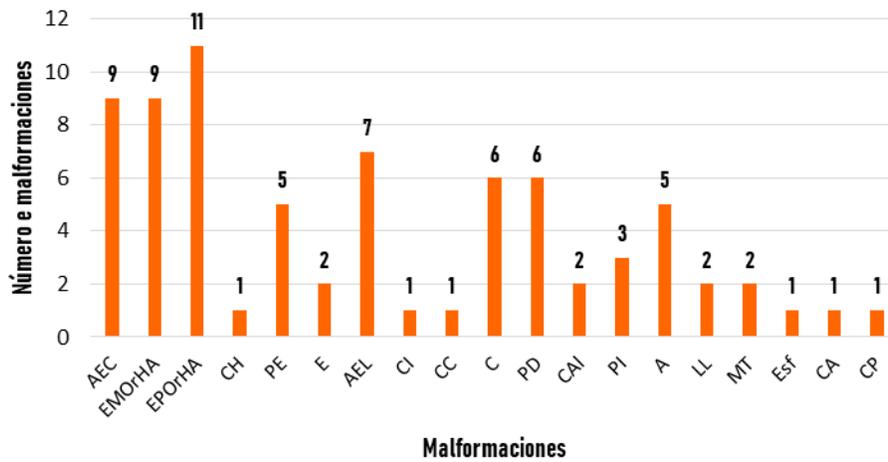
5.3. Presencia de alteraciones en crías con albinismo

Se encontraron 24 crías que presentaron albinismo. Dieciséis crías con Albinismo total (AlbT) y ocho con Albinismo parcial. De este total solamente 23 crías presentaron por lo menos alguna otra malformación, 15 de las cuales pertenecían a AlbT (Tabla 7, Gráfica 10) y las ocho restantes al AlbP (Tabla 8, Gráfica 11). Entre las malformaciones encontradas en este tipo de crías destacan: Aumento de Escudos Centrales (AEC), Plastrón con Doble (PD), Anoftalmía (A), Aumento de Escudos Laterales (AEC), Escudos Marginales Orientados Hacia Abajo (EMOrHA) y Escudos Precaudales Orientados Hacia Abajo (EPOrHA).

Tabla 7. Malformaciones presentes en crías con Albinismo Total.

Número de cría	Malformaciones	Total de malformaciones
1	AEC	1
2	EMOrHA, EPOrHA, CH, PE	4
3	E, AEC, AEL, EMOrHA, EPOrHA, PE	6
4	AEC, CI, A, CC	4
5	C, AEC, AEL, EMOrHA, EPOrHA, PD	6
6	EMOrHA, EPOrHA, CAI	3
7	C, AEL, EPOrHA, PD, PI, A, LL	7
8	C, PD, PE, PI, A	5
9	PD, PI, A, MT	4
10	E, C, AEL, EMOrHA, EPOrHA, CAI, PD	7
11	AEC, AEL, EMOrHA, EPOrHA, PE, MT	6
12	C, AEC, AEL, EMOrHA, EPOrHA, PD	6
13	C, AEC, EPOrHA, Esf, CA, PE	6
14	AEC, EMOrHA, EPOrHA, A, LL	5
15	AEC, AEL, EPOrHA, A, CP	5

Malformaciones presentes en Albinismo Total

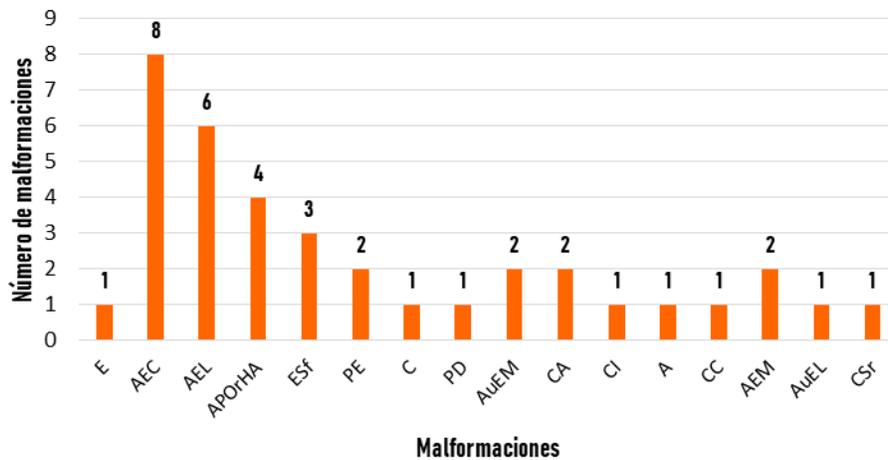


Gráfica 10. Frecuencia de malformaciones en Albinismo Total.

Tabla 8. Malformaciones presentes en Albinismo Parcial.

Número de cría	Malformaciones	Total de malformaciones
1	E, AEC, AEL, EPOrHA, ESf, PE	6
2	C, AEC, AEL, EPOrHA, PD	5
3	AEC, AuEM, EPOrHA, CA, CI, A, CC	7
4	AEC, AEL, ESf	3
5	AEC, AEL, AEM, EPOrHA, PE	5
6	AEC, AEL, AuEL, AuEM, ESf, CA, CSr	7
7	AEC, AEM	2
8	AEC, AEL	2

Malformaciones presentes en Albinismo Parcial



Gráfica 11. Frecuencia de malformaciones en Albinismo Parcial.

5.4. Índices de prevalencia, incidencia e intensidad.

De los 441 nidos analizados, 279 presentaban por lo menos alguna malformación. Del total de crías revisadas (43, 522), 1,261 organismos tuvieron mínimo una anomalía. Se obtuvo una prevalencia de 2.90% de malformaciones/organismos, es decir, que de todas las crías analizadas por lo menos el 2.90% presentaron alguna alteración. La prevalencia por nido fue del 63.27%, esto es, que del 100% de los nidos analizados, el 63.27% presentó por lo menos alguna malformación. Se determinó una intensidad de 2.69 malformaciones/organismo, es decir, que cada cría posee casi 3 alteraciones con presencia de uno a 16 por organismo. La incidencia fue de 4.52, esto significa, que cada nido que presentó alguna malformación, en promedio cerca de 5 crías manifestaban de una a 121 malformaciones (Tabla 9).

Tabla 9. Resultados índices de prevalencia, incidencia e intensidad.

<i>Número de nidos analizados</i>	<i>Número de nidos con malformaciones</i>	<i>Número de crías con malformaciones</i>	<i>Número de malformaciones totales</i>	<i>Prevalencia por nido (%)</i>	<i>Prevalencia por cría (%)</i>	<i>Incidencia</i>	<i>Intensidad</i>
441	279	1,261	3,402	63.0	2.90	4.52	2.69

Con estos resultados se demuestra cómo se encuentra la población de crías vivas de tortuga blanca con respecto al número y tipo de malformaciones que se encontraron en este campamento, debido principalmente a que en esta zona no se habían realizado estudios previos sobre el tema.

6. DISCUSIÓN

Este trabajo se llevó a cabo en el Campamento tortuguero Tamul en Cancún Quintana Roo, durante la temporada de anidación 2018, el cual pertenece al Programa Integral de Conservación de Tortugas Marinas que maneja Fundación Palace Resorts IAP, dentro de su Comité Ambiental.

El análisis comprendió de abril a diciembre, que son los meses en los que sale a desovar la tortuga blanca (*Chelonia mydas*) y periodo en el cual se presenta la eclosión de crías. Se analizaron 441 nidos, de los cuales emergieron 43,552 crías. Se identificaron un total de 3,402 malformaciones en 1,261 crías; éstas fueron agrupadas en 39 tipos diferentes y clasificadas en: siameses bicéfalos, Albinismo y en 4 regiones anatómicas: Caparazón, Cabeza, Plastrón y Extremidades.

El Caparazón fue la región que presentó más alteraciones con 21 malformaciones, seguida de la Cabeza con siete, en el Plastrón y las Extremidades se encontraron cuatro en cada región. Se identificaron 24 crías que presentaron Albinismo y una sola cría Siamesa.

Estos resultados varían notablemente con los reportados por Bárcenas-Ibarra, *et al.* (2009), iniciando con el tipo de muestra, ya que este autor examinó crías y embriones de tortuga golfina (*Lepidochelys olivacea*). El tamaño de muestra fue otro factor que pudo determinar la variación en los resultados. Bárcenas-Ibarra, *et al.* (2009) identificaron 21 tipos de malformaciones diferentes agrupadas en siete regiones anatómicas: cabeza, ojos, nariz, mandíbulas, aletas, caparazón y generales.

En nuestros resultados, la prevalencia por cría (2.90%) y por nido (63.27%) fueron ligeramente mayores comparándolas con el 1.8% y el 50% respectivamente que reporta Bárcenas-Ibarra, *et al.* (2009). La intensidad de igual manera fue el 1% más alta en el presente trabajo. La región anatómica con mayor número de alteraciones en ambos trabajos fue el caparazón con un 87.5% en este estudio y 41.7% en el del autor, sin embargo, existe una notable variación en cuanto al número de anomalías identificadas, ya que Bárcenas-Ibarra, *et al.* (2009) reporta únicamente tres y en este trabajo se identificaron 21.

Describimos 39 malformaciones de las cuales Bárcenas-Ibarra, *et al.* (2009) únicamente describe cuatro, por lo que 35 anomalías son nuevas aportaciones por nosotros, sin embargo de las 21 que ellos reportan en total, existen 17 que no coinciden con las nuestras. El albinismo fue una malformación que se presentó en ambos trabajos, el cual siempre venía acompañada de alguna otra anomalía, sin embargo el número de crías que presentó esta anomalía fue ligeramente menor en este trabajo.

Esta variación puede deberse a la zona de anidación, al tipo de muestra que se tomó y a la especie con la que se trabajó.

Bárcenas-Ibarra *et al.* (2015), Realizaron un estudio titulado “First approximation to congenital malformation rates in embryos and hatchlings of sea turtles”, en el cual muestrearon durante dos temporadas (2010-2012) de anidación un total de 150 nidos de tortuga carey, 150 de verde y 209 de tortuga golfina, analizando (crías vivas y muertas) 18,963 de carey, 16,798 de tortuga verde y 13,509 de tortuga golfina; Se encontraron 63 malformaciones congénitas en embriones, crías vivas y muertas de las tres especies.

El presente trabajo solo se refiere a la información de *Chelonia mydas*, ya que las poblaciones de caguama y carey en esta zona son muy reducidas, por lo que se hará la comparación con lo reportado por ellos solo para la tortuga verde. Ellos identificaron en *Chelonia mydas* 25 tipos diferentes de malformaciones. La prevalencia de la tortuga verde en este estudio fue menor, ya que solo 16 nidos (11%) presentaron por lo menos alguna cría con malformaciones, comparado con nuestros resultados donde de 441 nidos, 279 representan el 63.27% de nidos con presencia de alguna anomalía.

Bárcenas-Ibarra *et al.* (2015) Mencionan que los 150 nidos muestreados se encontraban *in situ*, mientras que en este estudio los nidos fueron trasladados y reubicados en un corral de protección, por otro lado el autor muestreo crías vivas y muertas y en el actual estudio únicamente se tomaron en cuenta crías vivas, ya que las crías muertas en su mayoría presentaban un grado de descomposición alto, imposibilitando su descripción (**Tabla 1**).

Tabla 1. Tabla comparativa con estudios previos.

Estudio	Año	Especie	Zona de Estudio	Nº de nidos muestreados	Tipo de muestra	Nº de crías analizadas	Crías y/o embriones con malformaciones	Malformaciones identificadas	Prevalencia por nido
Bárcenas-Ibarra, <i>et al.</i>	2009	<i>L. olivacea</i>	Nayarit	100	Crías vivas, muertas y embriones.	7611	139	21	50%
Bárcenas-Ibarra, <i>et al.</i>	2015	<i>C. mydas</i>	Yucatán	150	Crías vivas, muertas y embriones.	16,798	27	25	11%
Este estudio (García-Millán)	2018	<i>C. mydas</i>	Quintana Roo	441	Crías vivas.	43,552	1,261	39	63.27%

En este trabajo se identificaron 15 malformaciones que no habían sido descritas anteriormente en estudios realizados en tortugas marinas; nueve en el caparazón, tres en el plastrón, dos en las extremidades y una en la cabeza, éstas representan el 47.78% de la frecuencia total de malformaciones que se presentaron en este estudio.

Las nuevas aportaciones por región del cuerpo fueron las siguientes: Caparazón: Ausencia de Escudos Precaudales (AuEP)(Figura 41), Escudos Marginales Orientados Hacia Arriba (EMOrHAr)(Figura 42), Escudos Marginales Orientados Hacia Abajo (EMOrHA)(Figura 43), Escudos

Precaudales Orientados Hacia Arriba (EPOrHAr) (Figura 44), Escudos Precaudales Orientados Hacia Abajo (EMOrHA)(Figura 45), Caparazón Aplanado (CA)(Figura 47), Caparazón Incompleto (CI)(Figura 51), Caparazón Plegado (CP)(Figura 52) y Estrías (E)(Figura 55). Cabeza: Ojos Abultados (OA) (Figura 60). Plastrón: Plastrón con Doblez (PD) (Figura 63), Plastrón con Estrías (PE) (Figura 64) y Plastrón Incompleto (PI) (Figura 65). Y en la región de las Extremidades: Aleta(s) Delantera(s) Sin Movimiento (ADSM) (Figura 67) y Aleta(s) Trasera(s) Sin Movimiento (ATSM) (Figura 68).

En este estudio se describen algunas otras malformaciones que en los artículos de referencia no se reportan, sin embargo ya han sido identificadas por otros investigadores.

Algunas otras ya habían sido descritas, pero dependiendo del autor, son clasificadas de diferente manera o, por el contrario, engloban varias anomalías similares en una sola, por ejemplo: los Escudos Semifusionados se presentaron en solo 62 crías (1.82%), algunos autores como Cañón, S. *et al*, (2004), los clasifica como Distribución anormal y menciona que se da esta asignación a los caparazones que llegan a cumplir con el número normal de escudos gracias a alguna fusión o ausencia de éstos y a la vez por la división de algunos otros, como también por la aparición de líneas que insinúan una posible división que no se llega a completar. Esta malformación la relaciona con la ausencia de escudos, lo cual no sucede en el presente trabajo, ya que no se pudo comprobar.

Algunas malformaciones principalmente las relacionadas al caparazón y plastrón suelen estudiarse y reportarse poco, esto debido principalmente a que como menciona Cañón S. *et al* (2004) no se lleva un seguimiento riguroso en busca de éstas, aunado a que al ser grande el número de crías que eclosionan, estas malformaciones pasan desapercibidas.

Esta disparidad en referencia a la presencia y/o ausencia de algunas malformaciones en este trabajo con respecto a otros, puede deberse a muchos factores como por ejemplo: la zona de estudio y la especie con la que se trabaja, la mayoría de los trabajos que se han realizado sobre malformaciones van enfocados en tortuga golfina (*Lepidochelys olivacea*), tal vez por qué esta especie es una de las de mayor abundancia actualmente, no siendo así algunas otras como la tortuga blanca (*Chelonia mydas*), carey (*Eretmochelys imbricata*), caguama (*Caretta caretta*), lora (*Eretmochelys kempii*) y tortuga laúd (*Dermochelys coriacea*), las cuales se encuentran en franca recuperación de sus poblaciones.

El que los nidos hayan sido reubicados de su zona original de puesta a un corral de protección, el movimiento natural de los huevos al ser trasladados al corral, la elaboración del nido y el sembrado de los huevos involucra la manipulación de la nidada, lo que en conjunción con factores ambientales como la fluctuación en la temperatura dentro y fuera del nido, la compactación de éste, la humedad, el tipo de grano y los eventos meteorológicos, generen una incidencia natural por el manejo, pudiendo provocar las condiciones adecuadas para la presencia de una malformación. Sin embargo, es importante resaltar que esto no se puede afirmar, ya que se analizaron nidos en los cuales no se

presentaron malformaciones y con éxito de eclosión del 100%, contra la presencia de nidos en donde en su totalidad no hubo desarrollo embrionario.

Durante la toma de datos se observó que las crías que se encontraban hasta abajo del nido y que necesitaron ayuda para emerger, esto durante la tercera revisión y la limpieza del nido eran las que presentaban un mayor número de malformaciones y éstas a su vez eran más evidentes en la morfología de las crías y su movilidad.

En otros campamentos en el Pacífico, se ha implementado la reubicación de nidos en cajas de unicel, observando una mínima presencia de malformaciones.

7. CONCLUSIONES

1. Se identificaron 39 malformaciones diferentes, las cuales se agruparon en: Albinismo, Siameses bicéfalos y en cuatro regiones anatómicas: Caparazón, Cabeza, Plastrón y Extremidades.
2. Se identificaron 15 nuevas malformaciones, las cuales no habían sido reportadas en estudios previos.
3. El caparazón fue la región más afectada que presentó el mayor número de malformaciones (21 tipos diferentes), representando el 87.5% de todas las alteraciones registradas.
4. Los Escudos Marginales Orientados hacia Abajo y hacia Arriba, Escudos Precaudales Orientados hacia Arriba y hacia Abajo, las Estrías, el Caparazón Plegado, Plastrón con estrías y Aletas Juntas fueron algunas de las malformaciones que no habían sido descritas anteriormente.
5. El Aumento de Escudos Centrales (AEC), Aumento de Escudos Laterales (AEL) Escudos Precaudales Orientados hacia Abajo (EPOrHA), fueron las alteraciones con mayor frecuencia.
6. El Plastrón y las Extremidades fueron las dos regiones anatómicas con menos malformaciones identificadas (4 en cada una).
7. Siameses bicéfalos (SI), Aletas Juntas (AJ), Diprosopía (D) y Ojos Abultados (OA) fueron las alteraciones que se presentaron una en cada cría, significando el 0.03% de todas las malformaciones identificadas.
8. Se identificaron dos tipos de albinismo: Albinismo Total y Albinismo Parcial.
9. En las 24 crías que presentaron albinismo, siempre venían acompañadas de otras malformaciones.
10. La prevalencia por nido fue del 63.27%, es decir, que de los 441 nidos analizados, 279 presentaron por lo menos una cría con alteraciones.

11. De las 43,522 crías que se analizaron, la prevalencia de 1,261 que presentaron por lo menos alguna malformación corresponde al 2.90%.
12. De las 1,261 crías que presentaron malformaciones, la intensidad fue de 2.69, es decir, que en promedio cada neonato presentó 3 malformaciones.
13. La incidencia fue de 4.52, es decir, que en cada uno de los nidos afectados hubo 5 crías que presentaron malformaciones.
14. Es importante resaltar que este trabajo es el primero que se realiza en la zona de Cancún, Quintana Roo, en una sola especie (*Chelonia mydas*) y en un campamento privado, dependiente de la Fundación Palace Resorts I.A.P.

8. RECOMENDACIONES

1. Continuar con el seguimiento del Programa Integral de Conservación de Tortugas Marinas, perteneciente a Fundación Palace Resorts I.A.P, para seguir generando nueva información en los diferentes temas de investigación sobre tortugas marinas.
 - 1.1 Continuar con el estudio de Malformaciones para conocer nuevas posibles alteraciones que no hayan sido descritas.
 - 1.2 Extrapolar el estudio a las otras especies que anidan en esta misma zona.
 - 1.3 Migraciones.

9. GLOSARIO

Anoftalmia: es la inexistencia del glóbulo ocular de forma congénita (el animal nace sin ojo). La anoftalmia da siempre lugar a la ceguera del órgano afectado, ya no existe el glóbulo ocular, puede ser uni o bilateral.

Cabeza prognata: es una extensión o protrusión del maxilar inferior (mandíbula). Se trata de una deformación que provoca que el mentón sobresalga excesivamente, ya sea porque el maxilar no está suficientemente desarrolla

Encefalocele: es un tipo de defecto de nacimiento raro del tubo neural que afecta el encéfalo. Es una protrusión o un bulto (en forma de saco) formado por la salida del encéfalo y las membranas que lo recubren a través de una abertura en el cráneo. Se produce cuando el tubo neural no se cierra completamente.

Monoftalmia: ausencia congénita de un ojo.

Paladar hendido: es una anomalía congénita que sucede cuando el paladar en la boca del bebé no se desarrolla con normalidad durante el embarazo, dejando una abertura (hendidura) en el paladar que puede llegar hasta la cavidad nasal.

Sinoftalmia: malformación congénita caracterizada por la presencia de una única órbita facial o "pseudo-órbita", producto de la fallida división de la cavidad orbitaria en dos órbitas en el prosencéfalo durante la fase de desarrollo del embrión.

10. BIBLIOGRAFÍA

1. Abreu, A. Generalidades de Tortugas Marinas. En Gaona, O. y Barragán, A. (Coord.). 2016. Las tortugas marinas en México: Logros y perspectivas para su conservación. Soluciones Ambientales ITZENI (Ed.). Ciudad de México. 240 pp.
2. Azanza, J., María, I., José, H., Rogelio, D. 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.
3. Azanza, J. 2009. Estrategia reproductiva de la tortuga verde, *Chelonia mydas*, (Testudines, Cheloniidae) y su impacto en la estructura genética de áreas de anidación del occidente del archipiélago cubano. La Habana, Cuba. Centro de Investigaciones Marinas, Universidad de la Habana, Tesis Doctoral. 135 pp.
4. Bárcenas-Ibarra, A., y A. Maldonado-Gasca. 2009. Malformaciones en embriones y neonatos de tortuga golfina (*Lepidochelys olivacea*) en Nuevo Vallarta, Nayarit, México. Veterinaria México. 40(4), 371-380.
5. Bárcenas-Ibarra, A., H. de la Cueva, I. Rojas-Lleonart, A. Abreu, R. Lozano-Guzmán, E. Cuevas and A. García-Gasca. 2015. First approximation to congenital malformation rates in embryos and hatchlings of sea turtles. Birth Defects Research Part A: Clinical and Molecular Teratology, 103(3), 203-224.
6. Briseño, R. y A. Abreu. 1998. Las tortugas y sus playas de anidación en México. Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología. Informe final SNIBCONABIO proyecto No. P066. México D. F. 88 pp.
7. Cañón, S. y C. Orozco. 2004. Anormalidades encontradas en nidadas trasladadas de tortugas marinas gogó (*Caretta caretta*) y carey (*Eretmochelys imbricata*) de las playas de la vertiente norte de la Sierra Nevada de Santa Marta, Departamento del Magdalena, en la temporada de desove del 2001. Universidad Jorge Tadeo Lozano. Colombia. 107 pp.
8. Cardozo, J. 2013. Análisis de la diversidad genética de las tortugas cabezonas (*Caretta caretta*) que varan a lo largo de la costa Uruguaya. Universidad de la República Uruguay. 71 pp.

9. Castro, A. 2016. Manual de conservación y manejo de tortugas marinas para pescadores. Asociación Chelonia, Madrid (España). ISBN: 978-84-617-6296-5. 100 pp.
10. Chacón, D., B. Dick, E. Harrison, L. Sarti y M. Solano. 2008. Manual sobre técnicas de manejo y conservación de las tortugas marinas en playas de anidación de Centroamérica. Secretaria Pro Tempore de la Convención Interamericana para la Protección y Conservación de las Tortugas Marinas (CIT), San José, Costa Rica. 56 pp.
11. Cervantes, M. A. 2017. Anidación y Eclosión de las tortugas marinas: blanca, caguama y carey en los campamentos tortugueros Tamul y Cancún en Quintana Roo, México (2007-2015). Universidad Nacional Autónoma de México. México. 122 pp.
12. CITES. 2021. Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora. Appendices I, II and III. Green turtle (*Chelonia mydas*). Disponible en: https://cites.org/esp/gallery/species/reptile/green_turtle.html.
13. CONACYT. 2018. Comisión Nacional de Ciencia y Tecnología. Quintana Roo, pionero en el manejo y monitoreo de tortugas marinas en México. Disponible en: <https://centroconacyt.mx/?objeto=tortugas-marinas-mexico>.
14. CONANP. 2018. Estudio Previo Justificativo para la Modificación de la Declaratoria del Decreto de Área Natural Protegida. Santuarios Playas Tortugueras. 281 pp.
15. Cuevas, E., B. González, A. Segovia y J. Sosa. 2010. Tortugas Marinas: poblaciones y hábitat críticos. En: Durán, R. y M. Méndez. Biodiversidad y Desarrollo Humano en Yucatán. CICY, PPD-FMAM, CONABIO, SEDUMA. 496 pp.
16. De la Torre, M. 2015. Comportamiento de anidación de las tortugas marinas en playas turísticas del municipio Benito Juárez, Cancún, Q. Roo, México. Universidad Nacional Autónoma de México. 41 pp.
17. Delgado, C. 2016. Tortuga verde. En Gaona, O. y Barragán, A. (Coord.). 2016. Las tortugas marinas en México: Logros y perspectivas para su conservación. Soluciones Ambientales ITZENI (Ed.). Ciudad de México. 135-158.
18. Dick, B., J. Montes de Oca y E. Zúñiga (Edit.). 2004. Una Introducción a las especies de tortugas marinas del mundo. Secretaría Pro Tempore de la conservación interamericana para la protección y conservación de las tortugas marinas. San José, Costa Rica. 10 pp.

19. DIGAOHM-SEMAR. s/f. Dirección General Adjunta de Oceanografía, Hidrografía y Meteorología. Cancún, Quintana Roo. Disponible en: <https://digaohm.semar.gob.mx/cuestionarios/cnarioCancun.pdf>.
20. D.O.F. 2010. NOM-059-SEMARNAT-2010. Protección Ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna Silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o Cambio-Lista de especies en riesgo.
21. D.O.F. 1990. Secretaria de Gobernación. Diario Oficial de la Federación. Disponible en: http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4658226&fecha=31/05/1990.
22. Drenen, J. 1990. Occurrence of Physical Abnormalities in *Caretta caretta* at Hobe Sound National Wildlife Refuge, 1987 and 1988. Marine Turtle Newsletter 48:19-20 (serie online) Available from: <http://www.seaturtle.org/mtn/archives/mtn48/mtn48p19.shtml>.
23. Eckert, K. L., K. A. Bjorndal, F. A. Abreu-Grobois y M. Donnelly. 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. 270 pp.
24. Frazier, J. 1999. Generalidades de la Historia de Vida de las Tortugas Marinas. Memorias de la Reunión "Conservación de Tortugas Marinas en la Región del Gran Caribe - Un Diálogo para el Manejo Regional Efectivo" IUCN -Marine Turtle Specialist Group, Santo Domingo, República Dominicana. 16-18 Noviembre de 1999. 194 pp.
25. Fundación Palace I.A.P. 2019. Programa Integral de Conservación de Tortugas Marinas (Fundación Palace Resorts I. A. P. y Citibanamex) 15 años de conservación en la zona norte de Cancún, Quintana Roo. Disponible en: <https://fundacionpalace.org/programa-integral-de-conservacion-de-tortugas-marinas/>.
26. Galván, V. 1991. Estudio de la mortalidad embrionaria de *Lepidochelys olivacea* en nidos incubados seminaturalmente en el playón de Mismaloya, Jalisco, México. Universidad de Guadalajara. México. 98 pp.
27. Guevara, J. y E. Montano. 2020. Determinación del porcentaje de tortuguillos de la especie *Lepidochelys olivacea* que eclosionan con malformaciones congénitas en un proyecto de conservación de tortugas marinas Jiquilillo, Chinandega, agosto-octubre 2019. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, UNAN-León. 59 pp.

28. Margolis, L., G. Esch, G., J. Holmes, A. Kuris and G. Schad. 1982. The Use of Ecological Terms in Parasitology (Report of an Ad Hoc Committee of the American Society of Parasitologists). *The Journal of Parasitology*, 68(1), 131-133. doi:10.2307/3281335
29. Márquez, R. 1996. *Las Tortugas Marinas y Nuestro Tiempo*. Fondo de Cultura Económica. México, D.F. 8-11.
30. Márquez, R. y M. Garduño (Comp.). 2014. *Tortugas Marinas*. INAPESCA. ISBN: 978-607-8274-10-9. 96 pp.
31. Mejía, D. 2014. Anidación, protección y manejo de la tortuga caguama (*Caretta caretta*) en la playa Xcacel-Xcacelito, Q. Roo, México, en la temporada 2011. Universidad Nacional Autónoma de México. 86 pp.
32. Mera, M. 2016. Foto-Identificación de tortuga blanca (*Chelonia mydas*) en el campamento Tamul, Moon Palace Resorts, Quintana Roo. Instituto de Ciencias Biológicas. Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. México. 114 pp.
33. Meylan, A. y P. Meylan. 2000. Introducción a la Evolución, Historias de Vida y Biología de las Tortugas Marinas. En: 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. 3-5.
34. Pozo, C., N. Armijo y S. Calmé (editoras). 2011. *Riqueza Biológica de Quintana Roo. Un análisis para su conservación*, Tomo I. El Colegio de la Frontera Sur (Ecosur), Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio), Gobierno del Estado de Quintana Roo y Programa de Pequeñas Donaciones. México, D. F. 342 pp.
35. ParaTodoMéxico. 2019. *Para Todo México. Fauna del estado de Quintana Roo*. Disponible en: <https://www.paratodomexico.com/estados-de-mexico/estado-quintana-roo/fauna-quintana-roo.html>.
36. Parque Nacional Arrecife Alacranes. 2011. *Conservación y protección de la tortuga verde (Chelonia mydas) en el Parque Nacional Arrecife Alacranes, Yucatán*. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. 9 pp.

37. Peñaflores, C. y R. Márquez. 2016. El Programa Nacional para la Conservación de las tortugas Marinas: 50 años de historia. En Gaona, O. y A. Barragán. (Coord.). 2016. Las Tortugas Marinas en México: Logros y perspectivas para su conservación. Soluciones Ambientales ITZENI (Ed.). Ciudad de México. 159-188 pp.
38. Pritchard, P. 1997. Evolution, phylogeny, and current status. In *The Biology of Sea Turtles*, Volume I. CRC Press. 1-28.
39. PROFEPA. 2019. Procuraduría Federal de Protección al Ambiente. Protección de las tortugas marinas en México. Disponible en: www.gob.mx/profepa/es/articulos/proteccion-de-las-tortugas-marinas-en-mexico?idiom=es.
40. Semarnat. 2005. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. Dirección General de Estadística e Información Ambiental con base en información de la Dirección General de Vida Silvestre. Disponible en: https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/compendio_2009/compendio_2009/10.100.8.23_6_8080/ibi_apps/WFServleta62d.html.
41. Semarnat. 2018. Programa de Acción para la Conservación de la Especie Tortuga Verde/Negra, *Chelonia mydas*. Semarnat/ Conanp, México. 53 pp.
42. Servicios Ambientales y Jurídicos, S.C. 2011. Modificación del Programa de Ordenamiento Ecológico local del municipio de Benito Juárez, Q. Roo. Etapa de Caracterización. 330 pp.
43. Silman, R., I. Vargas, y S. Troëng. 2002. Tortugas Marinas: Guía educativa (No. 597.92 T712t). Corporación Caribeña para la Conservación. San José, Costa Rica. 53 pp.
44. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2020-2021. www.iucnredlist.org.
45. The IUCN Red List of Threatened Species. 2020. Green turtle (*Chelonia mydas*). UICN. www.iucnredlist.org/es/species/4615/11037468.