

**UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y  
ARTES DE CHIAPAS**

INSTITUTO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

**T E S I S**

Estrategia de conservación y principales  
amenazas de la tortuga golfina  
(*Lepidochelys olivacea*) en la localidad de  
Puerto Arista, Tonalá, Chiapas.

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

PRESENTA

**DANIELA ORTIZ GARZÓN**

Tuxtla Gutiérrez, Chiapas

marzo de 2022



# UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y ARTES DE CHIAPAS

INSTITUTO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

## TESIS

Estrategia de conservación y  
principales amenazas de la tortuga  
golfina (*Lepidochelys olivacea*) en la  
localidad de Puerto Arista, Tonalá,  
Chiapas.

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
LICENCIADO EN BIOLOGÍA

PRESENTA

**DANIELA ORTIZ GARZÓN**

Director

Dr. Fredi Eugenio Penagos García

**Instituto de Ciencias Biológicas  
Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas**

Asesor

Dr. Gustavo Rivera Velázquez

**Instituto de Ciencias Biológicas  
Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas**





**UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y ARTES DE CHIAPAS**  
**SECRETARÍA GENERAL**  
**DIRECCIÓN DE SERVICIOS ESCOLARES**  
**DEPARTAMENTO DE CERTIFICACIÓN ESCOLAR**  
**AUTORIZACIÓN DE IMPRESIÓN**

Lugar: Tuxtla Gutiérrez, Chiapas  
Fecha: 1 de marzo de 2022

C. Daniela Ortiz Garzón

Pasante del Programa Educativo de: Licenciatura en Biología

Realizado el análisis y revisión correspondiente a su trabajo recepcional denominado:

Estrategia de conservación y principales amenazas de la tortuga golfina (*Lepidochelys olivacea*) en la localidad de Puerto Arista, Tonalá, Chiapas.

En la modalidad de: Tesis Profesional

Nos permitimos hacer de su conocimiento que esta Comisión Revisora considera que dicho documento reúne los requisitos y méritos necesarios para que proceda a la impresión correspondiente, y de esta manera se encuentre en condiciones de proceder con el trámite que le permita sustentar su Examen Profesional.

ATENTAMENTE

**Revisores**

Dr. Miguel Ángel Peralta Meixueiro

Dr. Emilio Ismael Romero Berny

Dra. María Silvia Sánchez Cortés

**Firmas:**

Ccp. Expediente

## DEDICATORIA

**A Dios.** Por darme la vida, guiarme por el buen camino, por darme la inteligencia, la sabiduría y la fuerza para afrontar cada uno de los obstáculos, por nunca dejarme sola y por su infinito amor.

**A mi madre Martha Gabriela Ortiz Garzón.** Con todo mi cariño y amor por ser la persona que ha estado en cada paso de mi vida apoyando mis sueños y metas, por darme la fuerza y los ánimos en los momentos más difíciles, por escucharme cada día y por ser esa madre que me ha brindado todo el amor, la fortaleza y felicidad desde el día en que nací. Gracias por guiar cada uno de mis pasos y decisiones, por siempre creer en mí, por nunca dejarme sola y por amarme infinitamente.

**A mi abuelita Ofelia Garzón León.** Con todo mi amor por ser como otra madre para mí. Gracias por cuidarme desde que soy un bebé, por escuchar todas mis historias, por acompañarme en cada una de mis aventuras y travesuras, por guiarme y corregirme cuando hago mal las cosas, por estar siempre apoyándome en los momentos más difíciles, por sacarme las mejores sonrisas y por amarme incondicionalmente.

**A mi padre Tomás Juan Lagunes Valdivia.** Quien me apoyó en todo momento y me ha impulsado a perseguir mis sueños. Gracias por enseñarme a trabajar duro para cumplir mis metas, por todos los gratos momentos que hemos vivido juntos y por todo tu cariño.

**A mis tíos Agustín de Jesús Ortiz Garzón y José Ernesto Ortiz Garzón.** Quienes me dejaron enseñanzas de vida invaluable. Gracias a ustedes comprendí el gran valor de la lealtad, la honestidad, el compromiso, el trabajo duro y lo importante que es la familia. Gracias por brindarme los mejores años de mi vida, las mayores risas y por siempre creer que yo soy capaz de lograr todo lo que me proponga. Pasaré el resto de mi vida poniendo en práctica todo lo que me enseñaron y con la certeza de que algún día nos reuniremos de nuevo.

**A mi tía María Guadalupe Ortiz Garzón.** Por su apoyo incondicional en cada una de las etapas de mi vida, por nunca dejarme sola, por siempre estar pendiente de mí y de

mis necesidades, por sus valiosos consejos, por todos los momentos llenos de felicidad que hemos vivido juntas y por quererme y amarme tanto.

**A mi tía Rosa Patricia Ortiz Garzón.** Por compartir su enorme sabiduría y guiarme por el buen camino, por brindarme su apoyo siempre que lo he necesitado, por todos los momentos de alegría y gozo, y por darme todo su cariño.

**A mi tío Víctor Manuel Ortiz Garzón.** Quién siempre ha tenido confianza y fe en mí. Gracias por todos los momentos tan divertidos y las aventuras (desde que era una pequeña niña hasta la fecha), por cuidarme y estar pendiente de mí, por darme los mejores consejos y por tu infinito cariño.

**A Pelusa Ortiz Garzón.** Gracias por haber sido como mi hermana, por haber estado a mi lado en los momentos de llanto, pero también de felicidad, por desvelarte conmigo hasta que terminará mis tareas o proyectos, por enseñarme que la amistad incondicional no sólo puede encontrarse en un ser humano y por acompañarme desde que estaba muy pequeña hasta la universidad. Gracias por brindarme los momentos más felices y divertidos, las mejores aventuras y por tu inmenso amor. Te amaré y te echaré de menos todos los días, pero con la certeza de que volveremos a vernos.

## AGRADECIMIENTOS

Expreso mis más sinceros agradecimientos al Dr. Fredi Eugenio Penagos García por ser parte de mi formación profesional, por sus enriquecedores consejos, por su comprensión y por siempre apoyarme, además de compartir todos sus conocimientos. Así como también por la dirección en la presente investigación.

De manera especial agradezco a la Biol. Maritza Portillo Jiménez por su paciencia, persistencia y por todo el gran apoyo que me fue brindado en la realización de este proyecto de investigación. Así como también agradezco sus valiosos consejos, su tiempo y por haberme ayudado a encontrar y desarrollar mis habilidades y destrezas.

Al personal que colabora en la Dirección de Áreas Naturales y Vida Silvestre de la Secretaría de Medio Ambiente e Historia Natural (Biol. Pedro Sánchez Montero y Biol. Roberto Flores Ramos) por permitirme el ingreso al Centro de Protección de la Tortuga Marina de Puerto Arista, así como también, por haberme proporcionado los datos para la realización de esta investigación, sin su apoyo no hubiera sido posible.

A la Biol. Mireya Domínguez Aquino y a todo el personal técnico del campamento de Puerto Arista (en especial a la M.V.Z Sofía Esquinca Orozco y al L.E.F Esdras Ruíz Gutiérrez) por todo el apoyo y las atenciones que me fueron brindadas durante mi estancia en el campamento, así como también, por transmitirme su conocimiento y permitirme participar en todas las actividades que se realizan a favor de la conservación de las tortugas marinas. Gracias por compartir su amor por las tortugas.

Al Dr. Gustavo Rivera Velázquez por su gran apoyo en la realización de este proyecto.

Al Biol. Miguel Martín Álvarez Trujillo por todo su apoyo, su gran ayuda y sugerencias.

A mis dos mejores amigos de la carrera, Enrique Constantino de los Santos, por haber sido mi más grande apoyo en los buenos y malos momentos, por ser mi compañero de aventuras y salidas de campo, y por su inmenso cariño; Alfonso Gómez Hernández por haberme ayudado siempre que no entendía algo, por darme los ánimos cuando más los necesitaba y por brindarme los momentos más gratos. Los quiero mucho.

# ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	I
AGRADECIMIENTOS .....	III
ÍNDICE GENERAL.....	IV
ÍNDICE DE CUADROS .....	VII
ÍNDICE DE FIGURAS .....	IX
ÍNDICE DE GRÁFICAS.....	XI
RESUMEN .....	XII
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	3
2.1 Generalidades de las tortugas marinas.....	3
2.1.1 Evolución .....	3
2.1.2 Sistemática .....	4
2.1.3 Morfología y Fisiología.....	5
2.1.4 Descripción de <i>Lepidochelys olivacea</i> .....	7
2.1.5 Reproducción y anidación de <i>Lepidochelys olivacea</i> .....	8
2.1.6 Etología de <i>Lepidochelys olivacea</i> .....	10
2.1.7 Importancia ecológica de <i>Lepidochelys olivacea</i> .....	11
2.1.8 Importancia económica de <i>Lepidochelys olivacea</i> .....	12
2.1.9 Estado de conservación y factores de riesgo para <i>Lepidochelys olivacea</i> .....	13
2.2 Generalidades de la playa y granulometría.....	15
2.2.1 Descripción de una playa.....	15
2.2.2 Análisis Granulométrico .....	16
2.2.3 Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS).....	17
2.2.4 Representación de la distribución granulométrica .....	18

2.3 Estrategias de conservación para las tortugas marinas.....	19
2.3.1 Efectos antropogénicos .....	19
2.3.2 Estrategias de Conservación para <i>Lepidochelys olivacea</i> en México y Chiapas.....	20
III. ANTECEDENTES .....	21
IV. OBJETIVOS .....	24
4.1 Objetivo General .....	24
4.2 Objetivos Particulares .....	24
V. ZONA DE ESTUDIO.....	25
VI. MÉTODO.....	27
6.1 Sistematización de los principales aspectos biofísicos de los seis sectores de anidación y dos corrales de incubación .....	27
6.1.1 Análisis de granulometría .....	27
6.2 Depredadores que ingresan a los corrales de incubación y afectan a los huevos y neonatos .....	29
6.3 Identificación de los factores antropogénicos que afectan a los huevos, neonatos y hembras anidadoras.....	30
6.4 Descripción de la estrategia de conservación .....	31
VII. RESULTADOS .....	32
7.1 Análisis de granulometría.....	32
7.2 Listado de potenciales depredadores de los corrales de incubación .....	37
7.3 Identificación de los factores antropogénicos que afectan a los huevos, neonatos y hembras anidadoras.....	39
7.3.1 Encuestas a los trabajadores del Centro para la Protección y Conservación de la Tortuga Marina.....	39
7.3.2 Encuestas a los pescadores de Puerto Arista .....	45



7.3.3 Encuestas a la comunidad de Puerto Arista .....	48
7.4 Descripción de la estrategia de conservación .....	51
VIII. DISCUSIÓN.....	59
IX. CONCLUSIONES.....	70
X. PROPUESTAS Y RECOMENDACIONES.....	72
XI. REFERENCIAS DOCUMENTALES .....	74
XII. ANEXOS .....	83

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Descripción	Página
1	Distribución de partículas según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS).	17
2	Representación de la tabla de clasificación de suelos según SUCS, incluyendo los componentes observados en cada tipo de arena.	18
3	Clasificación de los tamices según SUCS y aperturas.	28
4	Tipos de arena presentes en el sector uno, zona de mesoplaya.	33
5	Tipos de arena presentes en el sector dos, zona de mesoplaya.	34
6	Tipos de arena presentes en el sector tres, zona de mesoplaya.	34
7	Tipos de arena presentes en el sector cuatro, zona de mesoplaya.	35
8	Tipos de arena presentes en el sector cinco, zona de mesoplaya.	35
9	Tipos de arena presentes en el sector seis, zona de mesoplaya.	36
10	Tipos de arena presentes en el corral de incubación uno.	36
11	Tipos de arena presentes en el corral de incubación dos.	37
12	Potenciales depredadores en ambos corrales de incubación de <i>Lepidochelys olivacea</i> a partir de Clases.	38
13	Infraestructura con la que cuentan todos los campamentos tortugueros que forman parte del Programa de Conservación de la Tortuga Marina en el estado de Chiapas.	41
14	Recursos humanos del Centro de Protección de la Tortuga Marina de Puerto Arista.	41
15	Datos sobre la información que emiten los Centros de Protección de la Tortuga Marina.	43
16	Conocimiento de los programas de conservación para las tortugas marinas por parte de los pescadores de Puerto Arista, así como su interacción y consumo de productos derivados de <i>Lepidochelys olivacea</i> .	47

17	Productos derivados de <i>L. olivacea</i> comercializados en Puerto Arista y actividades realizadas con la comunidad enfocadas a promover la conservación de las tortugas marinas.	49
18	Aspectos a mejorar en cada una de las fases que conforman a la estrategia de conservación empleada en el Centro de Protección de la Tortuga Marina de Puerto Arista.	54
19	Datos de la temporada baja de anidación de <i>Lepidochelys olivacea</i> para la localidad de Puerto Arista del año 2020.	55
20	Datos de la temporada alta de anidación de <i>Lepidochelys olivacea</i> para la localidad de Puerto Arista del año 2020.	57

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Descripción	Página
1	a) Ilustración de una cría de <i>Lepidochelys olivacea</i> . b) Ilustración de un ejemplar en etapa adulta con vista dorsal y ventral.	7
2	Hembra anidadora de <i>Lepidochelys olivacea</i> realizando su nido en las playas de Puerto Arista.	9
3	Personal del campamento tortuguero recolectando huevos de <i>Lepidochelys olivacea</i> de un nido <i>in situ</i> .	10
4	Crías de <i>Lepidochelys olivacea</i> mostrando un comportamiento de frenesí natatorio.	11
5	Esquema de un perfil de playa.	16
6	Sistema Unificado de Clasificación de Suelos basado en el análisis granulométrico y los límites de Atterberg.	18
7	Ubicación de Puerto Arista y localización de la zona de protección “Santuario de la Tortuga Marina”.	25
8	Mapa que delimita el Santuario de la tortuga y el Sistema Estuarino Puerto Arista, Tonalá, Chiapas.	26
9	a) Armazón y cilindros apilados de Geotech SandShaker, b) cilindro de plástico, empaque de espuma y malla y, c) malla con borde de acero inoxidable 23 OPN (0.5842 mm).	29
10	Clases de especies de depredadores potenciales, registradas durante las visitas: a) Mammalia ( <i>Canis familiaris</i> ), b) Aves ( <i>Quiscalus mexicanus</i> ), c) Aves ( <i>Caracara cheriway</i> ) y d) Amphibia ( <i>Rhinella horribilis</i> ).	38
11	a) Cartel informativo de las diferentes especies de tortugas marinas que existen, así como su ciclo de vida; b) carteles ilustrativos que permiten diferenciar a las distintas especies de tortugas marinas.	42
12	Liberación de crías de <i>Lepidochelys olivacea</i> en la localidad de Puerto Arista, en el mes de octubre durante el Festival Anual de la Tortuga Marina.	43

13	Áreas de incubación del Centro de Protección de la Tortuga Marina en Puerto Arista.	50
----	---	----

## ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica	Descripción	Página
1	Presupuesto económico dirigido para el Programa de Conservación de la Tortuga Marina	40
2	Porcentajes de los cursos de capacitación, adiestramiento e investigación científica que se realizan en el Centro de Protección de la Tortuga Marina en Puerto Arista.	44
3	Personas que ingresaron y apoyaron en las actividades del Centro de Protección de la Tortuga Marina de Puerto Arista en el año 2020.	45
4	Cantidad de pescadores de la localidad de Puerto Arista que realizan actividades ilícitas con la tortuga <i>Lepidochelys olivacea</i> .	46
5	Consumo de huevos de <i>Lepidochelys olivacea</i> por parte de la comunidad de Puerto Arista.	49
6	Representación gráfica de la temporada baja de anidación de <i>Lepidochelys olivacea</i> para la localidad de Puerto Arista del año 2020.	56
7	Representación gráfica de la temporada alta de anidación de <i>Lepidochelys olivacea</i> para la localidad de Puerto Arista del año 2020.	58

## RESUMEN

En la actualidad las poblaciones de las diferentes especies de tortugas marinas se encuentran reducidas. Específicamente para el estado de Chiapas, se han registrado anidaciones de tortuga golfina (*Lepidochelys olivacea*) y en menor cantidad de tortuga prieta (*Chelonia agassizii*); sin embargo, hay pocos estudios acerca de la operatividad de las estrategias de conservación empleadas en los Centros de Protección para las tortugas marinas, así como de los factores biológicos y sociales que afectan directamente a estas especies en la costa de Chiapas. Es por ello que, en la presente investigación se realizó una descripción de la estrategia de conservación empleada para la tortuga golfina (*L. olivacea*) en la localidad de Puerto Arista, Tonalá, Chiapas, además de describir aspectos biofísicos de la playa de anidación y los corrales de incubación, como son la granulometría y los potenciales depredadores de la especie; así mismo, se identificaron los factores antropogénicos que afectan a huevos, neonatos y hembras anidadoras, para finalmente proponer alternativas que permitan mejorar la estrategia de conservación empleada. Para el análisis granulométrico, se recolectaron ocho muestras de arena de 500 g correspondientes a los seis sectores de anidación y a los dos corrales de incubación; se tamizaron y se observó el tamiz donde existió la mayor retención de arena, siendo el tamiz número 40 (15 OPN) con una abertura de 0.381 mm, el que tuvo la mayor retención en casi todas las muestras mostrando la predominancia de arenas finas, con esto se comprobó que la arena utilizada para incubar los huevos en los corrales es muy parecida o casi igual que cuando las nidadas se incuban de manera *in situ*. En cuanto a los depredadores que ingresan a los corrales de incubación se registró un total de cuatro clases, seis órdenes, ocho familias, nueve géneros y nueve especies de depredadores potenciales para huevos y crías de *L. olivacea*, siendo *Quiscalus mexicanus* el avistado con más frecuencia. Para identificar los factores antropogénicos que afectan directamente a *L. olivacea*, se llevaron a cabo una serie de encuestas a los trabajadores oficiales del Centro de Protección de la Tortuga Marina de Puerto Arista, a pescadores y a habitantes de la comunidad, en dónde se descubrió que más de la mitad de los pescadores entrevistados saquean

nidos de *L. olivacea* para su venta o consumo personal y algunos otros capturan hembras anidadoras para la venta de su carne a restaurantes de la localidad, sumado a esto, la mayoría de los habitantes de Puerto Arista que fueron entrevistados aseguraron comprar y consumir huevos de tortuga golfina regularmente, asegurando que durante la temporada alta de anidación dicha actividad representa un buen ingreso económico para muchas familias, ya que, un nido completo tiene un valor de \$1 200 pesos. De acuerdo con el análisis estadístico realizado a la base de datos de la Secretaría de Medio Ambiente e Historia Natural (SEMAHN) para la temporada baja y alta de anidación, la cantidad de crías vivas que son liberadas superan por encima de la mitad a la cantidad de huevos que no son viables y a las crías que mueren; siendo el mes de junio con 1 208 huevos recolectados y 838 crías liberadas, y el mes de septiembre con 111 602 huevos recolectados y 86 219 crías liberadas los más significativos para cada temporada; comprobando así, que la estrategia de conservación empleada para *L. olivacea* en el Centro de Protección de la Tortuga Marina de la localidad de Puerto Arista es efectiva.

**Palabras clave:** Depredadores, nidos de tortuga, huevos de tortuga, factores antropogénicos, granulometría.



## I. INTRODUCCIÓN

Chiapas es uno de los estados de la república mexicana con mayor cantidad y calidad de recursos naturales, su importancia es reconocida a nivel internacional, ya que, cuenta con alrededor de 17 tipos de vegetación que incluyen bosques, manglares, pastizales, praderas de montaña, chaparrales y selvas; así como los humedales costeros localizados en la planicie costera del Pacífico (CONABIO, 2013).

La costa de Chiapas comprende un amplio litoral que tiene una extensión de 260 kilómetros sobre el Océano Pacífico, además de que posee una elevada producción de recursos naturales (Gobierno del Estado de Chiapas, 2020). Es por ello que, actualmente, la mayoría de las comunidades que habitan cerca de las zonas costeras dependen de estos recursos para subsistir; la pesquería, especialmente la de camarón y la pesca de altura tienen un alto valor comercial, además de que se practica en todo el litoral chiapaneco sin tener preferencia por alguna zona en particular (CONABIO, 2013).

Debido a esta presión antrópica sobre los recursos naturales costeros, sumado a la pérdida de hábitat, muchas especies tanto animales como vegetales están siendo amenazadas (CONABIO, 2013). Entre las especies más amenazadas se encuentran las tortugas marinas, que actualmente, en todo el mundo, solo existen siete especies que son la tortuga laúd *Dermochelys coriacea* (Vandelli, 1791), la tortuga boba *Caretta caretta* (Linnaeus, 1758), la tortuga verde *Chelonia mydas* (Linnaeus, 1758), la tortuga franca oriental *Natator depressus* (Garman, 1880), la tortuga carey *Eretmochelys imbricata* (Linnaeus, 1766), la tortuga lora *Lepidochelys kempii* (Garman, 1880) y la tortuga golfina u olivácea *Lepidochelys olivacea* (Eschscholtz, 1829); todas miden entre 60 centímetros y 1.8 metros, según la especie, y pueden alcanzar los 900 kg de peso. Siendo la tortuga laúd la más grande de todas alcanzando hasta 1.8 m; mientras que la olivácea, la más pequeña, no supera los 70 cm (WWF, 2019).

Las tortugas marinas desempeñan un papel fundamental en el mantenimiento de la salud de los océanos, especialmente de los lechos y praderas marinas y los arrecifes de coral, lo que beneficia a numerosas especies con valor comercial como el camarón, la langosta y el atún. Además, crían en playas de arena bien conservadas y

sin presión humana, de ahí la importancia de la conservación de estos ecosistemas y de evitar la presión turística (WWF, 2019).

La tortuga que más frecuenta o anida en las playas del estado de Chiapas es la golfina (*Lepidochelys olivacea*), sin embargo, se han registrado anidaciones, aunque en menor cantidad de tortuga prieta o verde (*C. mydas*) y tortuga laúd (*D. coriacea*); en el caso de la tortuga Carey (*E. imbricata*) no anida, pero si usa las costas y esteros de Chiapas como centros de alimentación dentro de su ruta migratoria a sus sitios de anidación (SEMAHN, 2018).

Los programas para la conservación de las tortugas marinas en México comenzaron a instaurarse debido a la evidente disminución de las poblaciones de tortugas que ahora están ya en peligro de extinción; en México, específicamente para la tortuga golfina (*L. olivacea*), la Comisión Natural de Áreas Naturales Protegidas creó un santuario tortuguero en Escobilla, Oaxaca, en donde al cierre de la temporada de 2018-2019 se registraron 1 365 886 nidos de tortuga golfina, con un porcentaje del 13% en la eclosión liberándose 17 756 518 crías; mientras que en Playa Morro Ayutla se contabilizaron 1 310 nidos, eclosionando el 15%, de los huevos, lo que se tradujo en el nacimiento de 19 654 305 crías que en su mayoría lograron llegar al mar. Esto se logró a través del Programa Nacional de Conservación de Tortugas Marinas, que monitorea y protege cada año, los nidos en las playas oaxaqueñas, en coordinación con miembros de las comunidades aledañas, el Centro Mexicano de la Tortuga (CMT), la Secretaría de Marina (SEMAR) y la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPa), realizando inspecciones permanentes (CONANP, 2019).

Específicamente para Chiapas, el 20 de mayo de 1990, en ese entonces la Secretaría de Desarrollo Rural y Ecología de Gobierno del Estado de Chiapas estableció dos campamentos para la protección de las tortugas marinas en Puerto Arista, municipio de Tonalá, Costa Azul, municipio de Pijijiapan y Puerto Madero, municipio de Tapachula. El Proyecto tiene 29 años de operación, en el cual trabajan 11 personas de manera directa, protegiéndose aproximadamente 100 km de playa. En 2018, como resultado de los recorridos de monitoreo para la recolecta y reubicación de nidadas a los corrales de incubación, se recolectaron un total de 7 711 nidos de

todos los Centros para la Protección y Conservación de la Tortuga Marina (Puerto Arista, Boca del Cielo, Costa Azul y Barra Zacapulco), obteniendo 702 832 huevos de tortuga golfina (*Lepidochelys olivacea*). El total de crías liberadas de tortuga golfina fue de 516 387 (SEMAHN, 2018).

Como estrategias de conservación, además de los recorridos de monitoreo para la búsqueda, recolecta y reubicación de nidos de tortuga marina, los campamentos tortugueros están abiertos al público todo el año para la atención de visitantes y turistas, así como para instituciones educativas de todos los niveles; se han impartido pláticas de educación y cultura ambiental promoviendo la protección y conservación de las tortugas marinas en instituciones educativas del nivel básico en las comunidades cercanas a los campamentos tortugueros; así también se han atendido y recibido servicios voluntarios nacionales y extranjeros, así como servicios sociales, voluntarios, estancias y tesis de universidades locales, estatales y nacionales, tanto públicas como privadas (SEMAHN, 2018).

Es por lo que, el presente trabajo busca realizar una descripción de la estrategia de conservación empleada para la tortuga golfina (*Lepidochelys olivacea*) en la localidad de Puerto Arista, además de mostrar las problemáticas antropogénicas actuales que afronta esta especie. Esto debido a que, Puerto Arista es una de las localidades pertenecientes al estado de Chiapas donde se han registrado un número importante de anidaciones, además de ser un santuario para la protección de esta especie.

## **II. MARCO TEÓRICO**

### **2.1 Generalidades de las tortugas marinas**

#### **2.1.1 Evolución**

Las tortugas iniciaron su evolución en el periodo Triásico, a principios del Mesozoico, hace por lo menos 200 000 000 de años, antes de que los grandes reptiles acuáticos, terrestres y voladores, como los ictiosaurios, dinosaurios y pterodáctilos, alcanzaran su máximo esplendor. La mayoría de ellos se fueron extinguiendo entre el Cretácico (hace 130 000 000 de años) y principios del Cenozoico (hace 65 000 000 de años),

cuando el mundo empezaba a ser del dominio de las aves y los mamíferos placentados, aparentemente con mejores posibilidades de adaptarse a los cambios climáticos repentinos (Márquez, 1996).

Debido a que existen escasos registros fósiles de las formas más primitivas, es difícil precisar el origen evolutivo de las tortugas. Sin embargo, si se considera la disposición peculiar de los huesos del cráneo, de forma anápsida (típica de las tortugas), sin forámenes en los elementos de la región temporal como un carácter de importancia evolutiva, el punto de referencia más antiguo lo constituirían los restos fósiles de los cotilosaurios, encontrados en los estratos geológicos del periodo Pérmico inferior, hace 280 000 000 de años aproximadamente, de los cuales el ejemplo más común es el género *Seymouria* proto-reptil, que presentó rasgos sumamente primitivos que lo identifican, por un lado, con los anfibios, por su cráneo y dentición, y por el otro lado con los reptiles, debido a la reducción en el número de huesos del esqueleto y la incubación de huevos con cáscara en el ambiente terrestre (Mendoza, 2008).

### **2.1.2 Sistemática**

De acuerdo con Eckert y Abreu (2001) la clasificación de las tortugas marinas por sus características, de generales a específicas, puede sintetizarse de la siguiente manera:

- Reino Animalia

Tienen membrana nuclear, mitocondrias, carecen de cloroplastos y paredes celulares, se reproducen por fecundación y su desarrollo incluye el proceso de la meiosis, digestión interna y sistema nervioso.

- Phylum Chordata

Tienen una espina dorsal.

- Subphylum Vertebrata

Tienen un esqueleto óseo, cráneo y columna vertebral.

- Superclase Tetrápoda

Tienen cuatro extremidades en forma de aleta.

- Clase Reptilia

Depositán huevos cleidoicos que no dependen del agua como ambiente circundante para su desarrollo.

Tienen pulmones y respiración aérea.

Cuerpo cubierto de escamas.

- Orden Testudines

Cráneo anápsido.

Viven dentro un caparazón óseo.

Las costillas están “al revés” (fuera del cuerpo en lugar que en el interior).

Columna vertebral reducida.

No tienen dientes, en su lugar poseen un pico (ranfoteca) formado por queratina.

Existen siete especies de tortugas marinas en la actualidad que están representadas en dos familias Cheloniidae y Dermochelyidae. Estas siete especies incluyen a la tortuga caguama o cabezona (*Caretta caretta*), la tortuga verde o prieta (*Chelonia mydas*), la tortuga carey (*Eretmochelys imbricata*), la tortuga lora (*Lepidochelys kempii*), la tortuga golfina (*Lepidochelys olivacea*), la tortuga aplanada (*Natator depressus*) y *Dermochelys coriacea* conocida como tortuga laúd (CONANP, 2020).

### **2.1.3 Morfología y Fisiología**

Son numerosas las características genéticas y morfológicas que distinguen a una tortuga marina de otros tipos de tortugas; algunas de éstas son relativamente obvias. Con mucho, la más distintiva es la forma del cuerpo y particularmente las extremidades delanteras. Estas se han modificado hasta formar unas aletas relativamente grandes por la prolongación de los huesos que forman la porción principal de la extremidad (Eckert y Abreu, 2001).

La morfología esquelética del cuerpo de las tortugas marinas tiene características muy especiales, ya que la concha se forma con el crecimiento de placas óseas de

origen dérmico que se fusionan dorsalmente a las costillas y a las vértebras, formando una dura bóveda; ésta se continua lateralmente en la parte ventral, con el plastrón que se encuentra solamente articulado en los puentes, por medio de tejido conectivo cartilaginoso, mismo que le permite cierta distensión en dirección vertical, facilitando los movimientos de la respiración. Sumado a esto, contrario a otro tipo de tortugas, la cabeza de las tortugas marinas es relativamente grande y al igual que las extremidades no pueden retraerla dentro de la concha. Por ello, las tortugas marinas han perdido la habilidad de proteger la cabeza y las extremidades recogéndolas al interior de la concha (Cahuich *et al.*, 2006; Eckert y Abreu, 2001).

Las tortugas marinas son organismos de respiración pulmonar, poiquilotermos (de sangre fría), con ciertos mecanismos metabólicos y de conducta que ayudan a la regulación térmica. A diferencia de la piel de los anfibios, que siempre está húmeda, las tortugas marinas se caracterizan por tener la piel seca, desprovista casi totalmente de glándulas y protegida por escamas corneas muy gruesas (escudos), lo que les permite abandonar el medio acuático sin peligro al desecamiento. La mayoría de los reptiles pierden periódicamente la piel, ya sea entera o a jirones, como culebras y lagartijas, a diferencia de las tortugas que no se desprenden voluntariamente de sus escudos, ni tampoco mudan la piel de manera regular, sino que presentan una descamación debido al desgaste normal de la epidermis (Márquez, 1996).

Un tema interesante sobre la fisiología de los reptiles, en particular de las tortugas marinas, es la forma en que mantienen el balance interno de sales y líquidos. Ya que estas especies viven en un medio muy salino y junto con el alimento constantemente ingieren sales, por lo que están expuestas a una excesiva concentración de sales y a la pérdida excesiva de agua a través de los riñones. Esta situación aparentemente queda solucionada por medio de dos mecanismos; el primero, es la secreción de una orina muy concentrada, que en las tortugas contiene amonio y urea en lugar de ácido úrico (la concentración de la orina se desarrolla tanto en la vejiga urinaria como en la cloaca, antes de ser expulsada junto con las heces fecales); el segundo mecanismo es la secreción de una solución hipertónica a través de glándulas especiales situadas en las orbitas oculares, conocidas como glándulas de la sal; por medio de ellas, estas

secretan continuamente un líquido espeso, el cual es muy visible cuando las tortugas salen a la playa a desovar; durante la anidación, esta abundante secreción cumple otra misión, que es mantener protegidos los ojos al evitar la fricción que les producirá la arena, levantada constantemente por el viento y por los mismos animales, durante la excavación y tapado de los nidos (Márquez, 1996).

#### 2.1.4 Descripción de *Lepidochelys olivacea*

El nombre de tortuga golfina (*Lepidochelys olivacea*) tiene su origen en el color oliva del caparazón de los individuos adultos. Su cabeza es de forma triangular, relativamente grande midiendo hasta 13 cm con dos pares de escamas prefrontales. Su carapacho es corto y ancho con una forma circular, con una longitud recta del carapacho (LRC) de hasta 72 cm, con un número único de seis a nueve pares de escudos costales con una configuración asimétrica y con una coloración que va de verde oliva a gris oscuro. El plastrón es de color crema y tiene un pequeño y distintivo poro cerca del margen posterior de cada uno de los cuatro escudos inframarginales. En sus extremidades tienen dos uñas en cada aleta y su peso varía de 35 a 50 kg. Las crías presentan de seis a nueve pares de escudos costales (a veces cinco); con una longitud típica del carapacho (LRC) de 38 a 50 mm (Figura 1) (Eckert *et al.*, 2000; Dick, 2005).

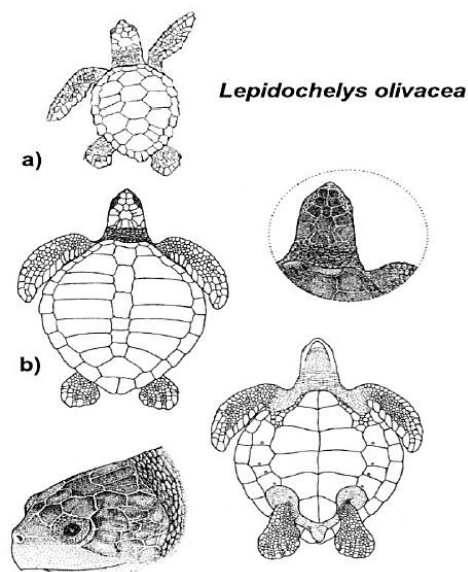


Figura 1. a) Ilustración de una cría de *Lepidochelys olivacea*. b) Ilustración de un ejemplar en etapa adulta con vista dorsal y ventral. Fuente: Eckert *et al.* (2000).

Las tortugas golfinas se distribuyen en todos los mares tropicales y subtropicales del mundo. En una escala global, es probablemente la más abundante de todas las especies de tortugas marinas. En el Océano Pacífico Oriental se encuentra desde el sur de California hasta la frontera norte de Chile, con áreas de concentración en México, desde la boca del Golfo de California hasta el Istmo de Tehuantepec. Las costas del estado de Oaxaca son donde principalmente anidan. Irónicamente, también es la menos abundante de las tortugas marinas en la región del Atlántico occidental (Eckert y Abreu, 2001).

### **2.1.5 Reproducción y anidación de *Lepidochelys olivacea***

Los ciclos de reproducción están regulados por estados fisiológicos y cambios ambientales. Una vez que los individuos alcanzan la madurez sexual e inician la reproducción, esta 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 golfinas, el ciclo más frecuente es el anual. 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 o cambios ambientales extraordinarios como el efecto de las corrientes cálidas producidas por el fenómeno de “El Niño” y enfermedades (Márquez, 1996). La época de reproducción en la costa americana se inicia con la llegada de las golfinas a partir del mes de abril o mayo, y empiezan a anidar en junio o julio, incrementándose su número hasta alcanzar el máximo en septiembre u octubre. Para diciembre el número de tortugas ya se ha reducido notoriamente y para enero o febrero puede decirse que la temporada de anidación ha terminado (Márquez, 1996).

La anidación de *Lepidochelys olivacea* comúnmente se efectúa durante el verano, en playas arenosas, dentro de zonas tropicales y subtropicales que se encuentran aproximadamente entre los 40°N y 30°S, siempre con temperaturas por encima de los 24°C en el agua superficial del mar (Sandoval, 2008). Generalmente las tortugas golfinas anidan cada año. Las cópulas pueden tener lugar frente a las playas de



puesta, aunque también algunos machos podrían permanecer en aguas oceánicas e interceptar a las hembras; tanto machos como hembras pueden copular con diferentes parejas (Varo-Cruz *et al.*, 2015).

Las tortugas de la especie *Lepidochelys olivacea* presentan dos tipos de comportamiento de anidación, uno es el solitario, donde los individuos arriban a las playas de manera independiente o en pequeños grupos a lo largo de la temporada de desove; el otro es masivo, conocido como las “arribadas”, donde de una manera sincronizada miles de hembras llegan a la playa en un período de pocos días a desovar (Brenes-Arias *et al.*, 2014). Sin embargo, en el caso de la Playa de Puerto Arista, Chiapas, las hembras de *Lepidochelys olivacea* realizan la anidación de manera solitaria (Figura 2); (Malanco, 2017).



Figura 2. Hembra anidadora de *Lepidochelys olivacea* realizando su nido en las playas de Puerto Arista. Autor: Daniela Ortiz Garzón.

En general las hembras de *Lepidochelys olivacea* ponen entre una y tres puestas por temporada, en intervalos variables según poblaciones y formas de anidar. En el caso de las anidaciones en solitario, el periodo entre puestas varía entre valores medios de 14 y 24 días; en el caso de las arribadas, ese intervalo es de aproximadamente 30 días, pero sorprende la enorme capacidad de las hembras para retener las puestas por periodos de hasta dos meses, si las condiciones ambientales no son las apropiadas (Varo-Cruz *et al.*, 2015). El número de huevos por nido varía generalmente entre 87 y 120 (Figura 3), según localidades; el diámetro de los huevos normalmente se encuentra entre 3.2 y 4.5 cm y el peso entre 30 y 38 gr. El periodo de

incubación suele durar entre 45 y 65 días y está fuertemente correlacionado con la temperatura de incubación, en donde como las demás especies de tortugas marinas y algunos reptiles, el sexo está determinado por la temperatura del nido, ya que, por debajo de los 27 o 28°C se producen machos y por encima de los 32°C se producen hembras (Varo-Cruz *et al.*, 2015).



Figura 3. Personal del campamento tortuguero recolectando huevos de *Lepidochelys olivacea* de un nido *in situ*. Autor: Daniela Ortiz Garzón.

### **2.1.6 Etología de *Lepidochelys olivacea***

En las crías se reconoce un periodo de intensa actividad llamado “frenesí de cría” o “frenesí natatorio”, mecanismo que aparentemente les permite moverse de la playa hacia el mar en el menor tiempo posible (Figura 4), reduciendo la oportunidad de ser depredadas en áreas relativamente densas de depredadores. La hiperactividad comienza cuando las crías ascienden del interior del nido hacia la superficie y continua al menos un día (CONANP, 2020). Los organismos en frenesí natatorio pueden llegar a nadar a una velocidad de hasta 1.57 km/h. Durante esta fase “frenética” las crías muestran mucho más vigor y energía que otros reptiles (CONANP, 2020). Por su parte, los juveniles establecidos en sus sitios de residencia costera, pueden mostrar un comportamiento de tenacidad por el sitio de alimentación, incluso algunos individuos permanecen dentro del perímetro de unos pocos kilómetros durante un período que puede abarcar de 8 a 20 años, mientras transcurre su proceso de maduración (CONANP, 2020). Después de alcanzar la fase de madurez y llegar a la edad de

primera reproducción, los adultos migran de sus áreas de alimentación a las áreas de anidación. Al parecer, las tortugas pueden regresar a las playas en las que eclosionaron, o en áreas muy cercanas a ellas, aún después de haber transcurrido varias décadas en el mar abierto y en diversos ambientes localizados a miles de kilómetros de su playa de origen; este fenómeno es conocido como filopatría (CONANP, 2020).



Figura 4. Crías de *Lepidochelys olivacea* mostrando un comportamiento de frenesí natatorio. Autor: Daniela Ortiz Garzón.

### **2.1.7 Importancia ecológica de *Lepidochelys olivacea***

Las tortugas marinas son consumidoras de invertebrados. Forman parte de complejas cadenas alimenticias tanto en las playas de anidación como en los ambientes costeros y oceánicos. Los estudios hasta ahora disponibles muestran que los huevos y los cascarones de los mismos, desempeñan una función importante en el mantenimiento de las raíces de algunas gramíneas y en la estabilidad de los ecosistemas asociados a las dunas costeras; mientras que los pastos marinos ramoneados por las tortugas verdes son más productivos (INECC, 2007).

El papel que juega la tortuga golfina (*Lepidochelys olivacea*) en la red trófica es muy importante, sobre todo considerando lo numerosas que han sido históricamente sus poblaciones. Al reducirse significativamente el número poblacional de tortugas, podría producirse un aumento explosivo de las especies que constituyen su alimento, tales como crustáceos, moluscos, peces, salpas y organismos pelágicos como medusas o langostillas. Por otra parte, durante las anidaciones masivas resultan beneficiadas muchas especies que habitan la playa, puesto que durante las

anidaciones como en los periodos de eclosión masiva de crías, hay alimento más que suficiente para cangrejos, aves, pequeños mamíferos, entre otros, contribuyendo a regular la dinámica poblacional de otras especies tanto en su papel de depredador como en el de presa (CONANP, 2020).

### **2.1.8 Importancia económica de *Lepidochelys olivacea***

En México, históricamente y hasta antes de 1990 con la aplicación de la veda, la importancia económica de las tortugas marinas, en especial de la tortuga golfina, fue significativa. La piel se destinó a la industria peletera para la fabricación de diversos productos como zapatos, cinturones y carteras; de la grasa se extraían aceites que eran utilizados en la fabricación de jabones, cremas faciales y diversos productos medicinales. El aceite de algunas especies se utilizó como lubricante de instrumentos de precisión y en la elaboración de pinturas para barcos. Los caparazones se han utilizado para la elaboración de artesanías, y los huesos y las vísceras se utilizaban como abono o para la fabricación de harinas como complemento alimenticio para aves de corral (INECC, 2007).

Específicamente, en el estado de Chiapas y en todo México, el uso consuntivo de ejemplares de tortugas golfinas, o de partes procesadas para otorgarles un valor agregado, se encuentra fuera de la legalidad. Sin embargo, se reconoce la existencia de una pesca dirigida e incidental y mercado negro de magnitud desconocida. También, desde hace algunos años se han venido desarrollando actividades basadas en el ecoturismo (observación en el medio natural, toma de fotografías, filmación de videos o películas, y documentales), la observación de hembras y crías durante la época de anidación y el buceo en la zonas cercanas, organizadas como actividades de esparcimiento, son prácticas que están mostrando un potencial económico que, bien planificado, no incurre en la disminución de las poblaciones ni en la degradación de los hábitats. Sumado a esto, la carne y los huevos se han utilizado de manera tradicional como fuente importante de proteínas para los pobladores costeros. El consumo de huevos ha tenido una mayor demanda en los centros urbanos, respondiendo a la creencia de que son afrodisíacos, además los platillos preparados

con su carne y sus aletas son muy apreciados en varias regiones de Chiapas y del país (INECC, 2007).

### **2.1.9 Estado de conservación y factores de riesgo para *Lepidochelys olivacea***

De acuerdo con la lista roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) clasifica a la tortuga golfina como una especie Vulnerable, lo que significa que tiene un alto riesgo de desaparecer (Dick, 2005). Por su lado, todas las especies de tortugas marinas de México (incluyendo a la golfina) se encuentran clasificadas en la categoría de riesgo de “en peligro de extinción” (P), de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA, 2019).

La tortuga golfina ocupa varios tipos de hábitats y amplias zonas geográficas en las diferentes fases de su ciclo de vida, estando expuesta a varias amenazas. Como menciona Varo-Cruz *et al.* (2015) entre ellas se encuentran:

- **La degradación y transformación del hábitat en zonas costeras**

El desarrollo urbanístico y la transformación del paisaje en las zonas costeras destruyen el hábitat natural e incrementan la erosión, disminuyendo así el área disponible para la anidación y alterando las condiciones del sustrato. Estas modificaciones también afectan a la incubación de los huevos y al comportamiento de las crías. La contaminación lumínica es una de las causas de mortalidad en las crías, ya que las desorientan al salir del nido dificultando que alcancen el mar.

- **Cosecha de huevos y captura de adultos**

Los nidos de tortuga olivácea han sido saqueados a lo largo de todo el mundo. Las leyes de regulación varían entre países, así como la implementación y control de su cumplimiento. En las zonas de anidación del Pacífico oriental, los huevos se usan para consumo humano y de animales domésticos y con fines comerciales, sea esta una práctica legal o ilegal. En las playas de anidación solitarias y sin protección, la extracción puede ser del 100%. Aunque la captura de adultos está actualmente prohibida en muchos lugares tanto en México como en Sudamérica, la realidad es que se sigue practicando de manera ilegal, aunque se desconoce el impacto que tiene

sobre las poblaciones (Chacón, 2002). Los adultos siguen siendo capturados cuando se encuentran en las zonas de reproducción y anidación. A pesar de ser la especie más abundante también ha sido la que ha sufrido mayor número de capturas, con valores de cientos de miles de individuos cada año. A la captura de huevos y tortugas adultas se le atribuye la desaparición de las arribadas en algunas playas y en otras, la desaparición por completo de la anidación.

- **Captura accidental con artes de pesca**

La captura accidental de la tortuga olivácea ocurre a nivel mundial y con pesca de arrastre, palangre de superficie, redes de cerco, redes de enmalle y pesca de línea. En el oeste del Atlántico, la captura accidental por pesca artesanal e industrial se considera la principal amenaza, destacando la pesca de arrastre de fondo. La interacción de la pesca y las hembras agrupadas frente a las playas de anidación se produce también en el este del Pacífico. En esta región se han descrito interacciones con pesca de arrastre de camarón, palangre, cerco y redes de enmalle. Las dificultades en el cumplimiento y la aplicación de los códigos y reglamentos de la pesca acentúan este problema. Aunque no se han diseñado medidas de mitigación específicas para la tortuga olivácea, existen varios códigos que incluyen medidas para las tortugas marinas, entre ellas, la adhesión a zonas y temporadas de pesca, el uso de dispositivos excluidores de tortugas (TED, por sus siglas en inglés), uso de anzuelos circulares y el ajuste de la profundidad de las líneas.

- **Contaminación marina**

La contaminación marina afecta a la salud, supervivencia y éxito reproductor de las tortugas marinas. Parte de la basura marina es ingerida por las tortugas marinas al confundirla con alimento, como es el caso de algunos objetos plásticos. Los restos de material de pesca a la deriva (redes, cabos y anzuelos) pueden causar la amputación de miembros o directamente la muerte. Por su parte, los contaminantes químicos se pueden encontrar disueltos en el medio o en las presas que las tortugas ingieren, incorporándolos a su organismo.

- **Calentamiento global**

Se espera que las tortugas marinas se vean afectadas por los múltiples procesos asociados al cambio climático y sus posibles consecuencias, como el aumento de la temperatura del aire y de los océanos, cambios en la circulación del océano, en las precipitaciones y en las tormentas, cambios en la productividad y aumento del nivel del mar que haría desaparecer playas de puesta. Otro de los impactos importantes en las playas estaría relacionado con el calentamiento de la arena, ya que los huevos sólo se desarrollan en un rango de temperatura y, además, de ella depende la determinación del sexo de los embriones.

Además, el aumento de eventos climáticos extremos como huracanes y ciclones tropicales, podría poner en peligro su hábitat inundando sus nidos y erosionando la playa (CIT, 2006).

Otra de las amenazas más importantes que afronta la tortuga golfina u olivácea, son sus depredadores naturales, que para los nidos son los mapaches, cerdos, zorrillos, tejones, cangrejos, larvas de mosca, hongos, perros domésticos, zopilotes, y distintas especies de aves marinas, quienes depredan a los neonatos. Además, tanto para Chiapas como para Oaxaca se ha documentado un factor importante en la mortalidad de huevos y embriones a consecuencia del ataque del escarabajo *Omorgus suberosus*. Este escarabajo ataca tanto a huevos como embriones vivos y muertos, ocasionando daños importantes a la especie, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT, 2018).

## **2.2 Generalidades de la playa y granulometría**

### **2.2.1 Descripción de una playa**

Una playa es la acumulación de sedimento no consolidado (arena, grava o canto rodado) que se sitúa entre la línea de máximo alcance del oleaje en temporal, pleamar viva y una profundidad que corresponde a la zona donde deja de producirse un movimiento activo de sedimentos debido a la acción del oleaje (MARN, 2019).

Debido a que las playas consisten en sedimentos no cohesivos más o menos empaquetados, actúan como amortiguadores que absorben, reflejan y disipan la

energía entregada a la costa por las olas. Al hacerlo, protegen las áreas detrás de la playa, especialmente durante las tormentas, del ataque de las olas y las inundaciones. Estas zonas de playa pueden ser acantilados, dunas o marismas y lagunas bajas (Anthony, 2005).

Las playas se dividen en tres zonas: la infraplaya que es la zona de la playa comprendida entre el límite de la marea baja hasta la profundidad donde empieza el efecto del oleaje; la mesoplaya que es la zona comprendida entre el límite de la marea alta y el límite de la marea baja, generalmente con pendiente en dirección hacia el mar, y la supraplaya que es la zona comprendida entre el límite de la marea alta y el límite donde se tiene ya algún proceso continental (malecón, dunas o vegetación) y que en condiciones normales está seca (Figura 5) (Bolongaro *et al.*, 2010).

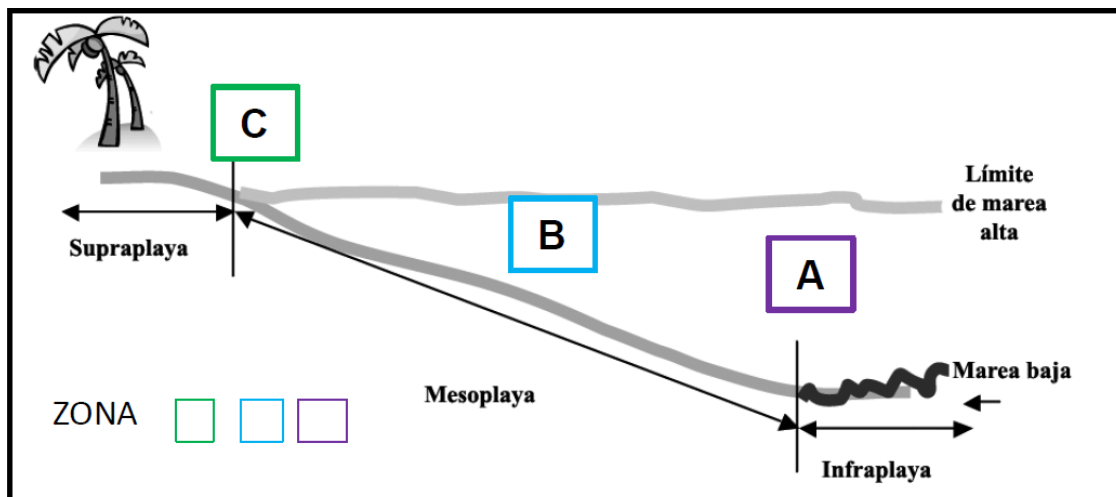


Figura 5. Esquema de un perfil de playa. Fuente: Bolongaro *et al.* (2010).

## 2.2.2 Análisis Granulométrico

El análisis granulométrico de un suelo tiene por finalidad determinar la proporción de sus diferentes elementos constituyentes, clasificados en función de su tamaño. Una de las técnicas o métodos mayormente empleados es el de granulometría por tamizado; este ensayo consiste en el tamizado del suelo mediante tamices o cedazos, reteniendo cada tamiz aquellas partículas cuyo tamaño es superior a la luz de malla correspondiente (a cada número de malla le corresponde una abertura estándar). A la fracción mayor se le denomina como gravas o bolones y a la fracción menor como limo



o arcilla. El peso de estos rechazos se relaciona al peso total del suelo tamizado (Sanz-Llano, 1975). La cantidad de suelo retenido indica el tamaño de la muestra (Bravo Guzmán *et al.*, 2012), como se indica en el cuadro 1.

Cuadro 1. Distribución de partículas según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS).  
Fuente: Geotech Environmental Equipment (2013).

SUCS	Mallas (N°)	US Standard Sieve N°.	Abertura (mm)
Grava	187 OPN	4	4.7498
Arena gruesa	132 OPN	6	3.3528
Arena gruesa	90 OPN	8	2.286
Arena mediana	72 OPN	10	1.8288
Arena mediana	60 OPN	12	1.524
Arena mediana	51 OPN	14	1.2954
Arena mediana	46 OPN	16	1.1684
Arena mediana	40 OPN	18	1.016
Arena mediana	30 OPN	20	0.762
Arena mediana	26 OPN	25	0.6604
Arena mediana	23 OPN	30	0.5842
Arena mediana	20 OPN	35	0.508
Arena fina	15 OPN	40	0.381
Arena fina	09 OPN	60	0.2286
Arena fina	055 OPN	100	0.1397
Arena fina	046 OPN	120	0.1168
Arena fina	041 OPN	140	0.1041
Limo	029 OPN	200	0.0737
Limo	024 OPN	230	0.061
Limo	021 OPN	270	0.0533

### 2.2.3 Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS)

El Unified Soil Classification System o Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (S.U.C.S) fue propuesto por Arturo Casagrande como una modificación al sistema de clasificación propuesto en 1942 para los aeropuertos. Esta clasificación divide a los suelos en tres grupos principales, suelos de grano grueso, suelos de grano fino y suelos orgánicos (Chacón-Pérez *et al.*, 2016).

La primera y más importante decisión está dada por el contenido de finos, definido como el correspondiente a partículas de diámetro equivalente menor a 0,075 mm, pasante del tamiz #200 (US Standard). Si menos del 50% en peso del suelo pasa el tamiz #200, entonces el suelo es “grueso” y se clasifica en arena o grava usando el tamiz #4. De otro modo, el suelo es “fino” y se sub clasifica en limo o arcilla, usando los límites de plasticidad (Figura 6) (Narsilio y Santamarina, 2016).

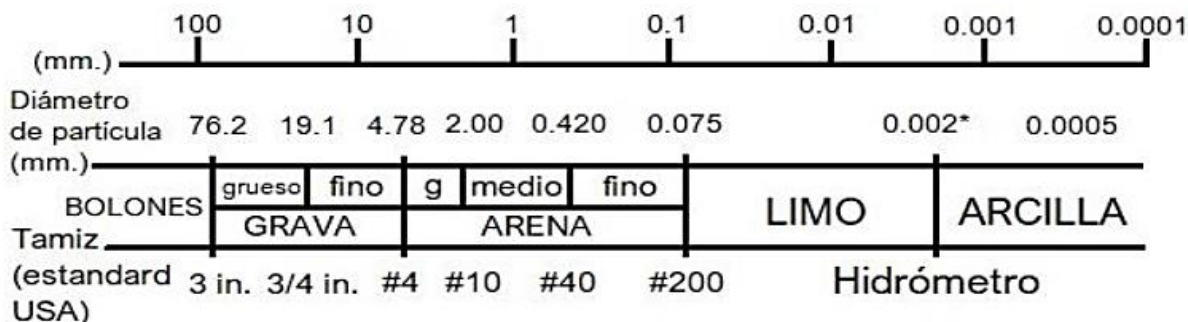


Figura 6. Sistema Unificado de Clasificación de Suelos basado en el análisis granulométrico y los límites de Atterberg. Fuente: Narsilio y Santamarina (2016).

## 2.2.4 Representación de la distribución granulométrica

Siempre que se cuente con suficiente número de puntos, la representación gráfica de la distribución granulométrica debe estimarse preferible a la numérica de tablas (Cuadro 2).

Cuadro 2. Representación de la tabla de clasificación de suelos según SUCS, incluyendo los componentes observados en cada tipo de arena.

SUCS	Componentes observados en la arena	Malla (N°)	US Standard	Abertura mm	Peso (gr)
					Total

## **2.3 Estrategias de conservación para las tortugas marinas**

La meta global de cualquier plan de conservación para las tortugas marinas es promover la supervivencia a largo plazo de las poblaciones, incluyendo la recuperación sostenida de poblaciones diezmadas y la protección de hábitats críticos, al mismo tiempo que se busca integrar estos objetivos con el bienestar y necesidades de las comunidades con las que interactúan. Los objetivos específicos pueden variar, pero deben incluir: la identificación de poblaciones, la evaluación del estado de conservación de la población a lo largo de su área de distribución y la identificación de áreas clave de reclutamiento (tales como sitios de reproducción y de anidación); además debe existir un seguimiento regular de poblaciones (para determinar tendencias); la medición o estimación de mortalidad anual; una protección eficaz de las principales playas de anidación, áreas de alimentación y corredores migratorios conocidos o supuestos; la instrumentación de un marco regulatorio eficaz; control del comercio doméstico e internacional para partes, productos y sub-productos de tortugas marinas; y lograr, así como perpetuar el apoyo del público en general para las metas y objetivos del programa (Eckert *et al.*, 2000).

### **2.3.1 Efectos antropogénicos**

Es evidente que el conocimiento de los efectos de las actividades humanas sobre las tortugas marinas en hábitats de alimentación y anidación es prioritario para lograr un manejo y conservación efectivos, por lo que, el nivel actual de la captura directa de tortugas en dichas zonas debe ser evaluado (Bjorndal, 2000).

El declive mundial de las tortugas marinas puede ser atribuido a la sobreexplotación debido a la captura dirigida a ellas y al saqueo de sus huevos con fines comerciales y de subsistencia en algunas zonas costeras. Hoy en día todas las especies de tortugas marinas se incluyen en el Apéndice I de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre (CITES), su comercio entre los países está prohibido. Además de prohibir la captura, retención o muerte intencionales de las tortugas marinas, así como el comercio doméstico de las mismas, sus huevos, partes o productos y cumplir con las obligaciones establecidos en la CITES. Sin embargo, a niveles locales se reporta diariamente la venta ilegal y el saqueo de los

nidos, así como el comercio de los productos y subproductos de las tortugas marinas, lo que genera gran preocupación. Pese a las prohibiciones locales, la carne de tortuga todavía constituye un platillo muy apetecido. De los escudos de las tortugas extraídos del caparazón, se fabrican numerosos artículos, incluyendo anteojos, peines, anillos, y pulseras. Además, caparazones e individuos disecados de todos los tamaños constituyen artículos frecuentes de comercio, muchos de éstos son juveniles, sacrificados sin haber tenido la oportunidad de reproducirse, Convención Interamericana para la Protección y Conservación de las Tortugas Marinas (CIT, 2006).

### **2.3.2 Estrategias de Conservación para *Lepidochelys olivacea* en México y Chiapas**

En México, el Gobierno Federal ha establecido e instrumentado una serie de mecanismos legales y técnicos a fin de proteger, conservar y propiciar la recuperación de las poblaciones de las diversas especies de tortugas marinas, así como sus áreas de anidación. Por lo que, la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente ejerce una serie de acciones para reforzar la protección de las regiones del país con presencia de tortugas marinas, tales como: aumento de la presencia en playas de anidación; recorridos de vigilancia por playa y por mar; certificación y verificación de la flota camaronera de arrastre (dispositivos excluidores de tortugas o DETS); visitas de inspección a centros de acopio; visitas de inspección a campamentos tortugeros, actividades turísticas y colectas científicas; revisiones de embarcaciones durante la temporada de anidación; cursos de formación de capacidades y capacitación de comités de vigilancia participativa (PROFEPA, 2019).

Una de las playas de anidación más importantes de México es el Santuario Playa de Puerto Arista, ubicado en el estado de Chiapas, que es un área de alimentación y apareamiento muy importante para la tortuga golfina (*Lepidochelys olivacea*). En esta localidad, por años se han realizado esfuerzos para el monitoreo y conservación de las tortugas marinas, dichas actividades abarcan la vigilancia nocturna de sectores en los que está dividida la playa en donde hay mayor número de nidadas saqueadas y depredadas, reubicación de las nidadas en corrales de incubación dentro de las

instalaciones del campamento, monitoreo del éxito de eclosión de los huevos y la liberación de neonatos. Sin embargo, actualmente es evidente que se requiere más información que oriente adaptaciones y mejoras de las acciones que se implementan para la conservación, con bases cuantitativas y referencias sobre el manejo que se da a las nidadas en términos de las condiciones térmicas de incubación; además del déficit existente referente a estudios del impacto social en estas zonas de anidación (Cuevas-Flores *et al.*, 2019).

En Chiapas, también existen Centros para la Protección y Conservación de la Tortuga Marina dirigidos por la Secretaría de Medio Ambiente e Historia Natural (SEMAHN) en Boca del Cielo en el municipio de Tonalá, Costa Azul en el municipio de Pijijiapan y Barra Zacapulco en el municipio de Acapetahua, con estos campamentos ubicados a lo largo de la costa Chiapaneca se protege aproximadamente el 60% de playas. En todos estos centros, se protegen y conservan a las distintas especies de tortugas marinas que arriban a las playas del estado, con la finalidad de disminuir la presión sobre sus poblaciones, mediante la realización de actividades o estrategias de conservación tales como el monitoreo de playas, reubicación y protección de nidadas y actividades de sensibilización a los habitantes mediante la participación conjunta de las autoridades estatales, municipales y comunidades locales (SEMAHN, 2018).

### **III. ANTECEDENTES**

En la actualidad las poblaciones de distintas especies de tortugas marinas se encuentran reducidas y en peligro debido en su mayoría, a factores antrópicos. Esta problemática ha orillado a la creación de programas y estrategias de conservación que están orientados principalmente a la fase de anidación, debido a que, una vez en el océano es más difícil protegerlas. Es por lo que los esfuerzos se han enfocado en trasladar los huevos a viveros o sitios de incubación, protegidos de saqueadores y algunos otros depredadores como los perros, aves y cangrejos, entre otros.

Un trabajo acerca de la anidación de *Lepidochelys olivacea* es el de Vázquez (2018), quien estudió las playas del Pacífico mexicano en el periodo de 1985 hasta el 2013; el autor elaboró una base de datos los cuales fueron recopilados de tesis e informes revisados de mayor relevancia, tomando en cuenta el número de nidos,

número de huevos, número de crías y porcentaje de avivamiento. Dichos datos se ordenaron por entidad federativa y sus playas respectivamente; se obtuvieron resultados de anidaciones de manera solitaria y por arribadas, de esta última la playa la Escobilla, Oaxaca es la que contó con el mayor número de anidaciones de *Lepidochelys olivacea* en México. En cuanto a la anidación solitaria las playas con mayores registros en años consecutivos fueron la Playa el Verde en Sinaloa de 1985 a 1999 y la playa Boca Apiza en Colima con una continuidad de datos de 1987 a 2002. Destaca la playa de Chacahua, Oaxaca de 1992 a 1999 en donde se observó un mayor número de anidaciones, aunque con picos abruptos de anidación.

Por su lado, Zambrano (2008) también estudio la anidación de *Lepidochelys olivacea*, pero en la playa de Ixtapilla en Michoacán en el periodo de septiembre a diciembre de 2008; realizó monitoreos de arribadas, muestreos para evaluación del éxito de eclosión en nidos *in situ* y observaciones acerca de la biología de la especie; además, se hicieron observaciones sobre la presencia de escarabajos en la playa y tumores externos en las hembras anidadoras. En la primera arribada se estimaron 13,989 nidos en playa y en la segunda se estimó un total de 18,905 nidos; el porcentaje de eclosión fue de 95.8%, la tasa más alta calculada en comparación con otras playas de anidación en el mundo. La fecundidad promedio fue de 78.5, número bajo comparándola con otras playas de arribadas. Se registró una hembra con tumores cutáneos de entre 3 y 11 cm en el área de los ojos, cuello y aletas, y se observaron escarabajos *Omorgus suberosus* en el área con mayor densidad de nidos. El porcentaje de eclosión fue alto debido a que las características ecológicas de la playa son propicias para el desarrollo embrionario de las tortugas, y aunque se registró la presencia de *O. suberosus*, que podría ser un elemento dañino para las nidadas, aún no representa un riesgo serio para el desarrollo embrionario. De la misma manera, la presencia de tumores cutáneos parece ser imperceptible, pues al ser una población joven la enfermedad parece no estar generalizada.

Para el estado de Chiapas, Mendoza (2008), realizó un trabajo acerca de la sobrevivencia de las crías de tortuga golfina (*Lepidochelys olivacea*) con relación al número de huevos reubicados en el vivero de incubación del centro para la protección

y conservación de la tortuga marina en “Boca del Cielo”, Tonalá en el estado de Chiapas; el autor analizó 281 nidadas relacionando el éxito de sobrevivencia (ES) con el número de huevos reubicados por nido (NHRN) aplicándoles modelos estadísticos de regresión lineal simple y coeficientes de correlación y determinación. Determinó que la relación existente en las variables antes mencionadas es significativamente positiva, es decir, que, al reubicar la cantidad óptima de huevos por nido, es posible mejorar en un 76.7% los pronósticos de supervivencia de las crías.

Por otro lado, Nataren (2015), evaluó la situación de anidación de *Lepidochelys olivacea* en la playa de Puerto Arista, Chiapas durante el periodo de 2003 a 2007; se sistematizó toda la información recabada para conocer el comportamiento anual. Se registraron 6,896 nidos, así como también se dieron a conocer los sectores preferentes de anidación resultando con más nidos el 2, 4 y 6, y la zona B. También se describieron las características de las hembras anidadoras donde las medidas del largo curvo del caparazón oscilaron entre 58 a 85 cm, y no se registró una correlación entre el LCC y el tamaño de la nidada. Y también se observó que los procesos hidrometeorológicos, como el fenómeno Niño, tienen relación con esta especie aumentando el número de anidaciones y la actividad reproductiva.

Por su parte, Mejía (2020) realizó la caracterización de la playa de Puerto Arista, Chiapas y la anidación de la tortuga golfina (*Lepidochelys olivacea*) durante el periodo de 2014-2015, en dicho trabajo se consideró las variables referentes al número de huevos, número de nidos, sectores y zonificación de anidación, además de describir los aspectos biofísicos de la playa de anidación, como son la granulometría, vegetación representativa y los potenciales depredadores de la especie. Los resultados obtenidos indican que durante el año 2014 se reportaron 6 893 nidos con un total de 521 405 huevos, promediando 85.65 huevos por nido (h/n). Para el año 2015 se consiguió un total de 4 756 nidos, con 429 826 huevos con un promedio de 91.61 h/n. La anidación se presentó durante todo el año en las playas de Puerto Arista, sin embargo, los mayores registros se obtuvieron durante la temporada de lluvia y los picos de anidación fueron en septiembre y octubre. Además, se observó que las tortugas eligieron el sector tres con mayor anchura de playa (promedio de 88 m), la

cual es una playa abierta, con poca pendiente, limitada por un estero, y aislada del asentamiento humano. La zona de mayor preferencia fue la zona B o mesoplaya con 57% de la anidación, posiblemente debido a la preferencia de la especie o la ubicación del nido con respecto a la marea. También se tamizaron muestras de arena de cada sector de la playa y menos de un gramo de arena fue retenida en la malla número 30 (23 OPN), con una apertura de 0.5842 por lo que las muestras eran en su mayoría de arena fina a limos. En cuanto a la flora de Puerto Arista se registraron tres especies correspondientes al tipo arbustivo, tres al tipo árboles, y 10 al tipo herbáceas; y se registraron 25 depredadores potenciales que pertenecen a 20 familias, y cuatro clases: Reptilia, Aves, Mammalia, y Malacostraca; 15 especies para aves, cuatro para mamíferos, tres para reptiles y tres especies para los malacostráceos.

## IV. OBJETIVOS

### 4.1 Objetivo General

Analizar la estrategia de conservación y principales amenazas para la conservación de la tortuga golfina (*Lepidochelys olivacea*) efectuada en el campamento tortuguero de Puerto Arista, Chiapas.

### 4.2 Objetivos Particulares

- Describir los principales aspectos biofísicos de los seis sectores de anidación de la playa de Puerto Arista y de los dos corrales de incubación del campamento tortuguero, relacionados con la granulometría de los corrales y sector.
- Enlistar los potenciales depredadores de la tortuga golfina (*Lepidochelys olivacea*) que ingresan a los corrales de incubación, durante las etapas de huevo y cría.
- Identificar los factores antropogénicos que afectan a los huevos, neonatos y hembras anidadoras.
- Proponer alternativas que permitan mejorar la estrategia de conservación empleada.



## V. ZONA DE ESTUDIO

Puerto Arista es una localidad ubicada en la república mexicana perteneciente al municipio de Tonalá en el estado de Chiapas. Está localizado sobre la costa del océano Pacífico en la región Istmo-Costa al norte de la región Soconusco. Se encuentra ubicado en las coordenadas  $16^{\circ} 05'22''N$   $93^{\circ} 45'05'' O$  y a 18.2 kilómetros en dirección norte de la ciudad de Tonalá, colindando al norte con el municipio de Villaflores y al sur con el Golfo de Tehuantepec, es decir, muy cercano a la frontera de Chiapas con el estado de Oaxaca (Figura 7).

La zona de “Santuario Playas de Puerto Arista” se ubica dentro de la Región Marina Prioritaria Número 39 de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. La playa de anidación cuenta con una extensión de 30 km de largo situada entre los extremos de Paredón ( $16^{\circ} 03'15.5''N - 93^{\circ} 52'03.3''O$ ) y Boca del Cielo ( $15^{\circ} 51'10.8''N - 93^{\circ}40'10.2''O$ ), dentro de las localidades de Puerto Arista, Cabeza de Toro, Playa del Sol, Ignacio Allende y Belisario Domínguez en el Municipio de Tonalá, Chiapas (CONANP, 2008; CONANP, 2018).

Puerto Arista mantiene una gran riqueza biótica a causa de su ubicación geográfica en la costa de Chiapas, dicha región es muy importante, pues en ella se encuentran diversos tipos de vegetación, siendo las más dominantes las dunas costeras, el manglar, la selva baja caducifolia y la vegetación hidrófila (CONANP, 2019).



Figura 7. Ubicación de Puerto Arista y localización de la zona de protección “Santuario de la Tortuga Marina”. Fuente: Secretaría de Turismo (SECTUR), 2017.

En Tonalá las principales corrientes del municipio son: los ríos perennes Arroyo de Jesús, Los Horcones, San Isidro, Tiltepec y Zanatenco, y los ríos intermitentes Los Patos, Las Hermanas y Quetzalapa, siendo los ríos Zanatenco y Quetzalapa los más cercanos a Puerto Arista. También se encuentran las lagunas perennes La Joya, Las Conchas y los Esteros Tortuga, Pampa El Capulín y La Torera. Además de estar dentro del sitio Ramsar del Sistema Estuarino Puerto Arista que se ubica dentro de las subcuencas Laguna Mar Muerto y Zanatenco, pertenecientes a la cuenca Mar Muerto, Laguna de la Joya, Jesús y El Porvenir de la cuenca Río Pijijiapan (CONANP, 2012) (Figura 8).



Figura 8. Mapa que delimita el Santuario de la tortuga y el Sistema Estuarino Puerto Arista, Tonalá, Chiapas. Fuente: Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), 2012.

Los climas predominantes según la clasificación de Köppen-Geiger son el cálido subhúmedo con lluvias en verano, de humedad media A (W1) y el cálido subhúmedo con lluvias en verano de mayor humedad A (W2). La temperatura media anual promedio es de 28. 10° C. La precipitación anual promedio es de 1 535.8 mm

distribuido en dos estaciones bien marcadas durante el año: la húmeda de mayo a octubre y la seca, de noviembre a abril (CONANP, 2012).

## **VI. MÉTODO**

Para poder conocer y realizar el análisis de la estrategia enfocada hacia la conservación de la tortuga golfina (*Lepidochelys olivacea*) en la localidad de Puerto Arista, así como los factores que afectan a los huevos, neonatos y hembras anidadoras, la metodología se dividió siguiendo los objetivos planteados en este trabajo.

### **6.1 Sistematización de los principales aspectos biofísicos de los seis sectores de anidación y dos corrales de incubación**

Los aspectos biofísicos permiten la comprensión de los elementos bióticos y abióticos que componen el lugar donde un organismo habita, desarrolla alguna etapa de su vida o realiza un evento la especie estudiada; por dicha razón, es que en el presente trabajo la comprensión del papel que juegan los distintos sectores de playa donde las tortugas golfinas (*Lepidochelys olivacea*) anidan, así como la fauna con la que conviven en cada sector es fundamental para comprender si existen algunas zonas donde las hembras anidadoras y los huevos corren más peligro, y por tanto, requieren de mayor vigilancia y protección.

#### **6.1.1 Análisis de granulometría**

1.- Durante los recorridos nocturnos en cuatrimoto realizados en las visitas al Centro para la Protección y Conservación de la Tortuga Marina, se tomaron seis muestras de 500 g de la arena de un nido de la zona B o zona de mesoplaya que es la zona de alta preferencia de las tortugas golfinas para anidar, correspondientes a los seis sectores en los que está dividida la playa de Puerto Arista (Anexo 1). Es importante mencionar que, de acuerdo a los registros oficiales de recolecta de la SEMAHN (Anexo 3), la mayoría de hembras anidadoras prefieren anidar en la zona B, es por ello que únicamente se tomaron muestras de la mesoplaya de cada sector (SEMAHN, 2020). Así mismo, se tomaron dos muestras de 500 g de arena, cada una referente a un nido del corral de incubación uno y dos. Se etiquetó cada muestra indicando el sector y

corral de incubación de donde fue obtenida, además de indicar, con la ayuda de un flexómetro la profundidad a la que se colectó y la distancia del nido hacia el mar.

2.- Se secaron todas las muestras de arena en planchas expuestas al sol, se limpiaron para eliminar residuos de las actividades humanas del sedimento y, por consiguiente, se guardaron en bolsas para su posterior análisis granulométrico en seco en el laboratorio.

3.- El experimento fue realizado en el laboratorio de Hidrobiología del Instituto de Ciencias Biológicas, por medio de un equipo mecánico de análisis de grano Geotech Sand Shaker (Figura 9), que consiste en varias columnas de tamices con intervalos distintos de aperturas (Cuadro 3), en el cual se tamizaron 500 g de arena (correspondientes a cada sector y a los dos corrales de incubación) con la finalidad de conocer el tamaño de partículas de un suelo y así poder definir el tipo de suelo presente en cada sector, además de observar con la ayuda de un microscopio estereoscopio otros componentes de la arena de los nidos de cada sector y los dos corrales de incubación.

4.- Con la ayuda de una balanza analítica se pesó la arena que iba quedando retenida en cada tamiz, para poder conocer los diferentes tipos de arena presentes en cada muestra y saber cuál es la predominante.

5.- Se elaboraron tablas por cada sector y los dos nidos de incubación para resumir toda la información obtenida.

Cuadro 3. Clasificación de los tamices según SUCS y aperturas.

SUCS	Mallas (N°)	US Standard	Abertura (mm)
Arena gruesa	132 OPN	6	3.3528
	90 OPN	8	2.286
Arena mediana	72 OPN	10	1.8288
Arena mediana	51 OPN	14	1.2954
Arena mediana	40 OPN	18	1.016
Arena mediana	30 OPN	20	0.762
Arena mediana	23 OPN	30	0.5842

Arena mediana	20 OPN	35	0.508
Arena fina	15 OPN	40	0.381
Arena fina	9 OPN	60	0.2286

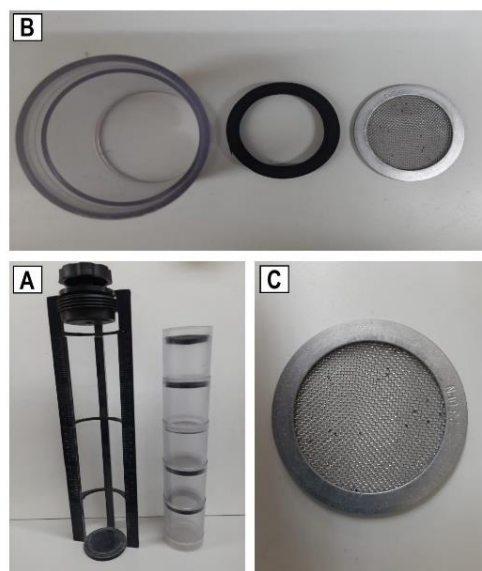


Figura 9. a) Armazón y cilindros apilados de Geotech SandShaker, b) cilindro de plástico, empaque de espuma y malla y, c) malla con borde de acero inoxidable 23 OPN (0.5842 mm).

## 6.2 Depredadores que ingresan a los corrales de incubación y afectan a los huevos y neonatos

Dado que, el proceso de incubación de los huevos como el nacimiento de las crías es llevado a cabo dentro de corrales de incubación, se realizó un listado de potenciales depredadores, tomando en cuenta a aquellos que atacan a los huevos durante su proceso de incubación en la arena, y de aquellos que logran ingresar a los corrales de incubación y se alimentan de las crías recién nacidas.

Por medio de fotografías realizadas con una cámara de celular Samsung S9 Plus de 12 megapíxeles, se capturaron a los depredadores; o se registró en la libreta de campo la especie avistada, en caso de no haber sido fotografiada.

Se utilizaron guías de identificación por taxón encontrado, tales como:

Guía de Aves:

- a) A Guide to the Birds of México and Northern Central America por Steve N.G. Howell y Sophie Webb (1995)

Guía de Mamíferos:

- a) A Field Guide to the Mammals of Central America and Southeast Mexico por Fiona A. Reid (2009)

Base de Datos de Anfibios:

- a) Amphibia Web. (<https://amphibiaweb.org/index.html>)

Guía de Insectos:

- a) Borror and DeLong's Introduction to the Study of Insects por Charles A. Triplehorn y Norman F. Johnson.

Finalmente se realizó un listado de las especies obtenidas.

### **6.3 Identificación de los factores antropogénicos que afectan a los huevos, neonatos y hembras anidadoras**

Para poder identificar los factores antropogénicos que afectan a huevos y hembras anidadoras, de acuerdo a Diez y Ottenwalder (2000), la mejor estrategia para obtener esta clase de información, desde el punto de vista costo-beneficio, es el emprendimiento de una serie de entrevistas; para dichas entrevistas se formularon tres encuestas con preguntas distintas enfocadas a tres sectores de la población de la localidad de Puerto Arista: a los trabajadores oficiales del Centro para la Protección y Conservación de la Tortuga Marina, a los pescadores y a la comunidad local, incluyendo dueños de hoteles y restaurantes. Las preguntas estuvieron enfocadas hacia aspectos referentes a las anidaciones, la venta ilegal de huevos o carne de tortuga en mercados, restaurantes o por vendedores ambulantes y a los peligros generales que la especie afronta a causa de las actividades humanas cotidianas. Así como también, algunas preguntas estuvieron dirigidas a conocer si el presupuesto y los recursos otorgados al Programa de Conservación de la Tortuga Marina son suficientes o si existen carencias, y de qué tipo.

Las entrevistas se realizaron en un lapso total de seis meses (de julio a diciembre del 2020), encuestando a 30 habitantes locales o de la comunidad, a 30 pescadores y a cuatro trabajadores oficiales del Centro para la Protección y Conservación de la Tortuga Marina, debido a que únicamente laboran cuatro personas de base. Finalmente, se realizaron cuadros y distintos gráficos (de barras o circulares) que permitieron la síntesis de toda la información obtenida.

#### **6.4 Descripción de la estrategia de conservación**

Se solicitó el permiso a la Secretaría del Medio Ambiente e Historia Natural (SEMAHN) para el ingreso al Centro para la Protección y Conservación de la Tortuga Marina de Puerto Arista durante la temporada alta de anidación; es decir, que se realizaron visitas mensuales que constaron de una estancia de tres días a partir del mes de julio del año 2020 hasta el mes de diciembre del mismo año.

Para lograr conocer y posteriormente realizar el análisis de la estrategia de conservación empleada, se apoyó al personal del campamento tortuguero en todas las actividades que realizan diariamente, tales como, la vigilancia y patrullaje que constaron de recorridos nocturnos en una cuatrimoto en el horario de las 21:00 horas hasta las 7:00 de la mañana; en dichos recorridos se llevaron a cabo actividades de recolecta, transporte y reubicación de nidos a los corrales de incubación pertenecientes al Centro para la Protección y Conservación de la Tortuga Marina. Además, también se realizaron liberaciones de crías recién nacidas y limpieza del corral de incubación.

También se solicitó el acceso a la base de datos tanto de la temporada baja (la cual abarca los meses de enero a junio) y alta de anidación (la cual abarca los meses de julio a diciembre) del año 2020 resguardados por la Secretaría del Medio Ambiente e Historia Natural (SEMAHN) para realizar un análisis estadístico básico descriptivo que evaluó la efectividad de la estrategia empleada. Para ello, se tomaron en cuenta el total de huevos recolectados por cada uno de los meses, el número de huevos que no fueron viables, y el total de crías vivas y muertas, con la finalidad de observar si más del 50% de los huevos que se recolectan en ambas temporadas, llegan a ser adecuadamente incubados y liberados como crías recién nacidas. Se elaboró un

cuadro para resumir toda la información obtenida, tanto de la temporada baja como alta de anidación y finalmente se elaboraron dos gráficas de puntos.

Tomando en cuenta todas las anotaciones y observaciones realizadas de cada una de las actividades que conforman a la estrategia de conservación, sumado al resultado del análisis estadístico, se propusieron algunas alternativas y sugerencias que puedan ser implementadas para mejorarla.

## VII. RESULTADOS

### 7.1 Análisis de granulometría

En las seis visitas mensuales que se realizaron al Centro para la Protección y Conservación de la Tortuga Marina en la localidad de Puerto Arista, se recolectaron un total de ocho muestras de arena, seis correspondientes a la zona B o zona de mesoplaya (que es la zona de más alta preferencia de anidación para *L. olivacea*) de cada uno de los sectores que abarcan los 30 km de playa que se protegen, y dos muestras correspondientes a ambos corrales de incubación.

La muestra de arena del sector uno se recolectó a 43 cm de profundidad, que es la profundidad a la que la hembra de *Lepidochelys olivacea* depositó sus huevos, y con una distancia hacia el mar de 22.9 m; la muestra del sector dos se recolectó a 42 cm de profundidad, con una distancia al mar de 20.2 m; la muestra del sector tres se tomó a 40 cm de profundidad con una distancia al mar de 27 m; la muestra del sector cuatro se tomó a 41 cm de profundidad con una distancia al mar de 16.2 m; la muestra del sector cinco se obtuvo a 40 cm de profundidad con una distancia al mar de 14.1 m; finalmente la muestra del sector seis se obtuvo también a 40 cm de profundidad y con una distancia al mar de 15.9 m. Respecto a las muestras de arena de los corrales de incubación, para el corral número uno se obtuvo a 40 cm de profundidad (imitando la profundidad promedio a la que colocan sus nidos las hembras anidadoras) y la muestra del corral dos igualmente se obtuvo a la misma profundidad. La muestra del corral uno tuvo una distancia al mar de 75.3 m y la muestra del corral dos una distancia de 93.9 m.



Se pudo observar que el tamiz número 40 (15 OPN) que tuvo una abertura de 0.381 mm, tuvo la mayor retención de arena en casi todas las muestras (Cuadros 4 al 11) mostrando la predominancia de arenas finas. Mientras que la menor retención de arena se observó en el tamiz número 6 (132 OPN) con abertura de 3.3528 mm, con un tipo de arena gruesa; todo esto indica y es posible deducir que las muestras se componen en su mayoría de arenas finas, con presencia de arenas medianas, aunque en menor cantidad. Las arenas gruesas estuvieron presentes en muy poca cantidad y únicamente en las muestras del corral de incubación uno (Cuadro 10), en el corral dos (Cuadro 11), en el sector uno (Cuadro 4) y en el sector tres (Cuadro 6).

En ambos corrales de incubación predominaron las arenas finas al igual que en la mayoría de los sectores, indicando así, que la arena usada para incubar los huevos en corrales es muy parecida o casi igual que cuando las nidadas se incuban de manera *in situ*.

Cuadro 4. Tipos de arena presentes en el sector uno, zona de mesoplaya.

SUCS	Componentes observados en la arena	Malla (N°)	US Standard	Abertura (mm)	Peso (gr)
Arena gruesa	Restos de larvas de moscas	132 OPN	6	3.3528	0.1
Arena mediana	Restos de bivalvos	51 OPN	14	1.2954	0.02
Arena mediana	Restos de bivalvos	40 OPN	18	1.016	0.1
Arena mediana	Restos de bivalvos	30 OPN	20	0.762	0.6
Arena mediana	Granos de arena mediana	23 OPN	30	0.5842	55.3
Arena mediana	Granos de arena mediana	20 OPN	35	0.508	153
Arena fina	Granos de arena fina	15 OPN	40	0.381	280
Arena fina	Granos de arena fina	9 OPN	60	0.2286	9
					Total: 498.12

Cuadro 5. Tipos de arena presentes en el sector dos, zona de mesoplaya.

<b>SUCS</b>	<b>Componentes observados en la arena</b>	<b>Malla (N°)</b>	<b>US Standard</b>	<b>Abertura (mm)</b>	<b>Peso (gr)</b>
Arena mediana	Restos de bivalvos	51 OPN	14	1.2954	0.3
Arena mediana	Restos de bivalvos	40 OPN	18	1.016	0.1
Arena mediana	Restos de bivalvos	30 OPN	20	0.762	2.9
Arena mediana	Restos de bivalvos	23 OPN	30	0.5842	9
Arena mediana	Granos de arena mediana	20 OPN	35	0.508	219
Arena fina	Granos de arena fina	15 OPN	40	0.381	252
Arena fina	Granos de arena fina	9 OPN	60	0.2286	16
					<b>Total:</b> 499.3

Cuadro 6. Tipos de arena presentes en el sector tres, zona de mesoplaya.

<b>SUCS</b>	<b>Componentes observados en la arena</b>	<b>Malla (N°)</b>	<b>US Standard</b>	<b>Abertura (mm)</b>	<b>Peso (gr)</b>
Arena gruesa	Restos de bivalvos	132 OPN	6	3.3528	0.1
Arena mediana	Restos de bivalvos	51 OPN	14	1.2954	0.01
Arena mediana	Restos de bivalvos y arena mediana	40 OPN	18	1.016	0.2
Arena mediana	Restos de bivalvos y arena mediana	30 OPN	20	0.762	2
Arena mediana	Granos de arena mediana	23 OPN	30	0.5842	5
Arena mediana	Granos de arena mediana	20 OPN	35	0.508	192
Arena fina	Granos de arena fina	15 OPN	40	0.381	287
Arena fina	Granos de arena fina	9 OPN	60	0.2286	12
					<b>Total:</b> 498.31

Cuadro 7. Tipos de arena presentes en el sector cuatro, zona de mesoplaya.

<b>SUCS</b>	<b>Componentes observados en la arena</b>	<b>Malla (N°)</b>	<b>US Standard</b>	<b>Abertura (mm)</b>	<b>Peso (gr)</b>
Arena gruesa	Restos de bivalvos	90 OPN	8	2.286	0.1
Arena mediana	Restos de bivalvos	51 OPN	14	1.2954	0.1
Arena mediana	Restos de bivalvos y arena mediana	40 OPN	18	1.016	0.1
Arena mediana	Restos de bivalvos y arena mediana	30 OPN	20	0.762	1.1
Arena mediana	Granos de arena mediana	23 OPN	30	0.5842	3.8
Arena mediana	Granos de arena mediana	20 OPN	35	0.508	187
Arena fina	Granos de arena fina	15 OPN	40	0.381	296
Arena fina	Granos de arena fina	9 OPN	60	0.2286	10
					Total: 498.2

Cuadro 8. Tipos de arena presentes en el sector cinco, zona de mesoplaya.

<b>SUCS</b>	<b>Componentes observados en la arena</b>	<b>Malla (N°)</b>	<b>US Standard</b>	<b>Abertura (mm)</b>	<b>Peso (gr)</b>
Arena mediana	Restos de bivalvos y vegetales	40 OPN	18	1.016	0.3
Arena mediana	Restos de bivalvos y arena mediana	30 OPN	20	0.762	2
Arena mediana	Granos de arena mediana	23 OPN	30	0.5842	4
Arena mediana	Granos de arena mediana	20 OPN	35	0.508	246
Arena fina	Granos de arena fina	15 OPN	40	0.381	237
Arena fina	Granos de arena fina	9 OPN	60	0.2286	8
					Total: 497.3

Cuadro 9. Tipos de arena presentes en el sector seis, zona de mesoplaya.

SUCS	Componentes observados en la arena	Malla (N°)	US Standard	Abertura (mm)	Peso (gr)
Arena mediana	Restos vegetales	72 OPN	10	1.8288	0.1
Arena mediana	Restos de bivalvos y arena mediana	40 OPN	18	1.016	1
Arena mediana	Restos de bivalvos y arena mediana	30 OPN	20	0.762	2.2
Arena mediana	Granos de arena mediana	23 OPN	30	0.5842	6.8
Arena mediana	Granos de arena mediana	20 OPN	35	0.508	25
Arena fina	Granos de arena fina	15 OPN	40	0.381	158
Arena fina	Granos de arena fina	9 OPN	60	0.2286	6
					Total: 499.1

Cuadro 10. Tipos de arena presentes en el corral de incubación uno.

SUCS	Componentes observados en la arena	Malla (N°)	US Standard	Abertura (mm)	Peso (gr)
Arena gruesa	Restos de larvas de moscas y moscas enteras	132 OPN	6	3.3528	0.3
Arena mediana	Restos de bivalvos y opérculos de gasterópodos	51 OPN	14	1.2954	0.5
Arena mediana	Restos de bivalvos	40 OPN	18	1.016	0.2
Arena mediana	Restos de bivalvos	30 OPN	20	0.762	2.6
Arena mediana	Granos de arena mediana	23 OPN	30	0.5842	161.2
Arena mediana	Granos de arena mediana	20 OPN	35	0.508	150
Arena fina	Granos de arena fina	15 OPN	40	0.381	163
Arena fina	Granos de arena fina	9 OPN	60	0.2286	20
					Total: 497.8

Cuadro 11. Tipos de arena presentes en el corral de incubación dos.

SUCS	Componentes observados en la arena	Malla (N°)	US Standard	Abertura (mm)	Peso (gr)
Arena gruesa	Restos de larvas de moscas	132 OPN	6	3.3528	0.2
Arena mediana	Restos de bivalvos	51 OPN	14	1.2954	0.1
Arena mediana	Restos de bivalvos	40 OPN	18	1.016	0.1
Arena mediana	Restos de bivalvos	30 OPN	20	0.762	3
Arena mediana	Granos de arena mediana	23 OPN	30	0.5842	39.9
Arena mediana	Granos de arena mediana	20 OPN	35	0.508	213
Arena fina	Granos de arena fina	15 OPN	40	0.381	226
Arena fina	Granos de arena fina	9 OPN	60	0.2286	16
					Total: 498.3

## 7.2 Listado de potenciales depredadores de los corrales de incubación

Durante los muestreos realizados se registraron un total de ocho especies como potenciales depredadores, las cuales se distribuyeron en cuatro clases (Cuadro 12): Aves, Mammalia, Amphibia e Insecta. La clase con mayor presencia fue Mammalia con un total de tres familias y cuatro especies, en segundo lugar, la clase Aves con tres familias y tres especies, y por último la clase Amphibia con una familia y una especie, y la clase Insecta con una familia (Figura 10); para esta última clase sólo se identificó hasta orden y familia debido a que el ejemplar se encontraba en estadio larvario (Anexo 11). Es importante recalcar que, durante todas las visitas realizadas al Centro de Protección de la Tortuga Marina, fue evidente que el depredador avistado con más frecuencia dentro de los dos corrales de incubación comiéndose a los neonatos fue *Quiscalus mexicanus*. Sin embargo, *Canis familiaris* al ser una especie domesticada, es muy común que escapen de sus hogares e intenten ingresar a las instalaciones del campamento para comerse los huevos o crías recién nacidas; lo mismo ocurre con los perros sin hogar.

Cuadro 12. Potenciales depredadores en ambos corrales de incubación de *Lepidochelys olivacea*, a partir de Clases.

Clase	Orden	Familia	Nombre común	Especie
Aves	Passeriformes	Corvidae	Urraca copetona	<i>Calocitta Formosa</i>
	Passeriformes	Icteridae	Zanate mexicano	<i>Quiscalus mexicanus</i>
	Falconiformes	Falconidae	Caracara	<i>Caracara cheriway</i>
Mammalia	Carnivora	Canidae	Zorra gris	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>
	Carnivora	Mephitidae	Zorrillo de espalda blanca	<i>Conepatus leuconotus</i>
	Didelphimorphia	Didelphidae	Tlacuache común	<i>Didelphis marsupialis</i>
	Carnivora	Canidae	Perro común	<i>Canis familiaris</i>
Amphibia	Anura	Bufonidae	Sapo común	<i>Rhinella horribilis</i>
Insecta (en estadio larvario)	Diptera	Calliphoridae	Mosca azul o verde	



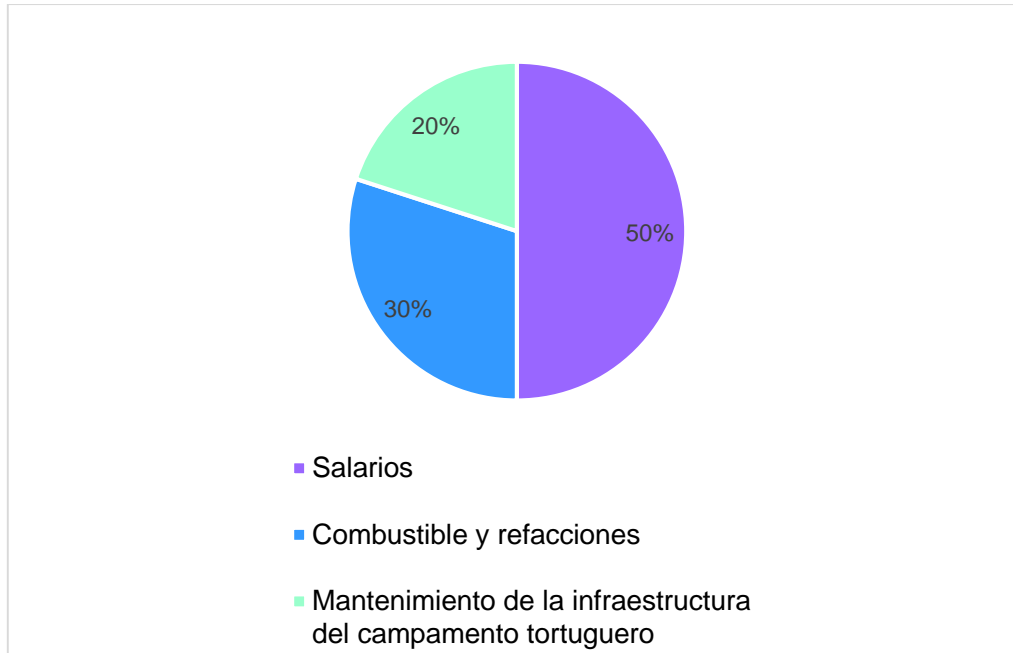
Figura 10. Clases de especies de depredadores potenciales, registradas durante las visitas: a) Mammalia (*Canis familiaris*), b) Aves (*Quiscalus mexicanus*), c) Aves (*Caracara cheriway*) y d) Amphibia (*Rhinella horribilis*). Autor: Daniela Ortiz Garzón.

### **7.3 Identificación de los factores antropogénicos que afectan a los huevos, neonatos y hembras anidadoras**

#### **7.3.1 Encuestas a los trabajadores del Centro para la Protección y Conservación de la Tortuga Marina**

Durante las visitas mensuales al Centro de Protección de la Tortuga Marina en Puerto Arista, se llevaron a cabo una serie de encuestas a todos los trabajadores oficiales (Anexo 4), incluyendo a la Bióloga y Encargada de coordinar y vigilar todas las actividades que se realizan en los cuatro campamentos; respecto a esto, el Programa de Conservación para la Tortuga Marina dirigido por la Secretaría de Medio Ambiente e Historia Natural (SEMAHN), coordina cuatro campamentos tortugueros: el de Puerto Arista y Boca del Cielo ambos en el municipio de Tonalá, Costa Azul en el municipio de Pijijiapan y Barra Zacapulco en el municipio de Acapetahua, con estos campamentos ubicados a lo largo de la costa Chiapaneca se protege aproximadamente el 60% de playas (Anexo 2).

En lo referente a la encuesta aplicada a los trabajadores oficiales, únicamente existe un Programa de Conservación para las tortugas marinas, en el cual, la mayoría del recurso económico disponible está destinado para los salarios del personal que labora directamente en los campamentos tortugueros, otro porcentaje va dirigido para la compra de combustible y refacciones de las cuatrimotos que se utilizan para el monitoreo nocturno en la playa y el recurso restante está destinado para el mantenimiento general de la casa-habitación, que es el lugar donde viven todos los trabajadores durante las semanas que dura su jornada laboral (Anexo 4); y los dos corrales de incubación, tal y como se muestra en la Gráfica 1.



Gráfica 1. Presupuesto económico dirigido para el Programa de Conservación de la Tortuga Marina.

Los trabajadores encuestados mencionaron que, el equipo de trabajo del campamento tortuguero de Puerto Arista, en especial las cuatrimotos (Anexo 4), pueden llegar a ser compartidas con el campamento de Boca del Cielo (debido a que es el más cercano, al estar también ubicado en el municipio de Tonalá), cuando alguna se encuentre averiada o en reparación; así mismo, afirman, que es necesario la adquisición de nuevas, debido a que, las que están actualmente en servicio tienen más de 10 años. En términos generales el campamento de Puerto Arista cuenta con casa-habitación, corrales de incubación, cuatrimotos, vehículo de transporte y estanque o exhibidor para crías de tortuga golfina (*Lepidochelys olivacea*).

Específicamente en el campamento tortuguero de Puerto Arista cuentan con un vehículo (camioneta), que es con el que consiguen la gasolina y las refacciones para las cuatrimotos del campamento, se surten de víveres o para que el personal pueda transportarse (de ser necesario) a otro de los Centros de Protección para la Tortuga Marina (Cuadro 13).



Cuadro 13. Infraestructura con la que cuentan todos los campamentos tortugeros que forman parte del Programa de Conservación de la Tortuga Marina en el estado de Chiapas.

<b>Infraestructura</b>	<b>Casa-Habitación</b>	<b>Corral de incubación</b>	<b>Cuatrimoto</b>	<b>Estanque</b>	<b>Vehículo</b>
Puerto Arista	1	2	3	1	1
Boca del Cielo	1	1	2	1	0
Barra Zacapulco	1	1	1	1	1
Costa Azul	1	1	1	1	1

En cuanto a los recursos humanos con los que cuenta el Centro de Protección de la Tortuga Marina de Puerto Arista, la cantidad de trabajadores oficiales de base que hay, su profesión y como es su organización, así como las actividades que desempeñan cotidianamente, se mencionan en el Cuadro 14. Cabe destacar que, de acuerdo con su contrato, todos los trabajadores laboran durante 20 días y descansan 10 días, pero el periodo o fechas de descanso varían entre todos, de manera que el campamento nunca se quede sin vigilancia (Anexo 4).

Cuadro 14. Recursos humanos del Centro de Protección de la Tortuga Marina de Puerto Arista.

<b>Número de trabajadores oficiales</b>	<b>Profesiones</b>	<b>Actividades que desempeñan</b>
4	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2 Licenciados en Biología</li> <li>• 1 Médico Veterinario Zootecnista</li> <li>• 1 Licenciado en Educación Física</li> </ul>	Absolutamente todos los trabajadores realizan las mismas actividades, pero se turnan para hacerlas; como el monitoreo nocturno en la playa, colecta de nidadas y reubicación en los corrales de incubación, limpieza de los corrales y liberación de crías recién nacidas.

De acuerdo a lo descrito por los trabajadores oficiales, por parte del Centro de Protección de la Tortuga Marina de Puerto Arista, los únicos medios por los cuales se difunde y promociona la conservación de las tortugas marinas es por medio de la atención al público que guste llegar a las instalaciones en donde se les otorgan pláticas acerca de las actividades que se realizan diariamente en el campamento tortuguero, además de dar a conocer los aspectos biológicos de las tortugas y la importancia de conservar a todas las especies que existen, y en específico, de *L. olivacea* que es la que mayormente anida en la playa de Puerto Arista; sumado a esto, en la medida de lo posible, les enseñan a las personas algunas crías de tortuga golfina y les explican la diferencia entre una tortuga marina y una terrestre, debido a que muchas personas no las conocen (Figura 11). Así mismo, comentaron que en el mes de octubre llevan a cabo un “Festival Anual de la Tortuga Marina” en donde promueven más su conservación, no sólo a residentes locales, si no también, a turistas extranjeros por medio de la participación del público en la liberación de crías (Figura 12), y con actividades deportivas; aunque dicha actividad también la promueven y es llevada a cabo durante toda la temporada de alta anidación, que abarca los meses de julio a diciembre (Anexo 4).



Figura 11. a) Cartel informativo de las diferentes especies de tortugas marinas que existen, así como su ciclo de vida; b) carteles ilustrativos que permiten diferenciar a las distintas especies de tortugas marinas. Autor: Daniela Ortiz Garzón.



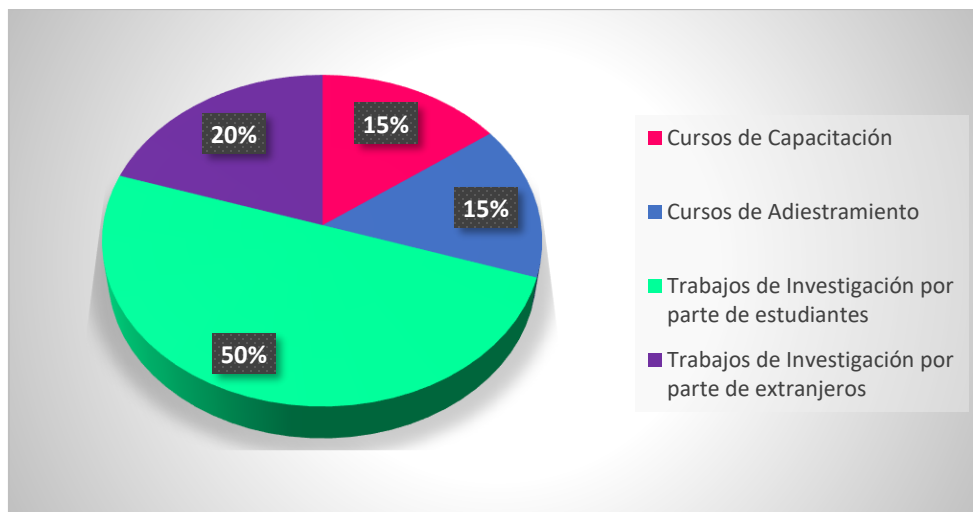
Figura 12. Liberación de crías de *Lepidochelys olivacea* en la localidad de Puerto Arista, en el mes de octubre durante el Festival Anual de la Tortuga Marina. Autor: Daniela Ortiz Garzón.

Los informes tanto a nivel local como estatal los realizan los cuatro campamentos o Centros de Protección de la Tortuga Marina, es decir, el de Puerto Arista, Boca del Cielo, Costa Azul, y Barra Zacapulco, y se recopila la información de los cuatro porque todos forman en conjunto el Programa de Conservación (Anexo 4); a nivel nacional no se realizan informes. Los tipos de informes y registros, así como su operatividad, se muestran en el Cuadro 15.

Cuadro 15. Datos sobre la información que emiten los Centros de Protección de la Tortuga Marina.

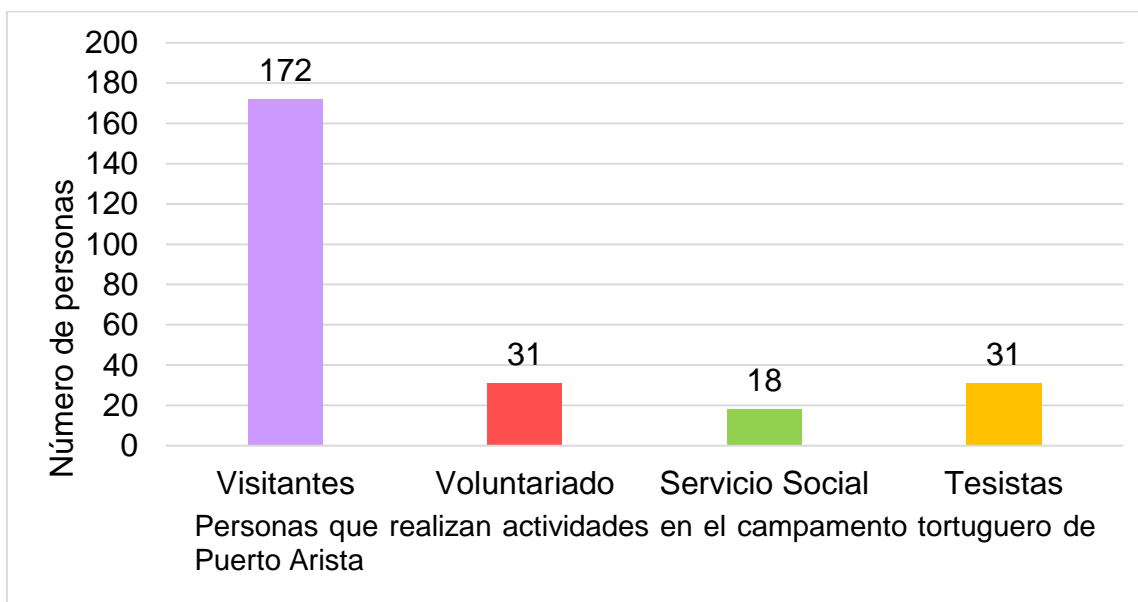
<b>Centros de Protección</b>	<b>Descripción de los tipos de informes y registros realizados</b>
Puerto Arista (municipio de Tonalá)  Boca del Cielo (municipio de Tonalá)  Costa Azul (municipio de Pijijiapan)  Barra Zacapulco (municipio de Acapetahua)	Los informes sobre la operatividad y actividades de los campamentos tortugueros únicamente son reportados a nivel local y estatal a la dependencia SEMANHN. Los informes están basados en fichas de registro que se llenan diariamente por cada nido colectado (Anexo 3), posteriormente se recaba toda la información de la temporada baja y alta de anidación y se sube a una base de datos de la SEMAHN.

Respecto al tema de las capacitaciones y el adiestramiento (Anexo 4), los trabajadores indicaron que en años anteriores las recibían por medio del traslado a otros campamentos tortugeros ubicados en Tamaulipas y La Paz, en donde compartían sus experiencias, además de los métodos y técnicas usados para el manejo adecuado de huevos, neonatos y hembras anidadoras; sin embargo, en la actualidad los cursos de capacitación dejaron de ser tan constantes o de impartirse en otros estados de la república debido a la falta de recursos económicos. El adiestramiento hacia los nuevos empleados que se van incorporando a los Centros de Protección para la tortuga marina es impartido en los campamentos tortugeros, en donde reciben el apoyo de los trabajadores que poseen más experiencia y conocimientos, además de guiarlos para que realicen todas las actividades de la forma adecuada. En lo referente a la realización de trabajos de investigación en el campamento de Puerto Arista, se basan principalmente en tesis de licenciatura de alumnos de la Licenciatura de Biología o de licenciaturas afines; aunque también se están implementando investigaciones por parte de biólogos extranjeros, acerca de la temperatura a la que están incubándose los huevos y su relación con el sexo que presentan la mayoría de crías de las nidadas (Gráfica 2). Cabe mencionar que todos los proyectos de investigación realizados no están financiados por parte del Programa de Conservación de la SEMAHN.



Gráfica 2. Porcentajes de los cursos de capacitación, adiestramiento e investigación científica que se realizan en el Centro de Protección de la Tortuga Marina en Puerto Arista.

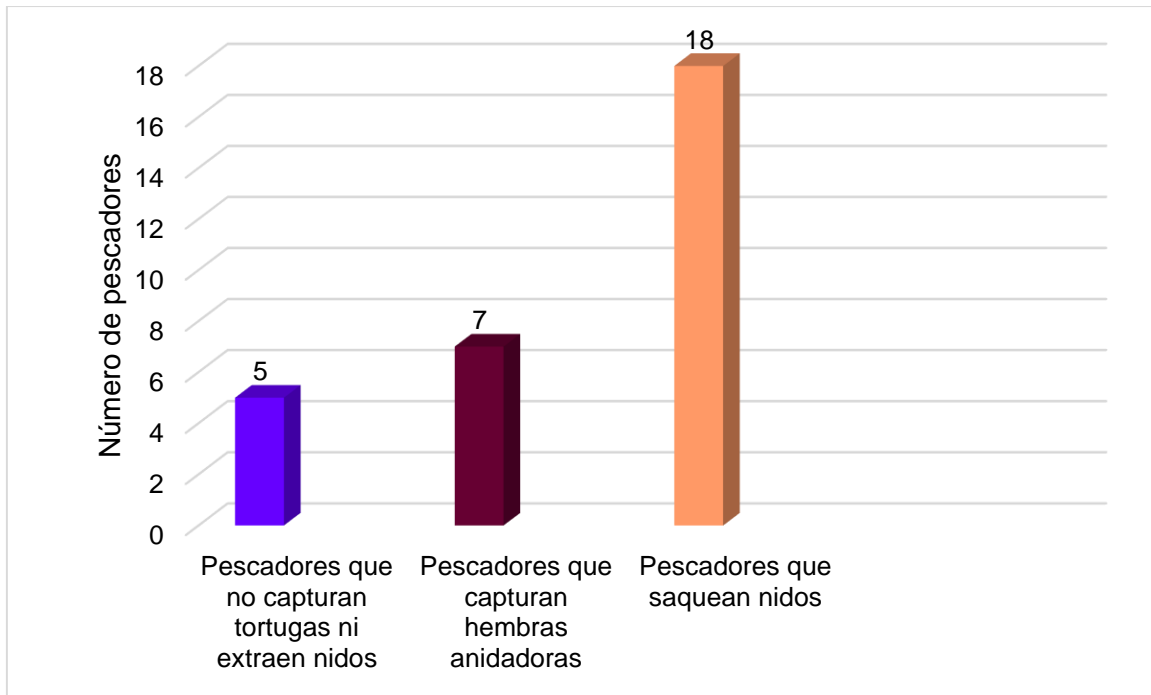
En la Gráfica 3, se muestra el promedio de visitantes, estudiantes que hacen servicio social, tesistas y voluntarios que llegan o apoyan anualmente en el campamento tortuguero (Anexo 4). Los datos fueron proporcionados por la Encargada y Jefa del Centro de Protección de la Tortuga Marina, de acuerdo a una bitácora donde registran la cantidad de personas que ingresan al campamento de Puerto Arista, en este caso, durante el año 2020.



Gráfica 3. Actividades del Centro de Protección de la Tortuga Marina de Puerto Arista en el año 2020.

### 7.3.2 Encuestas a los pescadores de Puerto Arista

Durante las visitas mensuales al Centro de Protección de la Tortuga Marina, se realizaron una serie de encuestas a 30 pescadores de Puerto Arista (Anexo 5). De las 30 personas entrevistadas únicamente cinco aseguraron nunca haber capturado una hembra anidadora en la playa ni extraído nidos de tortuga golfina (*Lepidochelys olivacea*); en contraste siete pescadores confirmaron haber capturado tortugas mientras anidaban en la playa para la venta de su carne a algunos restaurantes de la localidad y los 18 pescadores restantes extraen nidos de tortuga golfina para su venta a turistas ya sea locales o extranjeros, y para su consumo personal (Gráfica 4).



Gráfica 4. Cantidad de pescadores de la localidad de Puerto Arista que realizan actividades ilícitas con la tortuga *Lepidochelys olivacea*.

Toda la información respecto al conocimiento de los pescadores acerca de la existencia de un programa de conservación para las tortugas marinas, incluyendo los programas de operación y vigilancia en Puerto Arista; así como también si han recibido pláticas, cursos o información sobre la importancia de la conservación de las tortugas; y si han observado en su comunidad consumo de huevos y carne de tortuga golfina por parte de la población en general e incluso por parte de los mismos pescadores (Anexo 5), se muestra en el Cuadro 16.

Algo importante a mencionar es que, en Puerto Arista existe un comité de 15 pescadores que forman parte del proyecto de conservación de la tortuga marina de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), quienes se capacitan constantemente y, además, apoyan al personal del Centro de Protección de la Tortuga Marina de la Secretaría de Medio Ambiente e Historia Natural (SEMAHN) en el monitoreo nocturno de las nidadas; los pescadores también avisan a los trabajadores oficiales del campamento si encuentran alguna hembra anidadora herida y ayudan a identificar a los saqueadores de nidos.

Cuadro 16. Conocimiento de los programas de conservación para las tortugas marinas por parte de los pescadores de Puerto Arista, así como su interacción y consumo de productos derivados de *Lepidochelys olivacea*.

<b>Consumo de productos derivados de <i>L. olivacea</i> por parte del público en general</b>	<b>Consumo de productos derivados de <i>L. olivacea</i> por parte de pescadores de Puerto Arista</b>	<b>Conocimiento de programas de conservación para tortugas marinas</b>	<b>Pláticas, cursos e información de la conservación de las tortugas marinas</b>	<b>Conocimiento de los programas de operación y vigilancia de la zona</b>
<p>Todos los pescadores mencionaron que en Puerto Arista existe el consumo de carne y huevos de tortuga golfina por parte de gente local y turistas; sin embargo, aseguraron que sólo en Paredón (localidad cercana a Puerto Arista) venden aceite de tortuga golfina.</p>	<p>Los pescadores indicaron que la mayoría consumen productos derivados, aunque predomina en su mayoría el consumo de huevos. Los pescadores que tienden a saquear los nidos son aquellos que tienen una jornada laboral nocturna y se mantienen en la playa en horarios que coinciden con la arribada de hembras anidadoras.</p>	<p>Todos los pescadores de Puerto Arista que fueron entrevistados conocen el programa de conservación para tortugas marinas de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) y el de la Secretaría de Medio Ambiente e Historia Natural (SEMAHN).</p>	<p>La mayoría de los pescadores de Puerto Arista han recibido pláticas informativas acerca de la importancia de conservar a las tortugas marinas por parte de la CONANP y del campamento tortuguero dirigido por la SEMAHN. El resto de los pescadores se han negado a recibir y participar en los cursos.</p>	<p>Todos los pescadores tienen conocimiento que en la localidad de Puerto Arista los trabajadores oficiales del Proyecto de Conservación de la Tortuga Marina de la SEMAHN, realizan diariamente patrullajes nocturnos, incubación de huevos de tortuga golfina y liberación de crías.</p>

Respecto al tema de la pesca de tiburón en alta mar se tiene conocimiento que algunos ejemplares de tortuga golfina (*L. olivacea*) son sacrificados para cebar las líneas de anzuelos, debido a que su carne supura sangre por mucho tiempo, lo que permite que exista una mejor pesca, aunque los pescadores aseguraron que al menos en Puerto Arista no se lleva a cabo dicha actividad, debido a que no se realiza pesca de altamar; sin embargo, mencionaron que los pescadores de Boca del Cielo sí capturan tortugas para la pesca de tiburón. Adicionado a esto, mencionaron que desconocen si existe excluidor de tortugas en embarcaciones de pesca de camarón, debido a que en la localidad de Puerto Arista ningún pescador se dedica a este tipo de pesca (Anexo 5).

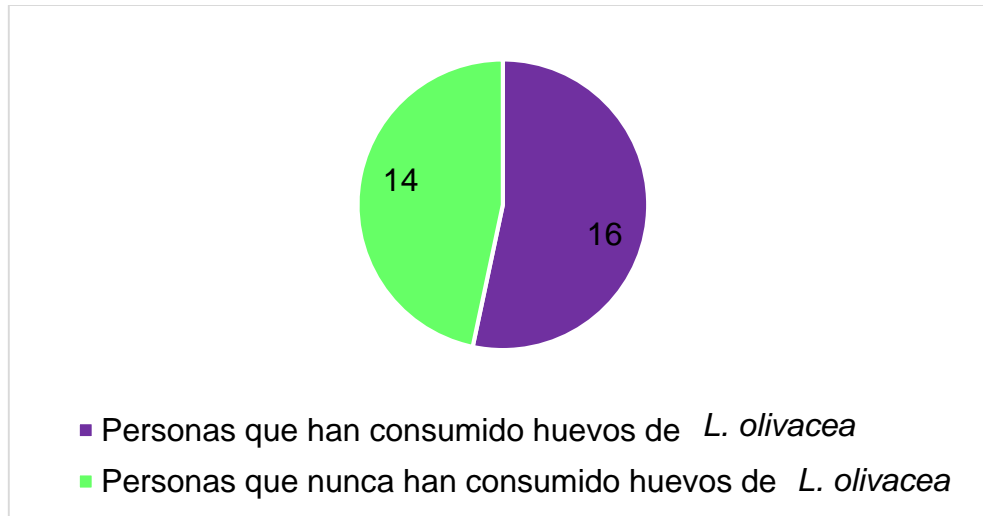
Ahora bien, la percepción y visión que tienen los pescadores hacia las tortugas marinas ha cambiado de manera positiva con el paso de los últimos años; gracias a la existencia de los Centros de Protección o campamentos tortugeros, muchos pescadores han comenzado a apoyar en la protección de las tortugas debido a que han comprendido el papel ecológico que desempeñan, además aseguraron que décadas atrás el saqueo de huevos era muy alto, por lo que, con el paso de los años notaron una disminución significativa en la cantidad de hembras anidadoras que arribaban a la playa de Puerto Arista. También comentaron que el castigo por parte de las autoridades debería ser más severo, debido a que, los saqueadores que son sorprendidos alcanzan multas muy accesibles, por lo que, continúan saqueando nidos y vendiendo los huevos una vez que son liberados (Anexo 5).

### **7.3.3 Encuestas a la comunidad de Puerto Arista**

Durante las visitas mensuales al Centro de Protección de la Tortuga Marina, se realizaron encuestas a personas que habitan en la localidad de Puerto Arista (Anexo 6), incluyendo a dueños de hoteles y restaurantes, siendo en total 30. Absolutamente todas las personas tienen conocimiento de que es una tortuga marina, y mencionaron que es el emblema de su localidad, además de enfatizar que los huevos de tortuga golfina (*L. olivacea*) son comercializados por su alto valor nutrimental y como un manjar afrodisíaco tanto a personas locales como extranjeras, sin importar que su venta es ilegal y está gravemente penada, debido a que, en la temporada alta de anidación,



representa un buen ingreso económico para muchas familias. De las 30 personas encuestadas, 16 aseguraron haber comido alguna vez huevos de tortuga golfina (*Lepidochelys olivacea*), mientras que las 14 personas restantes mencionaron que nunca los han consumido (Gráfica 5).



Gráfica 5. Consumo de huevos de *Lepidochelys olivacea* por parte de la comunidad de Puerto Arista.

El conocimiento que tienen los habitantes de Puerto Arista referente a los productos derivados de las tortugas marinas que se comercializan, así como la difusión que tienen los programas de conservación que protegen a las tortugas marinas y como estos trabajan e interactúan con la comunidad se muestra en el Cuadro 17 (Anexo 6).

Cuadro 17. Productos derivados de *L. olivacea* comercializados en Puerto Arista y actividades realizadas con la comunidad enfocadas a promover la conservación de las tortugas marinas.

Productos derivados de <i>L. olivacea</i> que se comercializan en Puerto Arista	Actividades que realiza el Centro de Protección de la Tortuga Marina con la comunidad
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Carne de <i>L. olivacea</i> vendida comúnmente en los restaurantes o palapas que están a la orilla de la playa.</li> <li>• Huevos que son vendidos por restaurantes a la orilla de la playa o por vendedores ambulantes; cada docena de huevos se vende en \$120 aproximadamente, es decir, que un nido completo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cursos de concientización ambiental.</li> <li>• Liberación de crías de <i>L. olivacea</i>.</li> <li>• Gente local que se ofrece como voluntaria para apoyar en las actividades diarias del Centro de Protección de la Tortuga Marina; tales como recorridos nocturnos, incubación de huevos y limpieza de los corrales de incubación.</li> </ul>

<p>genera un ingreso económico de \$1200.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pláticas en escuelas de educación básica.</li> <li>• Atención al público en general.</li> </ul>
---	--

Las 30 personas que fueron encuestadas conocen el programa de conservación para la tortuga marina, además comentaron que toda la playa de Puerto Arista es sumamente vigilada y patrullada durante todo el año, por lo que, no hubo ni una sola persona que no conociera las instalaciones del Centro de Protección de la Tortuga Marina de la Secretaría de Medio Ambiente e Historia Natural (SEMAHN), por tanto, tienen bien ubicadas las áreas de incubación (Figura 13). Además, tienen muy bien identificados a todos los trabajadores oficiales, y suelen estar al tanto de cuando hay voluntarios que estén apoyando al personal del campamento tortuguero, como turistas nacionales o extranjeros, estudiantes o tesisistas de universidades cercanas. Las personas de la comunidad le prestan particular atención a esto, debido a que muchos se dedican a la venta ilegal de huevos, entonces tienen muy bien identificadas a todas las personas que apoyan a los trabajadores del campamento para tener un cuidado especial con ellas (Anexo 6).



Figura 13. Áreas de incubación del Centro de Protección de la Tortuga Marina en Puerto Arista. Autor: Daniela Ortiz Garzón.

Es importante hacer mención, de que todos los habitantes de Puerto Arista están conscientes que el Programa de Conservación de la Tortuga Marina tiene demasiadas carencias, comenzando con el hecho de que necesitan más personal que

vigile y patrulle la playa, porque la cantidad de saqueadores de nidos los supera en gran número; sumado a eso, aseguraron que cuentan con pocas cuatrimotos las cuales ya están muy deterioradas y observan que se descomponen constantemente mientras el personal está haciendo los recorridos nocturnos (Anexo 6).

#### **7.4 Descripción de la estrategia de conservación**

La estrategia de conservación empleada en el Centro de Protección de la Tortuga Marina en la localidad de Puerto Arista consta de cinco fases: los recorridos nocturnos, la reubicación y la incubación de nidadas en corrales de incubación pertenecientes al Centro de Protección, la liberación de crías o neonatos, la limpieza y vigilancia de los corrales de incubación y la difusión de la importancia de la conservación de las tortugas marinas tanto a los habitantes locales como a los turistas. Las actividades que se realizan en cada fase se describen a continuación:

- **Recorridos nocturnos y colecta de nidadas**

Durante la temporada alta de anidación (de julio a diciembre), todos los días de la semana se salen a recorridos nocturnos en dos horarios, de 9:00 pm a 2:00 am y de 2:30 am a 8:00 am, para los cuales, los trabajadores oficiales se turnan. Hay que destacar que de lunes a viernes los trabajadores de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) apoyan en el recorrido de las 9:00 pm con sus propias cuatrimotos. Usualmente la mitad de los trabajadores monitorean del sector uno al tres y los restantes del cuatro al seis (Anexo 1), para así poder proteger toda la playa al mismo tiempo; se identifican los nidos por medio de rastros en la arena que dejan las hembras cuando se desplazan o en su defecto, cuando se avista a una hembra anidando en ese momento (Anexo 8); posteriormente se colocan todos los huevos en una bolsa negra con una tarjeta que indicando el número de nido colectado en la noche y se llena la ficha de registro (Anexo 3).

- **Incubación de nidadas**

Las nidadas no deben exceder más de cuatro horas después de haber sido desovadas, por lo que, una vez colectadas, son reubicadas a los corrales de incubación del Centro de Protección en donde se incuban en arena a 40 cm de profundidad

aproximadamente (imitando la profundidad a la que las hembras depositan sus huevos); finalmente se coloca un letrero de madera indicando el número de nido, la cantidad de huevos y la fecha posible de eclosión (Anexo 9). Hay que destacar que la profundidad a la que se incuban los huevos varía dependiendo la especie de tortuga, en el caso específico de *Lepidochelys olivacea* es en un rango de 40 a 45 cm; y la distancia que debe dejarse para incubar un nido y otro es de 1 m o 80 cm. Además, cuando la fecha de eclosión se acerca, alrededor de cada nido se coloca un cilindro protector de plástico, que las protege y evita que se dispersen por todo el corral y sean más susceptibles a la depredación por aves. Hay que destacar que el campamento cuenta con un perro, debido a que, gracias a su olor algunos pequeños mamíferos que depredan los huevos y crías se ahuyentan.

- **Liberación de crías**

En el caso de *Lepidochelys olivacea*, las crías concluyen su desarrollo embrionario y eclosionan dentro de los 45-51 días siguientes a la puesta; cuando esto ocurre se colocan a todas las crías en contenedores de plástico grandes (Anexo 10) y se liberan a dos o tres metros de distancia del mar. Los trabajadores esperan hasta que la última cría se vaya antes de abandonar el lugar, asegurándose así, de que ninguna fue depredada por perros o algún otro animal durante su liberación en la playa.

- **Limpieza de los corrales de incubación**

Cada que eclosionan las crías de cualquier nidada, se retiran todos los restos de cascarones o incluso, el cadáver de alguna cría que haya muerto, debido a que, el líquido amniótico derramado en la arena es un medio de cultivo excelente para el desarrollo de hongos y bacterias, además de ser un medio de atracción para moscas saprófagas, hormigas y cucarachas. Cabe destacar que antes de comenzar cada temporada alta de anidación, la arena de los corrales es reemplazada por nueva (proveniente de la misma zona ecológica donde anida naturalmente la especie, en este caso, *L. olivacea*) todo esto con la finalidad de no perder la calidad sanitaria de la arena.

- **Difusión de la conservación de las tortugas marinas**

Todos los días del año, el Centro de Protección de la Tortuga Marina de Puerto Arista está abierto al público en horarios específicos, en donde habitantes de la localidad y turistas ya sean nacionales o extranjeros se acercan para pedir información acerca de la labor de conservación que se realiza; además se llevan a cabo actividades como la liberación de crías, en donde grupos de personas de todas las edades se reúnen y tienen la oportunidad de interactuar con ellas y de aprender un poco acerca de la importancia ecológica que tienen las tortugas marinas, así como, de la necesidad de conservarlas.

En términos generales, existen algunas carencias económicas por lo que no ha sido posible adquirir nuevo material de trabajo (especialmente cuatrimotos), así como algunos materiales necesarios para el mantenimiento de los corrales de incubación. También existe una carencia en los recursos humanos, por lo que las actividades diarias pueden llegar a ser muy pesadas para los trabajadores durante los meses que abarca la temporada alta de anidación. Debido a esto, se observaron algunos aspectos que podrían mejorarse en cada una de las fases que conforman a la estrategia de conservación, los cuales se muestran en el Cuadro 18.

Es importante mencionar que la estrategia de conservación empleada en el Centro de Protección de la Tortuga Marina, se usa para todas las especies de tortugas que anidan en la playa de Puerto Arista, sin embargo; la especie que más arriba cada año es la tortuga golfina (*Lepidochelys olivacea*); aunque en ocasiones muy esporádicas anidan hembras de tortuga prieta (*Chelonia agassizii*), para las cuales, la única diferencia es la profundidad en la arena a la que se siembran los huevos en los corrales de incubación, la cual varía de 50-60 cm para esta especie (Anexo 7).

Cuadro 18. Aspectos a mejorar en cada una de las fases que conforman a la estrategia de conservación empleada en el Centro de Protección de la Tortuga Marina de Puerto Arista.

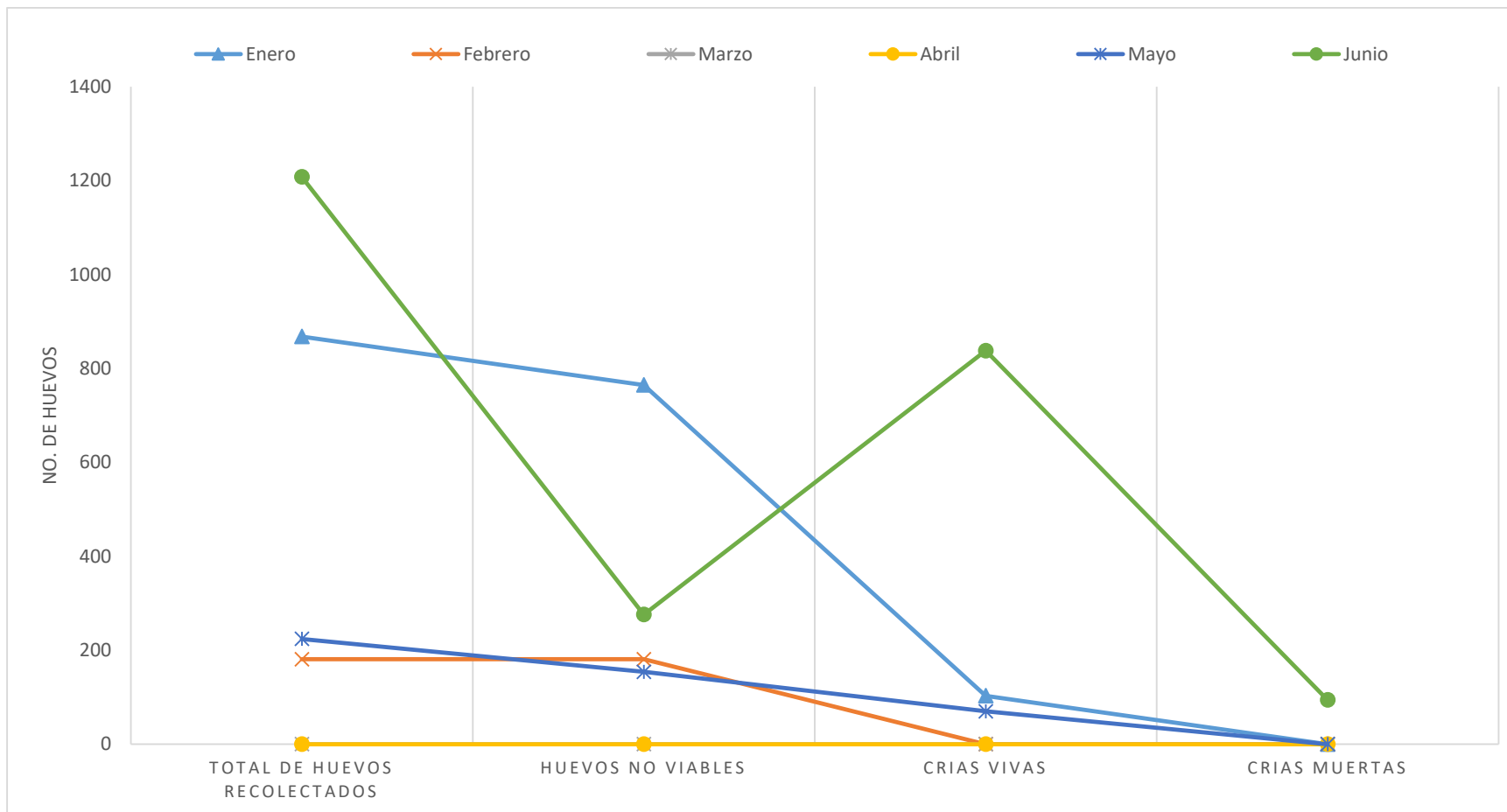
<p><b>Recorridos nocturnos y colecta de nidadas</b></p>	<p>Es necesario contar con más trabajadores oficiales para las temporadas altas de anidación, ya que cuatro personas no se dan abasto para todas las actividades diarias. Además, es imprescindible la adquisición de nuevas cuatrimotos, o reemplazar las existentes por unas nuevas, ya que debido a la falta de personal y de equipo de trabajo, en una noche es posible que existan más nidos saqueados en comparación con los reubicados, ya que la cantidad de saqueadores supera en gran número al de los trabajadores oficiales.</p>
<p><b>Incubación de nidadas</b></p>	<p>Debido a la carencia de personal, los mismos trabajadores que salen a los recorridos nocturnos son los que incuban los huevos (ya que sólo pueden estar fuera de la arena máximo cuatro horas para que sean viables); el problema radica en que los saqueadores aprovechan mientras los trabajadores están incubando para saquear el resto de los nidos.</p>
<p><b>Liberación de crías</b></p>	<p>Durante esta fase no se observó ninguna deficiencia, por el lado contrario, las crías que son liberadas siempre son vigiladas para evitar que algún organismo las deprede o sean aplastadas por cuatrimotos de gente de la localidad.</p>
<p><b>Limpieza de los corrales de incubación</b></p>	<p>Debido a la carencia de recursos económicos que se presenta, los corrales de incubación no están equipados con la malla sombra adecuada, se necesita la que tiene una luz de malla de 75, pero como es costosa, no ha sido posible adquirirla.</p>
<p><b>Difusión de la conservación de las tortugas marinas</b></p>	<p>Las actividades y labores diarias (durante la temporada alta de anidación) llegan a ser muy absorbentes, y al ser poco personal, no se dan abasto para poder realizar actividades que promuevan la conservación de las tortugas marinas con la población local o en las escuelas de educación básica con tanta frecuencia.</p>

Se solicitó el acceso a la base de datos del año 2020 de la temporada baja y alta de anidación de *Lepidochelys olivacea* para la localidad de Puerto Arista, resguardada por la Secretaría del Medio Ambiente e Historia Natural (SEMAHN). En donde, para la temporada baja que abarca desde el mes de enero hasta junio, fue evidente que en junio existió el mayor número de huevos recolectados con 1 208, así

como también, la cantidad de crías vivas fue la más elevada con 838; seguido del mes de enero con 868 huevos recolectados, aunque durante este mes el total de huevos que no fueron viables (765 huevos) fue el más elevado de toda la temporada baja de anidación. Durante los meses de marzo y abril no arribó a la playa de Puerto Arista ninguna hembra anidadora, por lo que no se recolectó ningún huevo y para el mes de febrero, ninguno de los 181 huevos recolectados fue viable; esto puede deberse, de acuerdo a lo mencionado por los trabajadores oficiales del Centro de Protección de la Tortuga Marina, a que el tiempo transcurrido desde que los huevos fueron recolectados hasta que fueron incubados excedió de las cuatro horas, al exceso de calor que había en la arena de los corrales o a la falta de oxígeno que presentan los huevos que están en las capas inferiores de los nidos. Algo a resaltar es que, durante toda la temporada baja no existió ninguna cría muerta, por lo que la vigilancia y la protección otorgada para los corrales de incubación fue la más adecuada (Cuadro 19 y Gráfica 6).

Cuadro 19. Datos de la temporada baja de anidación de *Lepidochelys olivacea* para la localidad de Puerto Arista del año 2020. Fuente: SEMAHN (2020).

<b>Mes</b>	<b>Total de huevos recolectados</b>	<b>Total de huevos no viables</b>	<b>Total de crías vivas</b>	<b>Total de crías muertas</b>
Enero	868	765	103	0
Febrero	181	181	0	0
Marzo	0	0	0	0
Abril	0	0	0	0
Mayo	224	154	70	0
Junio	1 208	276	838	94



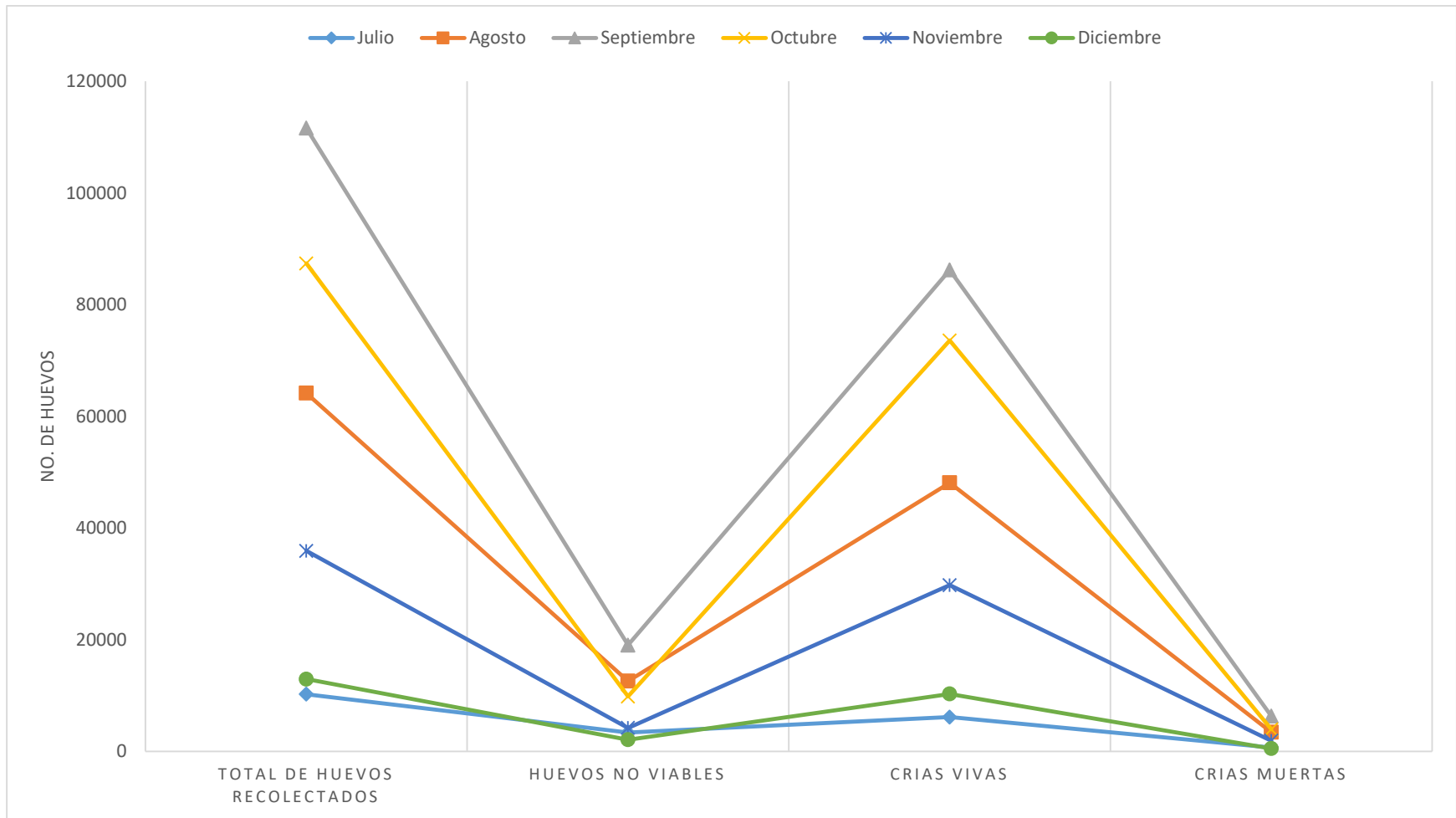
Gráfica 6. Representación gráfica de la temporada baja de anidación de *Lepidochelys olivacea* para la localidad de Puerto Arista del año 2020. Fuente: SEMAHN (2020).



Durante la temporada alta de anidación, el mes con mayor número de huevos recolectados (con 111 602 huevos), así como de crías vivas (con 86 219 crías) fue septiembre, seguido del mes de octubre con 87 386 huevos recolectados y 73 573 crías vivas; y agosto con 64 175 huevos recolectados y 48 121 crías vivas; en todos los meses que abarcan la temporada alta de anidación, es evidente que el total de crías vivas supera en más de la mitad al número total de huevos recolectados, lo que indica que la cantidad de huevos que no son viables y las crías que mueren son muy pocas en comparación con las que viven y son liberadas. El mes de julio fue en el que se recolectaron la menor cantidad de huevos, con solo 10 266 (Cuadro 20 y Gráfica 7).

Cuadro 20. Datos de la temporada alta de anidación de *Lepidochelys olivacea* para la localidad de Puerto Arista del año 2020. Fuente: SEMAHN (2020).

<b>Mes</b>	<b>Total de huevos recolectados</b>	<b>Total de huevos no viables</b>	<b>Total de crías vivas</b>	<b>Total de crías muertas</b>
Julio	10 266	3 394	6 172	700
Agosto	64 175	12 602	48 121	3 452
Septiembre	111 602	19 063	86 219	6 320
Octubre	87 386	9 861	73 573	3 952
Noviembre	35 914	4 223	29 780	1 911
Diciembre	12 978	2 120	10 319	539



Gráfica 7. Representación gráfica de la temporada alta de anidación de *Lepidochelys olivacea* para la localidad de Puerto Arista del año 2020.

Fuente: SEMAHN (2020).

## VIII. DISCUSIÓN

### **Sistematización de los principales aspectos biofísicos de los seis sectores de anidación y dos corrales de incubación**

#### **Granulometría**

Las muestras de sedimento que fueron tamizadas revelaron que, el tipo de suelo que predomina en la playa de Puerto Arista, de acuerdo con el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS), es la arena fina; esto se debe a que el tamiz número 40 (15 OPN) con una abertura de 0.381 mm, tuvo la mayor retención de arena en casi todas las muestras (Cuadros 4 al 11). Esto concuerda con lo mencionado por Narsilio y Santamarina (2016) quienes aseguran que la arena fina debe tener un diámetro de partícula entre 0.075 mm hasta 0.420 mm, además de que, mediante la técnica de tamizado, las arenas finas deben quedar forzosamente retenidas a partir del tamiz 140 hasta el 40. Sumado a esto, estudios previos de granulometría también realizados en la localidad de Puerto Arista por Mejía (2020) indican que, las muestras de arena colectadas en las tres zonas de anidación de los sectores en los que está dividida la playa fueron retenidas en mallas número 30 (23 OPN), con una apertura de 0.5842 mm, indicando que, la arena tiende a ser de fina a limos; lo que coincide con los resultados obtenidos en la presente investigación.

Uno de los aspectos de suma importancia que deben tomarse en cuenta al momento de construir y operar un vivero o corral de incubación para tortugas marinas, es que la arena empleada para incubar los huevos sea obtenida de la misma zona ecológica donde anida naturalmente la especie, es decir, que sea del mismo tipo (Chacón *et al.*, 2008). Es por dicho motivo que, al realizar el análisis granulométrico de los dos corrales de incubación en conjunto con el de los seis sectores de anidación (Anexo 1), se comprobó que, efectivamente el tipo de arena predominante en ambos corrales es la fina (Cuadros 10 y 11), que es el mismo tipo de arena presente y que también predomina en los seis sectores de anidación específicamente de la zona de la mesoplaya o zona B (Cuadros 4 al 9). Hay que destacar que en todas las muestras de arena analizadas existió la presencia, aunque en menor cantidad, de arenas medianas y gruesas, esto se debe a que, la arena de las playas está formada por la

desintegración mecánica de las conchas y agregados marinos causados por el oleaje, por lo que son consideradas como sedimentos no consolidados (materiales sueltos); sin embargo, por la misma naturaleza de su formación pueden presentar algunos sedimentos que sí estén consolidados y es cuando se forman granos de arena medianos hasta gruesos (Alonzo *et al.*, 2006).

### **Potenciales depredadores**

Durante las visitas al Centro de Protección de la Tortuga Marina en la localidad de Puerto Arista, se pudieron observar una amplia gama de especies potenciales depredadoras de los huevos y crías de tortuga golfina dentro de los corrales de incubación, distribuidas en distintas clases; por un lado, los mamíferos fueron los que presentaron mayor variedad en especies registradas, seguidos de las aves, sin embargo, el zanate mexicano (*Quiscalus mexicanus*) fue el depredador mayormente avistado dentro de los corrales de incubación (Cuadro 12). Wyneken *et al.* (2013) mencionan que los depredadores que se aprovechan de los huevos y crías varían de acuerdo con la región geográfica, y concuerdan en que los más comunes son los perros domésticos, los mapaches, hormigas, cangrejos, aves, zorros e incluso ratas.

Rosano-Hernández y Deloya (2002) señalan que, otro depredador potencial de huevos y embriones de *L. olivacea* es *Omorgus suberosus*, una especie de escarabajo perteneciente a la familia Trogidae; sin embargo, en donde se ha registrado una tasa de mortalidad mayor al 70% es en la playa “La Escobilla” en el estado de Oaxaca, esto se debe a que la cantidad desovante de hembras de *L. olivacea* en dicha playa es masiva. Cabe destacar que *Omorgus suberosus* ha sido encontrado en nidos con huevos de tortugas golfinas, dentro de huevos podridos y alrededor de huevos con embriones vivos y cascarones aparentemente intactos, tanto en la playa como en los corrales de incubación del campamento tortuguero. Nunca ha sido hallado en el suelo de agujeros recién hechos por las tortugas sin huevos. Sumado a esto, se cree que los escarabajos de esta especie entraron a “La Escobilla” por medio de la madera utilizada en la construcción del campamento tortuguero o arrastrada por el río Cozoaltepec y depositada en la playa; una vez ahí, los escarabajos encontraron

alimento nutritivo (cascarones y huevos de tortugas), por lo que se reprodujeron y dispersaron en toda la playa.

Respecto a los depredadores que ingresan con más frecuencia a los corrales de incubación, Rodríguez y Contreras (2020) aseguran que cualquier vivero o corral de incubación para tortugas marinas debe ser reforzado con las mejores medidas de seguridad, debido a que existen depredadores como *Canis familiaris* que se alimentan de los huevos y crías, ya que logran ingresar a los corrales de incubación con mucha facilidad, en especial aquellos perros que no tienen hogar y buscan una fuente de alimento segura y constante; por otro lado, Cabrera-Peña (1998) indica que el zanate grande (*Quiscalus mexicanus*) es considerado como un omnívoro oportunista que se alimenta principalmente de insectos, crustáceos, pequeños reptiles y anfibios, peces, huevos, pichones de otras aves, granos y frutas. Debido a su tipo de alimentación, es común que bandadas de estas aves ingresen a los corrales de incubación y se alimenten de los neonatos de *L. olivacea* justo en el momento en que están emergiendo del nido, quedando como vestigio parte del caparazón (Figura 10).

Debido a la alta incidencia de depredación dentro de los corrales de incubación, Chacón *et al.* (2008) sugieren que, en primera instancia, el modelo de construcción de los corrales sea de tipo cerrado en donde se usan defensas (ya sean de malla, sarán, cedazo o malla ciclón que estén galvanizados para evitar la corrosión a corto plazo) en los cuatro costados, para impedir el ingreso de personas ajenas y animales, pero dichas defensas deben estar al menos a 1.2 m sobre la superficie de la arena y al menos a 30 cm por debajo de la arena, esto último para evitar el ingreso de anfibios o mamíferos de gran tamaño; además, una vez incubadas las nidadas se les debe otorgar protección adicional, por ejemplo, a cada nido se sugiere la colocación de un cilindro de cedazo galvanizado (de 0.5 cm por 0.5 cm) con un diámetro de 60 a 70 cm y una altura de 50 a 60 cm que se entierra a 10 cm dentro de la arena, además se le coloca una malla en la parte superior del cilindro lo que detiene el ataque de pequeños mamíferos y aves. Otra opción es que la malla que cubre el cilindro sea de tipo antiáfida lo que evita el paso de moscas saprófagas y escarabajos, cuyas larvas atacan a crías recién eclosionadas. En el caso particular de los perros, se recomienda rociar pimienta

sobre el nido durante la primera noche (ya que el olor los ahuyenta), además de usar un sistema de anclaje de manera que el cilindro protector no pueda ser volcado o movido de su lugar.

### **Identificación de los factores antropogénicos que afectan a los huevos, neonatos y hembras anidadoras.**

#### **Encuestas en el Centro de Protección de la Tortuga Marina de Puerto Arista**

Para que el diseño de un programa de conservación, en este caso para tortugas marinas, sea el más adecuado, Eckert (2000) asegura que es primordial la captación de suficientes recursos humanos como financieros (Gráfica 1), ya que son fundamentales para el éxito del programa, de no ser así, el programa de conservación no alcanzará su potencial plenamente debido a las carencias de material de trabajo (Cuadro 13) y de personal capacitado. En adición a esto, se debe fomentar la investigación y la exploración, es decir, que la mera acumulación de información es insuficiente para satisfacer los requerimientos de un programa de conservación de alta calidad; el uso de procedimientos estándar para el mantenimiento de registros, participación de personal de campo capacitado y bases de datos centralizadas y accesibles son indispensables para el éxito del programa (Cuadro 18).

Respecto a las capacitaciones que deben recibir los monitores, Chacón *et al.* (2008) mencionan que todo el personal que trabaja en campo debe someterse forzosamente a un proceso de capacitación antes de iniciar sus actividades en el área de estudio; la capacitación debe incluir la observación directa de tortugas en anidación, lo que asegura que las personas responsables de la recolecta de la información y del trabajo directo con las tortugas, tengan una perfecta comprensión del comportamiento de estos animales durante el proceso de anidación. De igual forma se debe incluir la observación de rastros en la playa con el fin de que aprendan a identificar las características de las huellas y los nidos (esto permitirá distinguir correctamente entre un nido y una salida de anidación optimizando tiempo y esfuerzo); los trabajadores pueden tener diversos grados de estudios siempre y cuando las capacitaciones que les sean otorgadas sean constantes, ya que, por el lado contrario, no se llevará a cabo la estrategia de conservación de la forma más idónea (Cuadro 14 y Gráfica 2).

Uno de los aspectos más relevantes del Programa de Conservación de la Secretaría de Medio Ambiente e Historia Natural (SEMAHN), es que los informes que realizan los cuatro campamentos tortugueros que forman parte del programa, únicamente son a nivel local y estatal (Cuadro 15); sin embargo, el CIT (2011) indica que los informes nacionales como internacionales permiten exhibir la situación y las tendencias de las diferentes especies de tortugas marinas en un territorio determinado, ya que, sin esta clase de informes será imposible evaluar y establecer, en conjunto con los informes presentados por otros estados o países, si las tortugas del hemisferio están recuperándose como resultado de la implementación de una estrategia de conservación.

El trabajo de difusión enfocado hacia la conservación de las tortugas marinas y las actividades que los trabajadores oficiales del Centro de Protección de la Tortuga Marina realizan con la comunidad, tales como la atención general al público diariamente (Figura 11), la liberación de crías (Figura 12) y el festival anual de la tortuga marina, no fueron posibles de realizar durante el año 2020 debido al brote de la enfermedad por coronavirus (COVID-19), causado por el virus del síndrome respiratorio agudo severo tipo-2 (SARS-CoV-2) que fue declarado como una pandemia en marzo de 2020 (Díaz-Castrillón y Toro-Montoya, 2020). Sin embargo, el fomentar una sensibilidad ambiental en la conciencia del ciudadano promedio es indispensable para la supervivencia sostenible tanto de los residentes humanos como de la vida silvestre, principalmente la que está amenazada. Las tortugas marinas son candidatos particularmente buenos para campañas de educación ambiental al ser fácilmente utilizadas como símbolos o emblemas en las zonas costeras (Eckert, 2000).

En la Gráfica 3 se observa que la cantidad de personas que realizaron voluntariados y estudiantes que hicieron su servicio social y tesis de licenciatura en el Centro de Protección, si bien no son escasos, podrían ser más; Richardson (2000) comenta que los trabajos de investigación acerca de la biología y ecología de las tortugas marinas en un sitio específico son indispensables para la recuperación y manejo de las poblaciones de tortugas, ya que, en ausencia de este conocimiento, los esfuerzos de conservación, aunque bien intencionados, podrían ser perjudiciales; es

por ello que es de suma importancia fomentar la investigación científica en los campamentos tortugueros y proponer que las temáticas estén más enfocadas y sean relevantes para la conservación de estos reptiles.

### **Encuestas a los pescadores de Puerto Arista**

El comercio de huevos, así como la captura de hembras adultas y venta de su carne tanto de tortuga golfina (*Lepidochelys olivacea*) como de todas las especies de tortugas marinas que anidan en México, está prohibido por decreto presidencial, sin embargo, es un hecho que existe un saqueo irresponsable de huevos en todos los estados desde Sinaloa a Chiapas y desde Tamaulipas hasta Quintana Roo; por lo que, se estima que anualmente 10 millones de huevos de tortugas marinas se venden en el país, además de la matanza ilegal de hembras (Ley General de Pesca y Acuicultura Sustentable, 2018).

En el caso particular de la localidad de Puerto Arista, la mayoría de los pescadores de la comunidad que fueron entrevistados aseguraron llevar a cabo el saqueo y venta ilegal de huevos de *L. olivacea* y algunos otros aseguraron capturar a hembras anidadoras para vender su carne a algunos restaurantes que están dispuestos a ofrecerla de manera clandestina (Gráfica 4), de esta forma obtienen un buen ingreso económico adicional a su trabajo cotidiano. Respecto a esto, la SEMAHN (2017) menciona que la labor de protección y conservación de las tortugas marinas en la costa chiapaneca se ve afectada por la venta ilegal de huevos, una actividad ilícita que pone en riesgo tanto a las tortugas como a quienes se encargan de su protección; esto se debe a que, durante los recorridos nocturnos el personal encargado de la protección de los nidos enfrenta algunos riesgos, ya que los saqueadores (entre ellos pescadores) en su afán de coleccionar más huevos, enfrentan, amedrentan y amenazan de manera verbal y física constantemente al personal de los campamentos tortugueros; además colocan hilos en la playa con los que tejen sus redes de pesca (mismos que en la noche son imperceptibles) junto con clavos, troncos o palos que ponchan las llantas de las cuatrimotos, entre muchas agresiones más.

Todos los pescadores de Puerto Arista que fueron entrevistados aseguraron conocer el Programa de Conservación de la Tortuga Marina, además han recibido



pláticas informativas y cursos por parte de la Secretaría de Medio Ambiente e Historia Natural y de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (Cuadro 16); esta última institución se incorporó en el año 2007 a los esfuerzos de protección y conservación de tortugas marinas que el gobierno del estado viene desarrollando en el santuario de la playa de Puerto Arista, por lo que, en la actualidad, trabaja en conjunto y apoya a la SEMAHN en algunas actividades cotidianas que se realizan en los campamentos tortugueros, incluyendo los cursos de concientización ambiental para los pescadores y habitantes de la comunidad (CONANP, 2018).

Otro aspecto de suma relevancia es la captura incidental de tortugas marinas por parte de las pesquerías, el CIT (2006) menciona que es la mayor amenaza para las poblaciones juveniles y adultas de tortugas marinas en todo el mundo; las artes de pesca como las redes de arrastre, palangres y redes agalleras, así como la ingesta o enmalle de artes de pesca perdidos o descartados son las principales fuentes de mortalidad en tortugas marinas. Específicamente los camaroneros de arrastre experimentan una de las mayores capturas incidentales del mundo, de hasta un 80%, entre las cuales la captura de tortugas marinas es muy significativa, aunque las especies capturadas con más frecuencia son *Caretta caretta*, *Lepidochelys olivacea*, *Lepidochelys kempii* y *Chelonia mydas*. Para el estado de Chiapas a partir del año 2019, la Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca se ha encargado de realizar capacitaciones para los pescadores y a las flotas camaroneras del estado, en las cuales se concientiza de la importancia de la correcta instalación y operación eficiente de los dispositivos excluidores de tortugas marinas (DETs); todo esto con el propósito de asumir nuevos compromisos, que van desde la toma de conciencia en el tema del daño que se causa tanto a la fauna marina como a la economía del sector por no usar o no colocar de forma correcta los DET en cada una de las embarcaciones de la flota mayor (CONAPESCA, 2021).

Los pescadores de Puerto Arista aseguraron que no realizan pesca en altamar y por tanto no sacrifican tortugas marinas para la pesca de tiburón, por lo que, la PROFEPA (2018) encabeza recorridos en altamar a 50 km de la playa de Puerto Arista para detectar causas de mortandad en tortugas marinas, sin embargo, no han

observado embarcaciones pesqueras o pescadores realizando actividades de extracción de organismos o ejemplares marinos, lo que concuerda con lo mencionado por los pescadores de la localidad.

### **Encuestas a la comunidad de Puerto Arista**

Desde finales del siglo XVI el comercio de subproductos de tortugas marinas ha tenido gran importancia en ámbitos culturales, nutricionales y económicos; los huevos y carne de tortuga no sólo son importantes en términos nutricionales, también tienen un rol especial para los habitantes de las comunidades costeras debido a que el valor económico de dichos productos ha permanecido alto a lo largo de los años, promoviendo con ello su explotación intensiva. Las actividades extractivas son ejecutadas generalmente por personas de baja condición económica de ciertas regiones, siendo la condición de pobreza la justificación que otorgan para promover el uso y consumo de productos derivados de tortugas marinas (Chacón, 2002); esto concuerda con lo mencionado por los 30 habitantes de Puerto Arista que fueron encuestados, quienes aseguraron que la venta ilegal de huevos de *L. olivacea* genera buenos ingresos económicos para muchas familias durante la temporada alta de anidación, además de que más de la mitad de las personas encuestadas aseguraron haber consumido huevos de tortuga golfina alguna vez debido a su alto valor nutricional y propiedades afrodisíacas (Gráfica 5 y Cuadro 17).

Las 30 personas encuestadas aseguraron que los huevos de *L. olivacea* poseen un gran valor nutrimental y que es una de las razones más importantes por las que son tan comercializados, sin embargo, Castro-González y Pérez-Gil (2011) mencionan que los huevos de tortuga golfina poseen una concentración mayor de proteínas y lípidos en comparación con los huevos de gallina, aunque el contenido de colesterol es 50% menor al de un huevo de gallina, además de que la cantidad y concentración de vitaminas liposolubles presentes en un huevo de golfina son muy bajas; es por ello que los huevos de gallina siguen siendo una mejor opción para proveer los nutrimentos que el ser humano necesita consumir diariamente. En adición a lo mencionado, Tibbetts (2009) señala que debido a la grave contaminación que existe en los mares, los huevos de tortugas marinas ya presentan metales como el cadmio, plomo,

mercurio, arsénico y selenio, además de éteres y plaguicidas organoclorados. Por tanto, su consumo representa un riesgo para la salud humana.

Todos los habitantes de Puerto Arista encuestados conocen las instalaciones y áreas de incubación del Centro de Protección de la Tortuga Marina y la labor de conservación que ahí se realiza (Figura 13); esto se debe a que la coordinadora estatal del proyecto “Protección y Conservación de la Tortuga Marina en Chiapas” junto con todos los trabajadores oficiales realizan actividades de sensibilización y educación ambiental sobre la conservación de la tortuga marina dirigidas a visitantes de escuelas y público en general (SEMAHN, 2016).

### **Descripción de la estrategia de conservación**

La estrategia de conservación empleada en el Centro de Protección de la Tortuga Marina en la localidad de Puerto Arista consta de recorridos nocturnos y recolecta de nidadas (Anexo 8), incubación de nidadas (Anexo 9), liberación de crías (Anexo 10), limpieza de corrales de incubación y la difusión para la conservación de las tortugas marinas; dicha metodología es empleada en varios Centros de Protección de diferentes estados de México aunque en otros campamentos existen algunas variantes, Arzola-González *et al.* (2019) mencionan que en la playa de Mazatlán, Sinaloa, para *L. olivacea* la incubación de sus huevos se lleva a cabo por medio de cajas de poliuretano de 40 cm de largo por 30 cm de ancho y altura, en las cuales se coloca una capa de arena de 10 cm, después se colocan todos los huevos procurando no sobrepasar más de tres hileras para luego recubrir las nidadas con una segunda capa de arena de entre 10 y 15 cm. Posteriormente las cajas se colocan en cámaras de incubación a 32°C. Con esta técnica se observó que el porcentaje de eclosión obtenido es del 72.2%, tomando en cuenta que tanto la humedad como la temperatura que tiene la arena en cada caja debe ser constantemente monitoreada, ya que, por el lado contrario repercute en la viabilidad de los embriones.

Por otro lado, Huerta *et al.* (2006) hacen hincapié en que existen tres técnicas de incubación, la de tipo *in situ* en la cual los huevos no son movidos y el único trabajo que debe hacerse es proteger y vigilar la playa de anidación, por lo que, al ser la forma en la que menos se manipula a los huevos, el porcentaje de eclosión y sexual será el

natural para esa población de tortugas; la otra técnica es la construcción de un corral de incubación (que es la técnica más empleada en México) el cual disminuye significativamente el riesgo de depredación y saqueo de huevos; y por último está el uso de cajas de unicel para la incubación de los huevos, para la cual debe contarse con los recursos económicos y las capacitaciones para poder lograr un buen control de los factores que influyen en la incubación tales como temperatura y humedad. Sin embargo, todas estas técnicas tienen desventajas, en el tipo *in situ* la pérdida de nidadas por saqueo ilegal o depredadores, por erosión de la playa o inundación, así como la dificultad para proteger toda la zona de anidación y para evaluar el éxito de incubación; en el caso de los corrales se pueden perder crías por depredación de aves, larvas de moscas o escarabajos y perros, además de la posible muerte de embriones si no se lleva a cabo el correcto transporte de las nidadas y su incubación, por tanto, la cantidad de crías producidas comparada con la técnica *in situ* será mucho menor; y por último, en la técnica en cajas de unicel, se pueden producir muchos más machos por bajas temperaturas de incubación, además de crías inmaduras por la poca oxigenación y la cantidad de recursos económicos necesarios para la instalación del cuarto de incubación, termómetros y cajas es alto.

Los trabajadores oficiales del Centro de Protección de la Tortuga Marina de Puerto Arista mencionaron que, durante la fase de limpieza de los corrales de incubación, justo antes de comenzar cada temporada alta de anidación, la arena de los corrales es reemplazada por nueva (proveniente de la misma zona ecológica donde anida naturalmente la especie, en este caso, *L. olivacea*) con la finalidad de no perder la calidad sanitaria de la arena; Chacón *et al.* (2008) comentan que aunque la recomendación es no crear corrales fijos, es decir, que se debe usar un sitio diferente para cada temporada, en los casos donde existen limitaciones realmente insalvables como la ausencia de otro sitio apto para la construcción o alta erosión de la playa, el cambio de arena periódico antes de cada temporada alta de anidación es una buena alternativa.

En cuanto a la base de datos del año 2020 resguardada por la Secretaría del Medio Ambiente e Historia Natural (SEMAHN), tanto para la temporada baja como para la

temporada alta (Cuadros 19 y 20) es evidente que existe cierta cantidad de huevos que no son viables, Arzola-González (2007) señala que esto puede deberse a que durante el desarrollo de los embriones influyen algunos factores ambientales como humedad, temperatura, salinidad y tamaño del grano de la arena; los cuales, entre otros, determinan el éxito en la incubación. En el caso de la humedad, si la arena del corral de incubación presenta 0% los embriones se deshidratan volviéndose no viables; por otro lado, un tamaño fino del grano de la arena permite una mejor distribución de oxígeno entre los espacios intersticiales y los embriones, si predominan granos medianos o gruesos la difusión de oxígeno puede reducirse drásticamente; y en el caso de que el tipo de arena no sea el problema, los huevos que están ubicados en las capas inferiores de cada nido tienen una menor disponibilidad de oxígeno y por consiguiente el riesgo de perecer por asfixia es mayor.

Otro motivo que determina el éxito o fracaso en la eclosión de las nidadas y, por consiguiente, el aporte de nuevos organismos a la población (reclutamiento), dependen en gran medida de la manipulación y manejo que se les da a los huevos durante la colecta, transporte y sembrado de los mismos; ya que, el movimiento es una de las causas de inhibición en el desarrollo embrionario y su mortalidad (Sandoval-Ramírez, 2017).

En términos generales y de acuerdo al análisis estadístico descriptivo realizado, tanto para la temporada baja de anidación como para la temporada alta, la cantidad de crías vivas que son liberadas superan por encima del 50% a la cantidad de huevos que no son viables y a las crías que perecen (Gráficas 6 y 7), lo que indica que la estrategia de conservación empleada para la tortuga golfina (*Lepidochelys olivacea*) en el Centro de Protección de la Tortuga Marina de la localidad de Puerto Arista es efectiva; respecto a esto, Malmierca-Pérez (2018) menciona que una estrategia de conservación se considera adecuada si, de todas las nidadas que son reubicadas en corrales de incubación existe un éxito de eclosión (número de crías que eclosionan o rompen su cascarón) y un éxito de emergencia (número de crías que alcanza la superficie de la playa o del nido) elevados, es decir, que la cantidad total de crías vivas obtenidas sea significativamente alta.

## IX. CONCLUSIONES

- Se recolectaron un total de ocho muestras de arena de la zona de la mesoplaya correspondientes a los seis sectores y dos corrales de incubación, para las cuales existió una mayor retención de arena en el tamiz número 40 (15 OPN) con una abertura de 0.381 mm indicando la predominancia de arenas finas.
- La arena fina usada en los dos corrales de incubación es del mismo tipo que la de la zona ecológica donde anida naturalmente *Lepidochelys olivacea*.
- Se registró un total de cuatro clases, seis órdenes, ocho familias, ocho géneros y ocho especies de depredadores potenciales para huevos y crías de *L. olivacea* en los corrales de incubación, siendo *Quiscalus mexicanus* el avistado con más frecuencia.
- Más de la mitad de los pescadores entrevistados saquean nidos de *L. olivacea* para su venta o consumo personal y algunos otros capturan hembras anidadoras para la venta de su carne a restaurantes de la localidad.
- Ninguno de los pescadores de Puerto Arista realiza pesca en altamar, por tanto, no se capturan tortugas adultas para usarlas como carnada en la pesca de tiburón.
- La mayoría de los habitantes de Puerto Arista que fueron entrevistados aseguraron comprar y consumir huevos de *L. olivacea*.
- Los huevos de *L. olivacea* son altamente comercializados en Puerto Arista debido a que, en la temporada alta de anidación representa un buen ingreso económico para muchas familias, ya que, un nido completo tiene un valor de \$1200 pesos aproximadamente.
- La falta de personal, sumado a que el equipo de trabajo está en condiciones de deterioro, aumenta la probabilidad de que una gran cantidad de nidos sean saqueados en una noche.
- Debido a la falta de recursos económicos, los corrales de incubación no están equipados con la malla sombra adecuada lo que ocasiona una pérdida de viabilidad en los embriones y una mayor depredación de crías.
- Las actividades de difusión a favor de la conservación de las tortugas marinas se han visto afectadas por la pandemia de SARS-CoV-2 y por la insuficiencia

del recurso económico, realizándose únicamente liberaciones de crías con gente local y turistas.

- Tanto para la temporada baja y alta de anidación, la cantidad de crías vivas que son liberadas superan por encima de la mitad a la cantidad de huevos que no son viables y a las crías que mueren, comprobando así, que la estrategia de conservación empleada para *L. olivacea* en el Centro de Protección de la Tortuga Marina de la localidad de Puerto Arista es efectiva.

## X. PROPUESTAS Y RECOMENDACIONES

- Procurar que la arena con la que renuevan los corrales de incubación antes de comenzar la temporada alta de anidación siempre sea de tipo fina para que exista una mejor distribución de oxígeno en las nidadas, evitando así, que los embriones pierdan su viabilidad.
- Reforzar con mejores defensas la estructura de los corrales de incubación, además de colocar malla criba y un sistema de anclaje en los cilindros protectores de cada nido para evitar la depredación por mamíferos y aves.
- Capacitación constante y actualizada dirigida al personal que labora en el Centro de Protección de Puerto Arista, con el objetivo de que todas las actividades se realicen de la forma adecuada.
- Durante la temporada alta de anidación de *Lepidochelys olivacea* es necesario contratar a más trabajadores capacitados que apoyen durante los recorridos nocturnos y la incubación de nidadas, disminuyendo así, la cantidad de nidos saqueados cada noche.
- Establecer un programa de supervisión en donde la policía local ayude en el patrullaje nocturno de los seis sectores de anidación, lo que irá disminuyendo con el tiempo la cantidad de personas que se dediquen al saqueo ilegal y a la captura de individuos adultos de *L. olivacea*.
- Promover en diversos medios de comunicación la opción de realizar voluntariados y servicio social en el Centro de Protección de Puerto Arista con la finalidad de obtener más apoyo en las actividades diarias.
- Realizar actividades recreativas con los habitantes de Puerto Arista y con los turistas que además de promover la conservación de las tortugas marinas generen un ingreso económico adicional para conseguir nuevo material de trabajo.
- Realizar campañas de concientización ambiental resaltando la importancia de no comprar o adquirir productos derivados de tortugas marinas.
- Hacer registros a nivel nacional para que se tomen en consideración los Centros de Protección para la Tortuga Marina del estado de Chiapas.



- Fomentar la investigación científica en el campamento tortuguero de Puerto Arista con aspectos que aún no han sido estudiados de *L. olivacea* para que se implementen mejoras en la estrategia de conservación usada para esta especie, además de compartir los hallazgos con otros campamentos.

## XI. REFERENCIAS DOCUMENTALES

- Alonzo, S. L., Vinajera, R. C. y Rodríguez, R. G. 2006. Granulometría de dos tipos predominantes de suelo del estado de Yucatán. *Ingeniería*. 10(3): 61-68.
- Anthony, E. J. 2005. Beach Erosion. Encyclopedia of coastal science. Springer Netherlands. Suiza.
- Arzola-González, J. F. 2007. Humedad y temperatura en nidos naturales y artificiales de tortuga golfina *Lepidochelys olivacea* (Eschscholtz 1829). *Revista de Biología Marina y Oceanografía*. 42(3): 377-383.
- Arzola-González, J. F., Barrón-Hernández, J., Gutiérrez-Rubio, Y., Voltolina, D. y Ramírez-Pérez, J.S. 2019. Anidación e incubación artificial de huevos de tortuga golfina *Lepidochelys olivacea* (Testudines: Cheloniidae). *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*. 6(18): 595-599.
- Bjorndal, K. A. 2000. Prioridades para la Investigación en Hábitats de Alimentación. *Grupo Especialista en Tortugas Marinas UICN/CSE*. 4:13-15.
- Bologaro Crevenna Recaséns, A., Márquez García, A. Z., Torres Rodríguez, V. y García Vicario, A. 2010. Vulnerabilidad de sitios de anidación de tortugas marinas por efectos de erosión costera en el estado de Campeche. Ed. A.V. Botello, S. Villanueva-Fragoso, J. Gutiérrez, & J.L. Rojas Galaviz. Campeche.
- Bravo Guzmán, R., García Luna, N., Morales Alejandra, V. M. y Ramírez Granados, A. 2012. Análisis granulométrico. Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Facultad de Ingeniería. México.
- Brenes-Arias, O., Bonilla-Bonilla, L., Bonilla-Salazar, A. y Vega-Delgado, A. 2014. Características de la Anidación de *Lepidochelys olivacea* (Testudinata: Cheloniidae) entre el 2010 y 2012 en Playa Tortuga Ojochal de Osa, Puntarenas, Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*. 63: 339-349.
- Cabrera-Peña, J. 1998. Depredación de neonatos de *Lepidochelys olivacea* (Reptilia: Cheloniidae) por *Quiscalus mexicanus* (Passeriformes: Icteridae). *Revista de Biología Tropical*. 46 (3): 845-846.

- Cahuich, A., Mena-Celis, G. E., Ojeda-Sarabia, W. C. y Pech-Domínguez, C. J. 2006. Conservación de la tortuga marina (*Chelonia mydas*) en Cozumel. *Teoría y Praxis*. 2: 127-136.
- Castro-González, M. I. y Pérez-Gil, F. 2011. Composición química del huevo de Tortuga Golfina *Lepidochelys olivacea* (Testudines: Cheloniidae) y su potencial como recurso alimenticio. *Revista de Biología Tropical*. 59(4): 1729-1742.
- Chacón, D. 2002. Diagnóstico sobre el comercio de las tortugas marinas y sus derivados en el Istmo Centroamericano. Red Regional para la Conservación de las Tortugas Marinas en Centroamérica (RCA). San José, Costa Rica.
- Chacón, D., Dick, B., Harrison, E., Sarti, L. y Solano, M. 2008. Manual sobre técnicas de manejo y conservación de las tortugas marinas en playas de anidación en Centroamérica. Ed. CIT. Costa Rica.
- Chacón-Pérez, C. A., Ordóñez-Laverde, C. A. y Varón-Rueda, L. F. 2016. Clasificación de la fracción fina de materiales provenientes de canteras aledañas a Bogotá, a partir de su valor de azul de metileno y su relación con la clasificación por el Sistema Unificado y Sistema Aashto. Universidad Católica de Colombia. Facultad de Ingeniería. Bogotá.
- Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca (CONAPESCA). 2021. Capacitan a pescadores y tripulación de altamar de Chiapas sobre uso eficiente de Dispositivos Excluidores de Tortugas. <https://www.gob.mx/conapesca/prensa/capacitan-a-pescadores-y-tripulacion-de-altamar-de-chiapas-sobre-uso-eficiente-de-dispositivos-excluidores-de-tortugas-274006>. Consultado el 5 de octubre de 2021.
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 2013. La biodiversidad en Chiapas: Estudio de Estado. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Gobierno del Estado de Chiapas. México.

- Comisión Natural de Áreas Naturales Protegidas (CONANP). 2008. Santuario Tortuguero Puerto Arista. <http://procer.conanp.gob.mx/tortugas/sitio/puerto.php>. Consultado el 15 de noviembre de 2020.
- Comisión Natural de Áreas Naturales Protegidas (CONANP). 2012. Sistema Estuarino Puerto Arista: Directrices de conservación y Manejo. Ramsar. México.
- Comisión Natural de Áreas Naturales Protegidas (CONANP). 2018. Estudio Previo Justificativo para la modificación de la declaratoria de Santuarios de Playas Tortugueras. <https://www.conanp.gob.mx/anp/consulta/EPJ%20santuarios%20Platas%20Tortugueras%20Aviso.pdf>. Consultado el 15 de noviembre de 2020.
- Comisión Natural de Áreas Naturales Protegidas (CONANP). 2019. La CONANP continúa con las acciones de protección para la tortuga golfina. <https://www.gob.mx/conanp/prensa/conanp-continua-con-las-acciones-de-proteccion-para-la-tortuga-golfina>. Consultado el 24 de febrero de 2020.
- Comisión Natural de Áreas Naturales Protegidas (CONANP). 2019. Playa de Puerto Arista. <https://simec.conanp.gob.mx/ficha.php?anp=162&reg=8>. Consultado el 15 de noviembre de 2020.
- Comisión Natural de Áreas Naturales Protegidas (CONANP). 2019. Programa de Acción para la Conservación de la Especie (PACE): Tortuga Golfina (*Lepidochelys olivacea*). <https://www.gob.mx/conanp/documentos/programa-de-accion-para-la-conservacion-de-la-especie-pace-tortuga-golfina-lepidochelys-olivacea>. Consultado el 24 de febrero de 2020.
- Comisión Natural de Áreas Naturales Protegidas (CONANP). 2020. Ficha de la tortuga golfina (*Lepidochelys olivacea*). <https://simec.conanp.gob.mx/Publicaciones2020/Publicaciones%20CONANP/Parte%202/Monitoreo/2016%20Ficha%20Tortuga%20golfina.pdf>. Consultado el 26 de agosto de 2021.

- Comisión Natural de Áreas Naturales Protegidas (CONANP). 2020. Guía Ilustrada de Tortugas Marinas para los Campamentos Tortugeros de Comunitarios de la Costa Oaxaqueña. <https://simec.conanp.gob.mx/Publicaciones2020/Publicaciones%20CONANP/Parte%202/Guias/2013%20Guia%20Ilustrada%20de%20Tortugas%20marinas.pdf>. Consultado el 18 de agosto de 2021.
- Convención Interamericana para la Protección y Conservación de las Tortugas Marinas (CIT). 2006. Amenazas a las tortugas marinas y posibles soluciones. <http://www.iacseaturtle.org/docs/publicaciones/9-Amenazas-Publicacion-con-fondo-Espanol.pdf>. Consultado el 1 de septiembre de 2021.
- Convención Interamericana para la Protección y Conservación de las Tortugas Marinas (CIT). 2011. Informe de la Quinta Conferencia de Partes de la Convención Interamericana para la Protección y Conservación de las Tortugas Marinas. Ed. Fish and Wildlife. Washington D.C.
- Convención Interamericana para la Protección y Conservación de las Tortugas Marinas (CIT). 2006. Tortugas Marinas y Pesquerías. Ed. Secretaría Pro Tempore. San José, Costa Rica.
- Cueva-Flores, E. A., Guzmán-Hernández, V., Guerra-Santos, J.J. y Rivas-Hernández, G. A. 2019. El uso del conocimiento de las tortugas marinas como herramienta para la restauración de sus poblaciones y hábitats asociados. Universidad Autónoma del Carmen. Ciudad del Carmen, Campeche.
- Díaz-Castrillón, F. J y Toro-Montoya, A. I. 2020. SARS-CoV-2/COVID 19: el virus, la enfermedad y la pandemia. *Medicina & Laboratorio*. 24(3): 183-205.
- Dick, B. 2005. Tortuga marina olivácea. *Convención Interamericana para la Protección y Conservación de Tortugas Marinas de en San José, Costa Rica*. 1-3.
- Diez, C y Ottenwalder, J. 2000. Estudios de hábitat de las tortugas marinas. *Técnicas de Investigación y Manejo para la conservación de las tortugas marinas*. 4: 45-49.

- Dueñas, C. 2008. Manual para la incubación artificial de huevos de tortugas marinas y manejo de neonatos. Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales. El Salvador.
- Eckert, K. L., Bjorndal, K. A., Abreu-Grobois, F. A. y Donnelly, M. 2000. Técnicas de Investigación y Manejo para la Conservación de las Tortugas Marinas. *Grupo Especialista en Tortugas Marinas UICN/CSE*. 4: 2-27.
- Eckert, K. L. 2000. Diseño de un Programa de Conservación. *Grupo Especialista en Tortugas Marinas UICN/CSE*. 4: 6-8.
- Eckert, L. K. y F. Abreu G. 2001. Conservación de Tortugas marinas en la Región del Gran Caribe: Un Diálogo para el Manejo Regional Efectivo. *WIDECAS*, *UICN/CSE*. Pp. 1-194.
- Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF). 2019. Tortugas Marinas: 100 millones de años nadando en los océanos. [https://www.wwf.es/nuestro\\_trabajo/especies\\_y\\_habitats/tortugas\\_marinas/](https://www.wwf.es/nuestro_trabajo/especies_y_habitats/tortugas_marinas/). Consultado el 24 de febrero de 2020.
- Geotech Environmental Equipment. 2013. Geotech Sand Shaker. Equipo Mecánico de Análisis de Grano. Manual de Operación. Denver, Colorado, Estados Unidos de América. [http://spanish.geotechenv.com/manuals/geotech\\_sand\\_shaker\\_manual\\_spanish.pdf](http://spanish.geotechenv.com/manuals/geotech_sand_shaker_manual_spanish.pdf). Consultado el 30 de agosto de 2021.
- Gobierno del Estado de Chiapas. 2020. Conoce Chiapas. <https://www.chiapas.gob.mx/ubicacion/>. Consultado el 24 de febrero de 2020.
- Huerta, P., Vasconcelos, D., Ocampo, E., Tavera, A. y Ángeles, M. A. 2006. Manual de Técnicas de Protección de Tortugas Marinas. Kutzari, Asociación para el Estudio y Conservación de las Tortugas Marinas A.C. México, D. F.
- Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC). 2007. Diversidad de especies de tortugas marinas en México.

<http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones2/libros/187/03.html>. Consultado el 26 de agosto de 2021.

Ley General de Pesca y Acuacultura Sustentable. 2018. Reforma del artículo 55 de la Ley de Pesca. [http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGPAS\\_240418.pdf](http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGPAS_240418.pdf). Consultado el 5 de octubre de 2021.

Malanco, G. Y. X. 2017. Monitoreo biológicos de hembras de tortuga marina golfina (*Lepidochelys olivacea*) anidantes en el Santuario Playa de Puerto Arista. Tesis de licenciatura. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP). Facultad de Ciencias Biológicas. Puebla, México.

Malmierca-Pérez, A. 2018. Análisis del éxito de incubación de la tortuga lora (*Lepidochelys olivacea*) en función del manejo de los nidos de Península Osa, Costa Rica. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencia y Tecnología. Universidad Latinoamericana de Ciencia y Tecnología. San José, Costa Rica.

Márquez, M. R. 1996. Las tortugas marinas y nuestro tiempo. Ciencia/ 144. SEP. CONACYT. Fondo de Cultura Económica. México. D.F. 186.

Mejía, J. E. 2020. Caracterización de la playa de Puerto Arista, Chiapas y la anidación de la tortuga golfina (*Lepidochelys olivacea*) durante el periodo de 2014-2015. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. Chiapas, México.

Mendoza, O. E. 2008. La sobrevivencia de crías de tortuga golfina (*Lepidochelys olivacea*) con relación al número de huevos reubicados en Boca del Cielo, Tonalá, Chiapas, México. Tesis de Licenciatura. Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. México. 52.

Mendoza, O.E. 2008. La sobrevivencia de crías de tortuga golfina (*Lepidochelys olivacea*) con relación al número de huevos reubicados en Boca del Cielo, Tonalá, Chiapas, México. Tesis de Licenciatura. Escuela de Biología. Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. Chiapas, México.

Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN). 2019. Morfología de playas. Dirección General del Observatorio Ambiental. <http://rcc.marn.gob.sv/bitstream/handle/123456789/182/MORFOLOGIA%20DE%20PLAYAS.pdf?sequence=1&isAllowed=y#:~:text=Se%20define%20Playa%20como%20la,a%20la%20acci%C3%B3n%20del%20oleaje>. Consultado el 13 de septiembre de 2021.

Narsilio, G. A., y Santamarina, C. (2016). Clasificación de suelos: fundamento físico, prácticas actuales y recomendaciones. Georgia Institute of Technology, Atlanta, GA. USA.

Nataren, G. 2015. Situación de la anidación de *Lepidochelys olivacea* en la playa Puerto Arista, Chiapas durante el periodo 2003-2007. Tesis de Licenciatura. Instituto de Ciencias Biológicas. Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. Chiapas, México.

Ochoa-Fernández, C. 2012. Especificaciones para la protección, recuperación, y manejo de las poblaciones de las tortugas marinas en su hábitat de anidación. [https://dof.gob.mx/nota\\_detalle\\_popup.php?codigo=5286506](https://dof.gob.mx/nota_detalle_popup.php?codigo=5286506). Consultado el 5 de noviembre de 2021.

Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA). 2018. PROFEPA y Marina encabezan recorrido marino para detectar causas de muerte de tortugas en “Santuario Playa Puerto Arista”, en Chiapas. <https://www.gob.mx/profepa/prensa/profepa-y-marina-encabezan-recorrido-marino-para-detectar-causas-de-muerte-de-tortugas-en-santuario-playa-puerto-arista-en-chiapas>. Consultado el 5 de octubre de 2021.

Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA). 2019. Protección de las tortugas marinas en México. <https://www.gob.mx/profepa/es/articulos/proteccion-de-las-tortugas-marinas-en-mexico?idiom=es>. Consultado el 26 de agosto de 2021.



- Richardson, J. 2000. Prioridades para los Estudios sobre la Biología de la Reproducción y de la Anidación. *Técnicas de Investigación y Manejo para la conservación de las tortugas marinas*. 4: 9-12.
- Rodríguez, B. y Contreras, M. 2020. Conservación de tortugas lora (*Lepidochelys olivacea*), en playa Mata Oscura, Veraguas, Pacífico de Panamá. *Revista Saberes APUDEP*. 3 (2): 1-6.
- Rosano-Hernández, M.C. y Deloya, C. 2002. Interacción entre trógidos (Coleoptera: Trogidae) y tortugas marinas (Reptilia: Cheloniidae) en el Pacífico Mexicano. *Acta Zoológica Mexicana*. 87: 29-46.
- Sandoval, E. S. 2008. Pronóstico de la temperatura de los nidos de tortuga golfina (*Lepidochelys olivacea*) en función de la temperatura ambiente, la profundidad y el calor metabólico. Tesis de Maestría. Instituto Tecnológico Nacional. La paz, B. C. S.
- Sandoval-Ramírez, J. L. 2017. Influencia de factores ambientales sobre el éxito de incubación de la tortuga golfina (*Lepidochelys olivacea*) en condiciones de vivero en el estado de Guerrero, México. Tesis de Maestría. Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California. Ensenada, Baja California.
- Sanz Llanos, J. J. 1975. Mecánica de suelos. Editores Técnicos Asociados. España.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). 2018. Programa de Acción para la Conservación de la Especie Tortuga Golfina (*Lepidochelys olivacea*). SEMARNAT/ CONANP. México, D. F.
- Secretaría de Turismo (SECTUR). 2017. Tonalá, Chiapas. [http://www.turismochiapas.gob.mx/st/descargables/material/Mapa\\_Urbano\\_Tonalá%20.pdf](http://www.turismochiapas.gob.mx/st/descargables/material/Mapa_Urbano_Tonalá%20.pdf). Consultado el 2 de septiembre de 2021.
- Secretaría del Medio Ambiente e Historia Natural (SEMAHN). 2016. Boletín no. 1049 SEMAHN libera 300 crías de tortuga golfina en Campamento Tortuguero de Puerto Arista.

[https://www.semahn.chiapas.gob.mx/portal/noticias/ver\\_noticia/1049](https://www.semahn.chiapas.gob.mx/portal/noticias/ver_noticia/1049).

Consultado el 6 de octubre de 2021.

Secretaría del Medio Ambiente e Historia Natural (SEMAHN). 2017. Boletín no. 1328

Conservación de la tortuga marina, una actividad de alto riesgo.

[https://www.semahn.chiapas.gob.mx/portal/noticias/ver\\_noticia/1328](https://www.semahn.chiapas.gob.mx/portal/noticias/ver_noticia/1328).

Consultado el 5 de octubre de 2021.

Secretaría del Medio Ambiente e Historia Natural (SEMAHN). 2018. Protección y

conservación de la tortuga marina en Chiapas.

[https://www.semahn.chiapas.gob.mx/portal/danvs/proyecto\\_tortuga](https://www.semahn.chiapas.gob.mx/portal/danvs/proyecto_tortuga).

Consultado el 24 de febrero de 2020.

Secretaría del Medio Ambiente e Historia Natural (SEMAHN). 2020. Información

obtenida de la base de datos de la bitácora de control interno de la SEMAHN.

Tibbetts, J .2009. Un manjar peligroso: los huevos de tortuga de los mares

contaminados representan una amenaza para la salud. *Revista de Salud*

*Pública de México*. 51(6): 525.

Triplehorn, C. A. y Johnson, N. F. 2005. Borror and Delong's Introduction to the Study

of Insects Seventh Edition. Ed. Brooks/Cole. Belmont, USA.

Varo-Cruz, N., Monzón-Argüello, C., Carrillo, M., Calabuig, P. y Liria-Loza, A. 2015.

Tortuga olivácea- *Lepidochelys olivacea*. Enciclopedia Virtual de los

Vertebrados Españoles. Museo Nacional de Ciencias Naturales, Madrid.

Vázquez, J. D. 2018. Situación de la anidación de la tortuga golfina (*Lepidochelys*

*olivacea*) en las playas del Pacífico mexicano en el periodo 1985-2013. Tesis

de Licenciatura. Instituto de Ciencias Biológicas. Universidad de Ciencias y

Artes de Chiapas. Chiapas, México.

Wyneken, J., Lohmann, K. J. y Musick, J. A. 2013. The Biology of Sea Turtles. Ed. CRC

Press. Florida.

Zambrano, G. A. 2008. Evaluación prospectiva de la anidación de tortuga golfina

(*Lepidochelys olivacea* Escholtz, 1824) durante las arribadas en la playa

Ixtapilla, Michoacán en el periodo septiembre-diciembre de 2008. Tesis de Licenciatura. Instituto de Ciencias Biológicas. Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. Chiapas, México.

## XII. ANEXOS

### GLOSARIO DE TÉRMINOS

**Abiótico:** componentes de un ecosistema que no tienen vida.

**Anápsido:** subclase de amniotas que carecen de aberturas temporales en el cráneo.

**Anidación:** proceso posterior al apareamiento en donde una tortuga selecciona una playa, construye un nido en la arena y deposita desde 80 o hasta 120 huevos en el caso de la tortuga golfina (*Lepidochelys olivacea*).

**Arribadas:** anidación masiva y sincronizada de miles y hasta cientos de miles de tortugas marinas hembras, en una misma playa y al mismo tiempo.

**Biofísico:** Estudio de los fenómenos biológicos mediante los principios y los métodos de la física.

**Biótico:** organismos vivos que interactúan con otros organismos.

**Bolones:** Fragmentos de roca entre 80 y 300 mm.

**Circadiano:** son cambios hormonales y conductuales que siguen un ciclo de 24 horas o son anuales en algunos reptiles.

**Cleidoicos:** un huevo que se caracteriza por tener una cáscara flexible o rígida que provee protección mecánica, pero que al mismo tiempo permite el paso de gases respiratorios y vapor de agua a través de ella.

**Corral de incubación:** son una herramienta para la conservación y consisten en una estructura temporal en un sitio en la playa o cercana a ella, de sustrato arenoso, cerrado en cuatro lados con un material que permita el flujo del aire y la luz pero que impida el ingreso de personas y animales, en el que se ubican de manera ordenada los huevos de tortugas marinas, procedentes de la playa simulando nidos y se regula

la temperatura de incubación con el manejo de malla sombra; llevándose un registro de la incubación de cada nido, con el propósito de permitir que se cumpla el ciclo de reproducción en sus fases de incubación, eclosión e introducción de neonatos al mar.

**Éxito de eclosión:** se refiere al número de crías que eclosionan o rompen su cascarón (igual al número de cascarones vacíos en el nido).

**Éxito de emergencia:** se refiere al número de crías que alcanzan la superficie de la playa (igual al número de cascarones menos el número de crías vivas y muertas dentro del nido).

**Filopatría:** tendencia que presentan muchas especies animales a permanecer en el mismo territorio en que nacieron, o a volver al mismo para reproducirse o nidificar.

**Forámenes:** pequeña parte que conforma el borde del cráneo.

**Frenesí natatorio:** es el mecanismo que le permite a una cría de tortuga moverse desde el nido hacia el mar en el menor tiempo posible, reduciendo la posibilidad de ser depredada.

**Geotech Sand Shaker:** es un kit de tamiz manual diseñado para proporcionar un análisis confiable del tamaño de grano de una muestra.

**Granulometría:** estudio que permite conocer la medida de los granos de los sedimentos.

**Inframarginal:** posición más baja de los escudos del caparazón de una tortuga.

**Infraplaya:** zona de la playa comprendida entre el límite de la marea baja hasta la profundidad donde empieza el efecto del oleaje.

**Litoral:** aquella franja de terreno que se encuentra ubicada junto al mar, es decir, que está prácticamente al lado de las playas o de algún océano, que, por ende, es un término que se relaciona a aquella zona o región dónde se encuentran las playas y costas de un estado en específico.

**Mesoplaya:** zona comprendida entre el límite de la marea alta y el límite de la marea baja, generalmente con pendiente en dirección hacia el mar.

**Neonato:** es una cría recién nacida.

**Nidadas:** es la cantidad de huevos que pone una hembra de tortuga marina en un lugar determinado de la playa.

**Plasticidad:** propiedad de un material por la cual es capaz de soportar deformaciones rápidas, sin rebote elástico, sin variación volumétrica apreciable y sin desmoronarse ni agrietarse.

**Plastrón:** es la estructura aplanada que conforma la parte ventral del caparazón de las tortugas.

**Poiquilotermo:** se refiere a los animales que no pueden mantener su temperatura corporal constante, sino que cambia con las variaciones del medio externo en el cual se encuentran; en otras palabras, son incapaces de generar, por ningún proceso metabólico o fisiológico, su propio calor interno.

**Porcentaje de avivamiento:** es la relación del número de huevos colocados en un nido o sembrados, respecto a número de crías vivas que nacen.

**Praderas marinas:** es uno de los ecosistemas más productivos, biodiversos e importantes para el planeta, además de ser refugio y fuente de alimento para peces, mamíferos marinos, tortugas marinas, aves, invertebrados e incluso humanos; lucen como algunas gramas o hierbas terrestres, y la mayoría de las especies tienen hojas alargadas que se pueden confundir con algas verdes, pero se diferencian de estas porque son plantas que producen flores.

**Ranfoteca:** los maxilares (mandíbula y maxila superior) de las tortugas marinas forman una especie de pico (llamado ranfoteca) que no presenta dientes, aunque sus bordes pueden presentar una estructura aserrada.

**Supraplaya:** zona comprendida entre el límite de la marea alta y el límite donde se tiene ya algún proceso continental (malecón, dunas o vegetación) y que en condiciones normales está seca.

**Vegetación hidrófila:** comunidades vegetales que viven arraigadas en lugares pantanosos con agua dulce o salobre y poco profundos (manglar, popal, tular y carrizal).

## **GLOSARIO DE ABREVIATURAS**

**CIT:** Convención Interamericana para la Protección y Conservación de las Tortugas Marinas.

**CITES:** Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre.

**CMT:** Centro Mexicano de la Tortuga.

**CONABIO:** Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.

**CONANP:** Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas.

**CONAPESCA:** Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca.

**DETS:** Dispositivos Excluidores de Tortugas.

**ES:** Éxito de Supervivencia.

**INECC:** Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático.

**LCC:** Largo Curvo del Caparazón.

**LRC:** Longitud Recta del Carapacho.

**MARN:** Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

**NHRN:** Número de Huevos Reubicados por Nido.

**OPN:** Unidad para la abertura de la malla.

**PROFEPA:** Procuraduría Federal de Protección al Ambiente.

**RAMSAR:** Convención de Humedales de Importancia Internacional.

**SECTUR:** Secretaría de Turismo.

**SEMAHN:** Secretaría del Medio Ambiente e Historia Natural.

**SEMAR:** Secretaría de Marina.

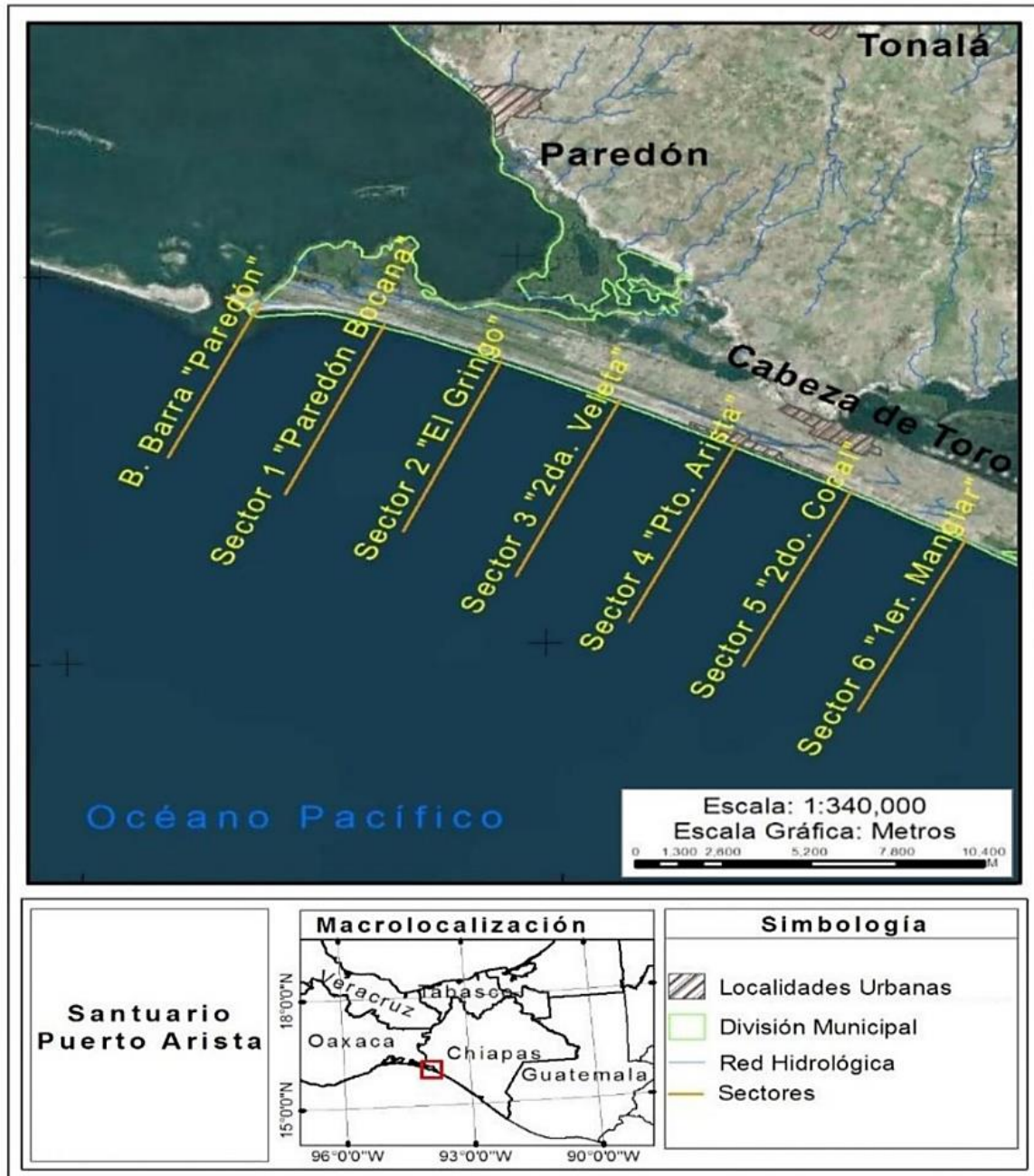
**SEMARNAT:** Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

**SUCS:** Sistema Unificado de Clasificación de Suelos.

**UICN:** Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza.

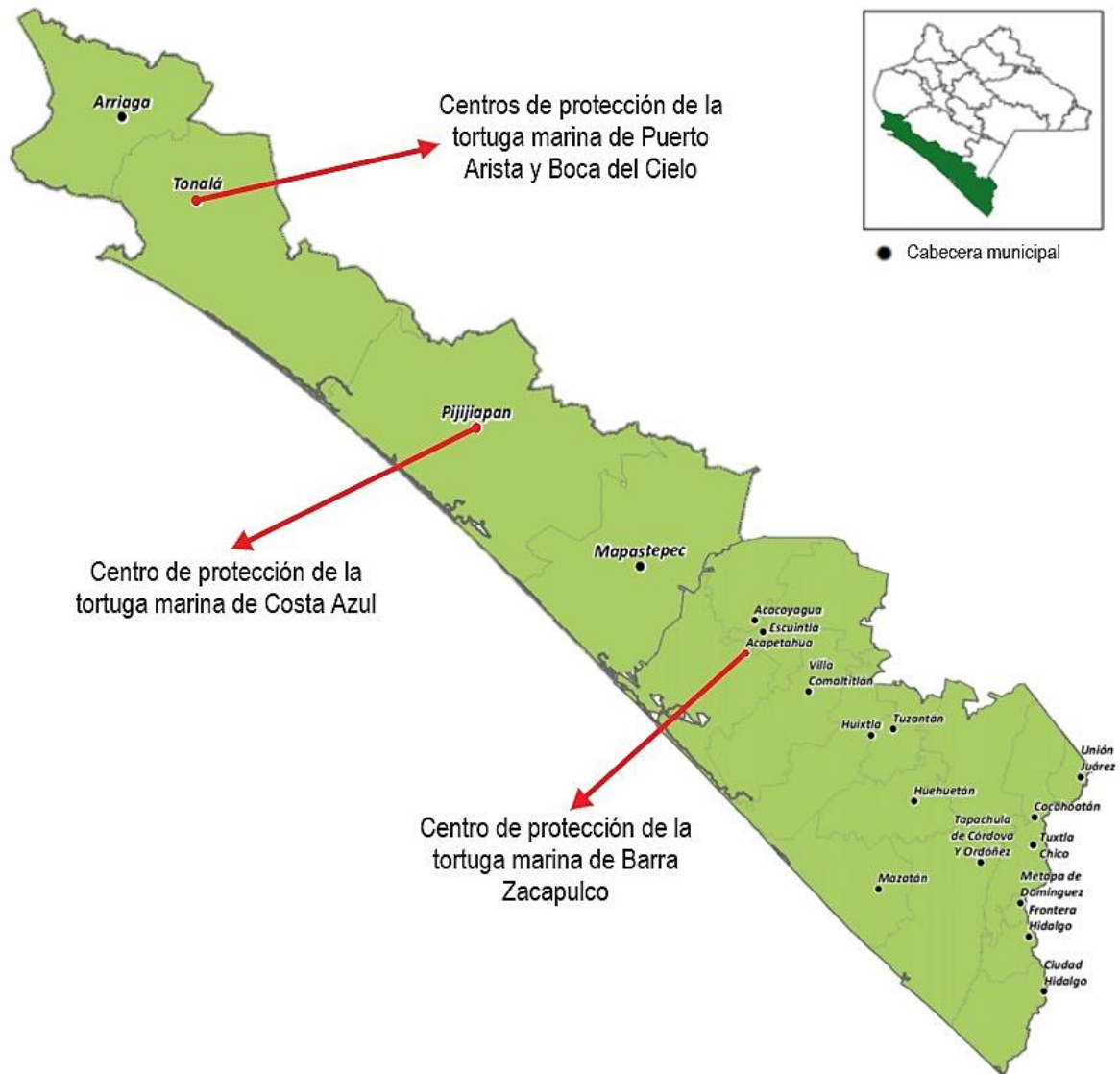
**US STANDARD:** Unidad Estándar de Estados Unidos.

**WWF:** Fondo Mundial para la Naturaleza.




Anexo 1. Localización de los sectores que forman parte de la playa de Puerto Arista que son protegidos por el Centro de Protección de la Tortuga Marina de la Secretaría del Medio Ambiente e Historia Natural (SEMAHN). Fuente: Nataren (2015).





Anexo 2. Centros de Protección que forman parte del Programa de Conservación para la Tortuga Marina dirigido por la Secretaría de Medio Ambiente e Historia Natural (SEMAHN). Autor: Daniela Ortiz Garzón.


**SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE E HISTORIA NATURAL**  
**DIRECCIÓN DE ÁREAS NATURALES Y VIDA SILVESTRE**  
**PROTECCIÓN Y CONSERVACIÓN DE LA TORTUGA MARINA EN CHIAPAS**  
**FICHA DE REGISTRO (COLECTA)**

CAMPAMENTO: \_\_\_\_\_ FECHA: \_\_\_\_\_ N°. DE FICHA: \_\_\_\_\_  
 COLECTOR: \_\_\_\_\_ ESPECIE: \_\_\_\_\_  
 HUEVOS COLECTADOS: \_\_\_\_\_ HUEVOS ROTOS: \_\_\_\_\_ HUEVOS SEMBRADOS: \_\_\_\_\_

HORA DE REGISTRO: \_\_\_\_\_ HORA DE SIEMBRA: \_\_\_\_\_ F.P.E.: \_\_\_\_\_

SECTOR: _____	ZONA DE PUESTA:		A	B	C
TORTUGA PRESENTE:	Si	No	LCC: _____	ACC: _____	
LLUVIA:	Presente	Ausente	NUBOSIDAD:	Presente	Ausente
LUNA:	Cuarto menguante	Cuarto creciente	Luna llena	Luna nueva	
MAREA:	Baja	Alta	Repunte	Vaciante	
OBSERVACIONES: _____					NÚMERO DE NIDO INCUBADO
_____					
_____					
_____					

Anexo 3. Ficha de registro de anidación de la Secretaría de Medio Ambiente e Historia Natural. Fuente: SEMAHN (2020).

**ENCUESTA DE TRABAJADORES OFICIALES**

REGIÓN \_\_\_\_\_ MUNICIPIO \_\_\_\_\_ LOCALIDAD \_\_\_\_\_  
NOMBRE DEL ENCUESTADO \_\_\_\_\_  
NOMBRE DEL ENCUESTADOR \_\_\_\_\_  
LUGAR \_\_\_\_\_ FECHA \_\_\_\_\_ N. ENCUESTA \_\_\_\_\_

**CUESTIONARIO**

1. ¿CUÁL DE LOS PROGRAMAS DIRIGIDOS EN LOS CAMPAMENTOS TORTUGUEROS ES EL QUE SE DESARROLLA CON MÁS PRESUPUESTO?  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
2. ¿CON QUÉ INFRAESTRUCTURA CUENTA EL CAMPAMENTO TORTUGUERO?  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
3. ¿CON QUÉ PERSONAL CUENTA EL CAMPAMENTO?  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
4. ¿QUÉ FUNCIONES REALIZAN COTIDIANAMENTE EN EL CAMPAMENTO?  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
5. ¿CÓMO ES LA ORGANIZACIÓN DEL PERSONAL EN EL CAMPAMENTO?  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
6. ¿CÓMO SE DIFUNDE Y PROMOCIONA LA CONSERVACIÓN DE LAS TORTUGAS MARINAS?  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
7. A NIVEL NACIONAL, ¿QUÉ TIPO DE INFORMES Y REGISTROS REALIZAN?  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
8. ¿EN EL ESTADO COMO SE REALIZAN LOS INFORMES SOBRE LA OPERATIVIDAD Y ACTIVIDADES DEL CAMPAMENTO TORTUGUERO?  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
9. ¿REALIZAN CURSOS DE CAPACITACIÓN Y ADIESTRAMIENTO EN EL CAMPAMENTO TORTUGUERO?  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
10. ¿QUÉ VISITANTES Y VOLUNTARIOS LLEGAN AL CAMPAMENTO TORTUGUERO?  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
11. ¿SE REALIZAN TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN EN EL CAMPAMENTO TORTUGUERO?  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

COMENTARIOS:

\_\_\_\_\_

Anexo 4. Encuesta para los trabajadores oficiales del Centro de Protección de la Tortuga Marina de Puerto Arista. Autor: Daniela Ortiz Garzón.

## ENCUESTA DE PESCADORES

Región \_\_\_\_\_ Municipio \_\_\_\_\_ Localidad \_\_\_\_\_  
Nombre del Encuestado \_\_\_\_\_  
Nombre del Encuestador \_\_\_\_\_  
Lugar \_\_\_\_\_ Fecha \_\_\_\_\_ N° Encuesta \_\_\_\_\_

### CUESTIONARIO

- 1.- ¿Ha capturado tortugas marinas en la playa? \_\_\_\_\_
- 2.- ¿En alguna ocasión usted ha extraído nidos de tortuga? Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_  
¿Por qué? \_\_\_\_\_
- 3.- ¿Sabe usted si los pescadores de tiburón capturan tortugas?  
Explique \_\_\_\_\_
- 4.- ¿Ha recibido pláticas, cursos o información sobre la conservación de la tortuga marina?  
\_\_\_\_\_
- 5.- ¿En su comunidad hay consumo de huevos y carne de tortuga marina?  
\_\_\_\_\_
- 6.- ¿Sabe usted de algún programa sobre conservación de la tortuga marina?  
\_\_\_\_\_
- 7.- ¿Qué piensa usted de los campamentos tortugeros?  
\_\_\_\_\_
- 8.- ¿De su experiencia como pescador cree usted que ha cambiado su visión hacia las tortugas marinas? \_\_\_\_\_
- 9.- ¿Qué se hacía antes con el arribo de las tortugas?  
\_\_\_\_\_
- 10.- ¿Qué sabe usted de los programas de operación y vigilancia de la zona?  
\_\_\_\_\_
- 11.- ¿Conoce usted algunos pescadores que consumen productos derivados de la tortuga marina? \_\_\_\_\_
- 12.- ¿Alguna vez ha visto tortugas en la playa, en mar abierto o en redes de pesca?  
\_\_\_\_\_
- 13.- ¿Sabe usted si existe excluidor de tortugas en embarcaciones de pesca de alturas camarónicas?  
\_\_\_\_\_

Anexo 5. Encuesta para los pescadores de Puerto Arista, Chiapas. Autor: Daniela Ortiz Garzón.

## ENCUESTA DE LA COMUNIDAD

Región \_\_\_\_\_ Municipio \_\_\_\_\_ Localidad \_\_\_\_\_  
Nombre del Encuestado \_\_\_\_\_  
Nombre del Encuestador \_\_\_\_\_  
Lugar \_\_\_\_\_ Fecha \_\_\_\_\_ N° Encuesta \_\_\_\_\_

### CUESTIONARIO

1.- ¿Qué sabe usted sobre las tortugas marinas?

\_\_\_\_\_

2.- ¿Ha consumido huevos de tortuga marina? Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

Explique \_\_\_\_\_

3.- Tiene conocimiento sobre el aceite de tortuga marina?

\_\_\_\_\_

4.- ¿El personal que vigila y opera el programa de conservación de la tortuga marina realiza actividades frecuentes con la comunidad? Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

¿Cuáles? \_\_\_\_\_

5.- ¿Hay fuentes de difusión y extensión para conocer los programas de conservación de las tortugas?

\_\_\_\_\_

6.- ¿Qué piensa usted del programa de conservación de la tortuga y de su personal?

\_\_\_\_\_

7.- ¿En alguna ocasión ha liberado tortugas en las playas de su comunidad?

\_\_\_\_\_

8.- ¿Conoce las áreas de incubación del Centro de Protección de las tortugas?

\_\_\_\_\_

9.- Además del personal del gobierno, ¿con qué otro tipo de voluntarios cuenta el campamento? \_\_\_\_\_

10.- ¿Cuáles son las necesidades y carencias que usted ve en el programa del campamento tortuguero?

\_\_\_\_\_

11.- Comentarios:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_



Anexo 7. a) Hembra anidadora de *Chelonia agassizii* arribando a la playa de Puerto Arista; b) liberación de crías de *Chelonia agassizii*. Autor: Daniela Ortiz Garzón.



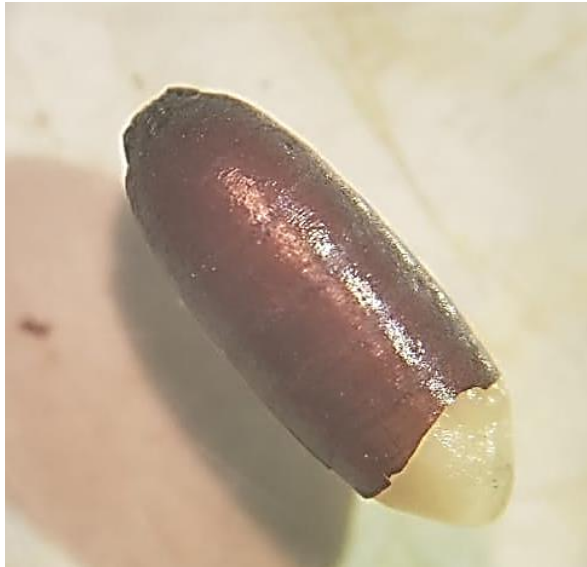
Anexo 8. Colecta de huevos de una hembra de *Lepidochelys olivacea* en recorridos nocturnos. Autor: Daniela Ortiz Garzón.



Anexo 9. Proceso de incubación de huevos de *Lepidochelys olivacea* en los corrales pertenecientes al Centro de Protección de la Tortuga Marina de Puerto Arista. Autor: Daniela Ortiz Garzón.



Anexo 10. Crías de *Lepidochelys olivacea* a punto de ser liberadas a pocos metros del mar en la playa de Puerto Arista, Chiapas. Autor: Daniela Ortiz Garzón.



Anexo 11. Larva de mosca verde o azul perteneciente a la clase Insecta, orden Diptera y familia Calliphoridae.



## **PROPUESTA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UN CORRAL DE INCUBACIÓN**

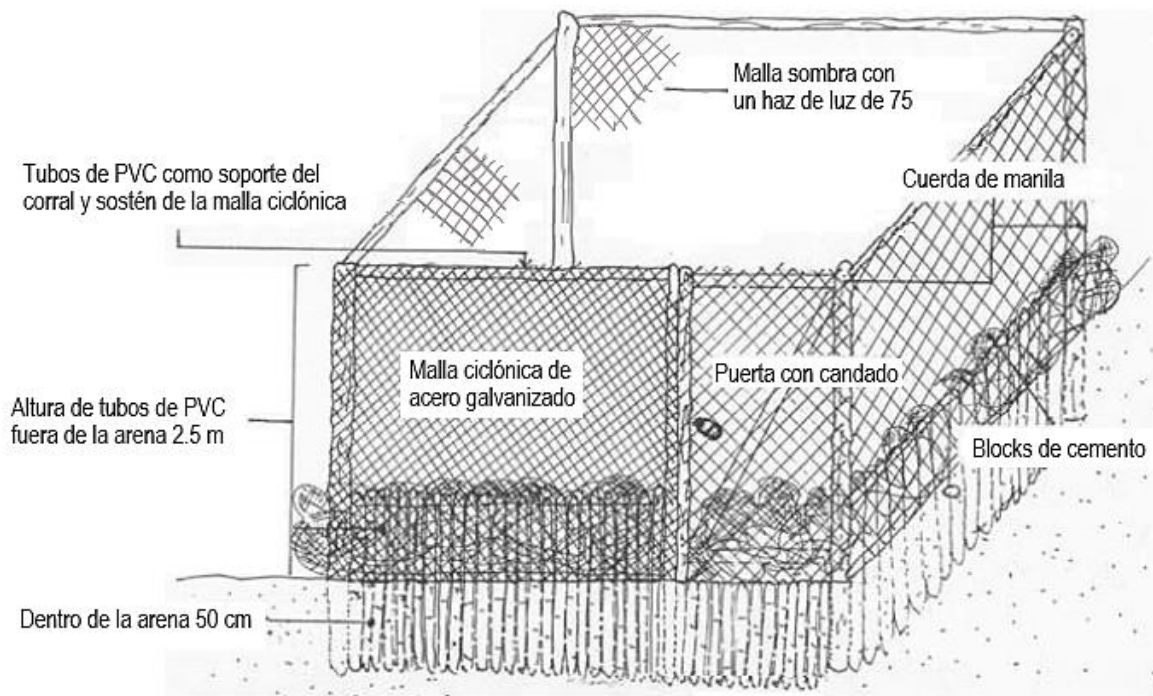
Existen varios modelos de corrales de incubación, sin embargo, de acuerdo con los conocimientos adquiridos durante las visitas realizadas al Centro de Protección para la Tortuga Marina de Puerto Arista, se sugiere que sea de tipo cerrado; sin embargo, aun así, será necesario que la vigilancia sea constante para impedir el ingreso de depredadores y visitantes indeseados.

Para seleccionar el sitio en donde se construirá el corral es necesario escoger una zona de la playa que posea las mismas características que el sitio en donde la especie de tortuga marina con la que se va a trabajar prefiere anidar. Además, se debe tomar en cuenta de que el sitio seleccionado reduzca las distancias y los tiempos de reubicación, disminuyendo así el riesgo de pérdida de viabilidad de los embriones e incrementando el porcentaje de éxito de incubación de los huevos.

El tamaño del corral deberá estar en relación directa con la cantidad de nidadas depositadas por las diferentes especies durante la temporada alta de anidación, es por ello que, para que entren de 1000 a 1600 nidadas aproximadamente se sugiere que se construya de las siguientes medidas: 70 m de largo por 30 m de ancho y 3 m de altura (Anexo 12). En cuanto a los materiales de construcción y la cantidad a utilizar de los mismos, se recomiendan los siguientes:

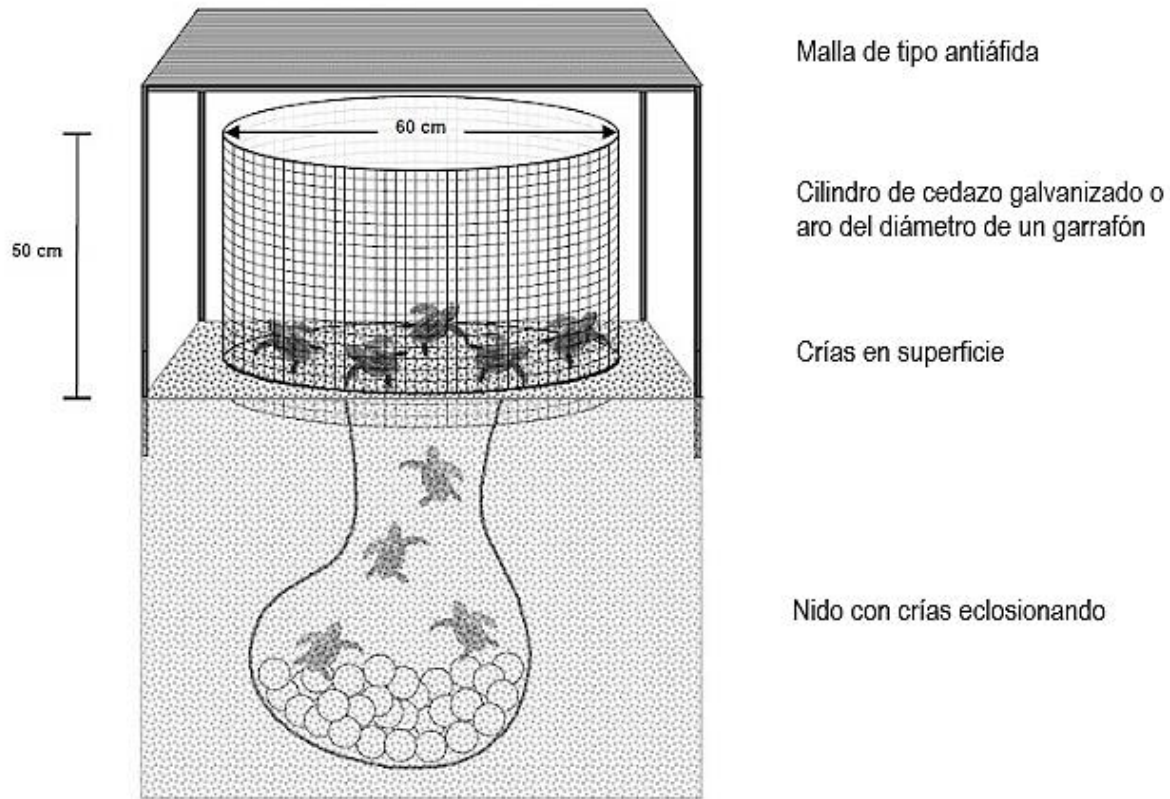
- 105 tubos de PVC de tipo reciclado de 3 m de altura, los cuales deben ser colocados cada cinco metros, ya que, serán los soportes del corral y en ellos irá amarrada la malla sombra; además 50 cm de cada tubo deben ser enterrados en la arena, evitando así, que la lluvia o el viento los derribe. No se recomienda el uso de materiales de origen orgánico tales como madera o palma, ya que, a pesar de ser económicamente muy accesibles y que pueden ser obtenidos de la misma localidad, al estar en contacto constante con la lluvia y el salitre se pudren y pueden caer sobre la arena donde las nidadas están siendo incubadas lo que crea un medio de cultivo excelente para el desarrollo de hongos y bacterias, además de ser un medio de atracción para moscas saprófagas, hormigas y cucarachas.

- 200 m de malla ciclónica de acero galvanizado, que se usará como las defensas del corral. Este material brinda resistencia ante elementos naturales como el viento y la lluvia, ya que al estar galvanizado no se oxida al estar al aire libre; además es sumamente resistente a la mano humana, pues son difíciles de cortar o romper. La implementación de este tipo de malla le otorgará al corral una protección adecuada ante depredadores y personas que intenten ingresar.
- 35 rollos de 4.20 m de ancho por 15 m de largo de malla sombra con un haz de luz de 75. Este tipo de malla sombra previene que la temperatura dentro del corral de incubación sea muy elevada, previniendo así, la pérdida de viabilidad de los embriones o que la mayoría de las crías nazcan siendo hembras; sumado a esto, provee de una protección adicional ante potenciales depredadores como las aves, que intentan ingresar al corral por la parte superior. También permite la circulación de aire y caída libre de la lluvia.
- 50 m de cuerda de manila. Se utiliza para amarrar la malla sombra en cada uno de los tubos de PVC; este tipo de cuerda es sumamente resistente a la abrasión y al estiramiento, además de que es muy fácil de amarrar.
- 510 blocks de cemento de 39.5 cm de largo. Estos se colocan alrededor de todo el corral de incubación, lo que impide el ingreso de depredadores como perros, mapaches, tlacuaches o zorrillos, ya que no les permite rascar en la arena ni hacer agujeros por los cuales puedan ingresar.



Anexo 12. Propuesta y materiales recomendados para la construcción de un corral de incubación para huevos de tortugas marinas. Fuente: Dueñas (2008) con modificaciones.

En adición a esto, una vez incubadas las nidadas se les debe otorgar protección adicional, la cantidad de material que se necesitará estará íntimamente relacionada con la cantidad de nidadas que se tengan durante la temporada alta de anidación. Para cada nido se sugiere el uso de un cilindro de cedazo galvanizado (de 0.5 cm por 0.5 cm) con un diámetro de 60 a 70 cm y una altura de 50 a 60 cm que se entierra a 10 cm dentro de la arena, además se le coloca una malla en la parte superior del cilindro lo que detiene el ataque de pequeños mamíferos y aves; se sugiere el uso de malla de tipo antiáfida lo que evita también, el paso de moscas saprófagas y escarabajos, cuyas larvas atacan a crías recién eclosionadas. Sin embargo, también se pueden usar aros hechos con garrafones de agua; estos pueden llegar a obtenerse de manera gratuita en las purificadoras de la localidad, ya que, los garrafones que están muy averiados son desechados (Anexo 13). También es recomendable implementar un sistema de anclaje de manera que el cilindro protector o los aros de garrafón no puedan ser volcados o movidos de su lugar por algún depredador que logre ingresar al corral.



Anexo 13. Materiales empleados para otorgar protección adicional a cada nido. Fuente: Ochoa-Fernández (2012) con modificaciones.

Una vez construido el corral de incubación se recomienda designar un espacio o una sección que será donde se incubarán las nidadas de especies distintas de tortugas marinas; por dar un ejemplo, si la especie que más arriba a la localidad de Puerto Arista es *Lepidochelys olivacea*, se puede designar un espacio en el corral para incubar los huevos de *Chelonia agassizii*. De esta manera, el manejo y la vigilancia de las nidadas de cada especie será mejor. Además, para tener un mejor control, se recomienda la elaboración de pequeños letreros (que pueden ser de materiales reciclados) en donde se indicarán datos importantes de cada nidada tales como: número de nido, cantidad de huevos y fecha probable de eclosión.