

**UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y  
ARTES DE CHIAPAS**

INSTITUTO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS



**T E S I S**

**Caracterización de la playa Puerto  
Arista, Chiapas y la anidación de la  
tortuga golfina (*Lepidochelys olivacea*)  
durante el periodo 2014- 2015**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

**LICENCIADO EN BIOLOGÍA**

PRESENTA

**JESÚS EZEQUIEL MEJÍA RUIZ**

Tuxtla Gutiérrez, Chiapas

agosto de 2020



**UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y  
ARTES DE CHIAPAS**

INSTITUTO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

**T E S I S**

**Caracterización de la playa Puerto  
Arista, Chiapas y la anidación de la  
tortuga golfina (*Lepidochelys olivacea*)  
durante el periodo 2014- 2015**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

**LICENCIADO EN BIOLOGÍA**

PRESENTA

**JESÚS EZEQUIEL MEJÍA RUIZ**

Tuxtla Gutiérrez, Chiapas

agosto de 2020



**UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y**

**ARTES DE CHIAPAS**

INSTITUTO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

**T E S I S**

**Caracterización de la playa Puerto  
Arista, Chiapas y la anidación de la  
tortuga golfina (*Lepidochelys  
olivacea*) durante el periodo 2014-  
2015**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

**LICENCIADO EN BIOLOGÍA**

PRESENTA

**JESÚS EZEQUIEL MEJÍA RUIZ**

Directora

**DRA. MARÍA SILVIA SÁNCHEZ CORTÉS**

Laboratorio de cultura y conservación biológica (UNICACH)

Tuxtla Gutiérrez, Chiapas

agosto de 2020





**Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas**  
**Dirección de Servicios Escolares**  
**Departamento de Certificación Escolar**  
Autorización de impresión



Lugar: Tuxtla Gutiérrez, Chiapas  
Fecha: 30 de Agosto de 2020.

C. Jesús Ezequiel Mejía Ruiz

Pasante del Programa Educativo de: Licenciado en Biología

Realizado el análisis y revisión correspondiente a su trabajo recepcional denominado:  
Caracterización de la playa Puerto Arista, Chiapas y la anidación de la tortuga golfina  
(*Lepidochelys olivacea*) durante el período 2014-2015

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

Mtra. Laila Yunes Jiménez

Dra. María Silvia Sánchez Cortés

**Firmas:**

Ccp. Expediente.

Lugar: Tuxtla Gutiérrez, Chiapas  
Agosto de 2020

C. Biól. Ricardo Hernández Sánchez

Director del Instituto de Ciencias Biológicas

---

Por este medio solicito a usted su autorización para el registro del tema:

Caracterización de la playa Puerto Arista, Chiapas y la anidación de la tortuga golfina (*Lepidochelys olivacea*) durante el periodo 2014- 2015

---

Lo anterior para sustentar Examen Profesional en la modalidad de:

Tesis Profesional

---

Para obtener el Título de: Licenciado en Biología

---

Sin otro particular por el momento y en espera de su respuesta, aprovecho la ocasión para saludarle.

ATENTAMENTE



Jesús Ezequiel Mejía Ruiz

Nombre y firma del (la) Sustentante

Matrícula No. 64111075

# ÍNDICE

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>	6
2.1.5 Anidación de <i>Lepidochelys olivacea</i>	7
2.2 Generalidades de la playa y granulometría	9
2.2.1 Descripción de una playa	9
2.2.2 Método Emery para medir el perfil de playa	10
2.2.3 Origen y formación de los suelos	10
2.2.4 Sedimentación	11
2.2.5 Análisis granulométrico	12
2.2.6 Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS)	13
2.2.7 Representación de la distribución granulométrica	13
2.3 Depredación	14
2.3.1 Depredadores	15
III. ANTECEDENTES	16
IV. OBJETIVOS E HIPÓTESIS	19
4.1 Objetivo general	19
4.2 Objetivos particulares	19
4.3 Hipótesis	20
V. ZONA DE ESTUDIO	21
VI. MÉTODO	23
6.1. Sistematización de los datos de anidación	23
6.2. Sistematización de los principales aspectos biofísicos de la playa de anidación y vegetación representativa	24
6.2.1 Perfiles de playa y análisis de granulometría	25
6.2.2 Listado de vegetación representativa	29
6.3 Listado de potenciales depredadores	29
VII. RESULTADOS	30
7.1 Sistematización de datos de anidación de la tortuga golfina en el periodo (2014-2015)	30
7.1.1 Comparación de acuerdo a número total de huevos	30
7.1.2 Comparación anual de acuerdo a número de nidos	32
7.1.3 Comparación entre temporadas de acuerdo a número de nidos	33
7.1.4 Comparación anual de acuerdo al promedio de número de huevos por nido	33
7.1.5 Comparación de ambas temporadas de acuerdo al promedio de número de huevos por nido	34
7.1.6 Comparación de la anidación anual según los sectores	35

7.1.7 Comparación entre el sector y la anidación durante ambas temporadas	36
7.1.8 Comparación anual de las zonas de anidación	37
7.1.9 Comparación entre zona de anidación y las anidaciones durante ambas temporadas	38
7.1.10 Relación anual entre lluvia y anidación	39
7.1.11 Relación entre el tipo de marea y la anidación	40
7.2 Perfiles de playa	41
7.2.1 Sector tres	41
7.2.2 Sector seis	43
7.2.3 Sector bocabarra “Boca del Cielo”	45
7.3 Análisis granulométrico	46
7.4 Listado de vegetación representativa	51
7.5 Listado de potenciales depredadores	53
VIII. DISCUSIÓN	56
IX. CONCLUSIONES	65
X. RECOMENDACIONES	66
XI. REFERENCIAS DOCUMENTALES	67
XII. ANEXOS	81

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. a) Ilustración de una cría de <i>Lepidochelys olivacea</i> . b) Ilustración de ejemplar en etapa adulta de <i>Lepidochelys olivacea</i>	6
Figura 2. Hembra anidadora de <i>Lepidochelys olivacea</i> realizando su nido en las playas de Puerto Arista	8
Figura 3. a) Personal del campamento tortuguero recolectando huevos de un nido <i>in situ</i> , y b) Huevos de <i>Lepidochelys olivacea</i> recolectados del nido	9
Figura 4. Sistema Unificado de Clasificación de Suelos basado en el análisis granulométrico y los límites de Atterberg	13
Figura 5. Representación gráfica de curvas granulométricas según el tipo de suelo	14
Figura 6. Mapa que delimita el Santuario y Sistema Estuarino Puerto Arista, Tonalá, Chiapas	22
Figura 7. Localización de los sectores seleccionados del Santuario Puerto Arista	25
Figura 8. Representación del Método de Emery (1961) elaborado por Gelos, Spagnuolo y Schillizi (1998)	26
Figura 9. a) Tamices presentes en el Instituto de Ciencias Biológicas; b) Tamiz número 10 con apertura de 2 mm; c) Tamiz número 18 con apertura de 1 mm y, d) Tamiz número 30 con apertura de 0.595 mm	28
Figura 10. a) Armazón y cilindros apilados del SandShaker; b) Cilindro, empaque de espuma y malla y, c) Malla con borde de acero inoxidable 23 OPN (0.5842 mm)	28
Figura 11. Comparación entre el año 2014 y 2015 de la cantidad de huevos depositados en todos los meses	31
Figura 12. Comparación de anidación de <i>Lepidochelys olivacea</i> durante el periodo 2014 y 2015	32
Figura 13. Distribución del número de anidaciones de la tortuga golfina mensualmente durante el periodo 2014- 2015	33
Figura 14. Comparación del periodo 2014- 2015 del promedio de huevos por nido de <i>Lepidochelys olivacea</i>	34
Figura 15. Comparación de los años 2014 (izquierda) y 2015 (derecha) de preferencia de <i>Lepidochelys olivacea</i> según el sector	35
Figura 16. Resultado de la prueba posterior de Tukey de los sectores de anidación de la tortuga golfina en Puerto Arista	36
Figura 17. Diagrama de Caja y Bigote de los sectores en relación con el número de anidaciones de <i>Lepidochelys olivacea</i>	37
Figura 18. Comparación anual de los años 2014 (izquierda) y 2015 (derecha) con respecto a la zona de anidación de la <i>L. olivacea</i>	37
Figura 19. Resultado de la prueba posterior de Dunn en las zonas de anidación de la tortuga golfina	38
Figura 20. Diagrama de Caja y Bigote comparando las zonas de anidación (A, B y C) con el número de anidaciones de <i>Lepidochelys olivacea</i>	38
Figura 21. Diagrama de Caja y Bigote comparando las categorías de Ausencia (A) y Presencia (P) de lluvia durante las anidaciones de tortuga golfina en Puerto Arista	39

Figura 22. Resultado de la prueba posterior de Tukey de los tipos de marea durante las anidaciones de la tortuga golfina	40
Figura 23. Diagrama de Caja y Bigote comparando los tipos de marea (Alta (A), Baja (B), Repuntante (R) y Vaciante (V)) y las anidaciones de <i>Lepidochelys olivacea</i>	41
Figura 24. Perfiles de playa realizados en el sector tres de Puerto Arista: a) Primer perfil realizado el 06 de abril 2016, b) Segundo perfil realizado el 06 de octubre 2016 y c) Tercer perfil realizado el 30 de marzo 2017	43
Figura 25. Perfiles de playa realizados en el sector seis de Puerto Arista: a) Primer perfil realizado el 06 de abril 2016, b) Segundo perfil realizado el 06 de octubre 2016 y c) Tercer perfil realizado el 30 de marzo 2017	44
Figura 26. Perfiles de playa realizados en la Boca Barra llamada "Boca del Cielo": a) Primer perfil realizado el 06 de abril 2016, b) Segundo perfil realizado el 06 de octubre 2016 y c) Tercer muestreo realizado el 30 de marzo 2017	46
Figura 27. Especies rastreras: a) <i>Passiflora foetida</i> , b) <i>Pectis multiflosculosa</i> , c) <i>Ipomoea pes-caprae</i> y d) <i>Commelina erecta</i>	52
Figura 28. Clases de especies de depredadores potenciales, registradas durante los recorridos: a) Aves ( <i>Quiscalus mexicanus</i> ), b) Reptilia ( <i>Leptodeira annulata</i> ), c) Mammalia ( <i>Canis familiaris</i> ) y d) Malacostraca ( <i>Callinectes arcuatus</i> )	55
Figura 29. Depredadores domesticados: a) <i>Felis catus</i> observado durante un recorrido de playa, b) Ejemplar de <i>Canis familiaris</i> registrado en el campamento tortuguero de Puerto Arista y, c) Ejemplar de <i>C. familiaris</i> cerca de los corrales del c. tortuguero	55
Figura 30. Procedimiento de análisis granulométrico: a) Muestras recolectadas de los diferentes sectores y zonas, b) Secado de las muestras, c) Pesado de muestras en balanza analítica y d) Peso de 150 g. para tamizado	81
Figura 31. Proceso de tamizado a) Tamizado de 150 g. de arena, b) Granos retenidos en la malla No. 30, c) Granos de arena que pasó la malla No.30 y d) Peso retenido analizado en balanza analítica	81
Figura 32. Curvas granulométricas del sector tres: a) Promedio de muestras zona de supraplaya, b) Promedio de muestras de zona de mesoplaya y c) Promedio de muestras de zona infraplaya	82
Figura 33. Curvas granulométricas del sector seis: a) Promedio de muestras zona de supraplaya, b) Promedio de muestras de zona de mesoplaya y c) Promedio de muestras de zona infraplaya	83
Figura 34. Curvas granulométricas de la boca barra llamada "Boca del Cielo": a) Promedio de muestras zona de supraplaya, b) Promedio de muestras de zona de mesoplaya y c) Promedio de muestras de zona infraplaya	84

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Distribución de partículas según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS)	12
Cuadro 2. Representación de la tabla de clasificación de suelos por retención según SUCS	13
Cuadro 3. Pruebas realizadas según la normalidad de los datos	24
Cuadro 4. Clasificación de los tamices utilizados según SUCS y aperturas	27
Cuadro 5. Comparación anual y mensual de número de huevos de <i>L. olivacea</i> registrados en los años 2014 y 2015	31
Cuadro 6. Comparación anual y mensual de los nidos realizados por <i>Lepidochelys olivacea</i> en los años 2014 y 2015	32
Cuadro 7. Comparación del periodo 2014- 2015 del promedio de huevos por nido de la <i>L. olivacea</i> de los años 2014 y 2015	34
Cuadro 8. Estadísticos descriptivos para el número de huevos para las temporadas 2014 y 2015	35
Cuadro 9. Promedio de arena que pasa en el sector tres, zona de supraplaya	47
Cuadro 10. Promedio de arena que pasa en el sector tres, zona de mesoplaya	47
Cuadro 11. Promedio de arena que pasa en el sector tres, zona de infraplaya.	48
Cuadro 12. Promedio de arena que pasa en el sector seis, zona de supraplaya	48
Cuadro 13. Promedio de arena que pasa en el sector seis, zona de mesoplaya	49
Cuadro 14. Promedio de arena que pasa en el sector seis, zona de infraplaya	49
Cuadro 15. Promedio de arena que pasa en el sector bocabarra "Boca del Cielo", zona de supraplaya	50
Cuadro 16. Promedio de arena que pasa en el sector bocabarra "Boca del Cielo", zona de mesoplaya	50
Cuadro 17. Promedio de arena que pasa en el sector bocabarra "Boca del Cielo", zona de infraplaya	51
Cuadro 18. Vegetación representativa de las playas de Puerto Arista, divididas en Ecosistemas de Dunas costeras y Manglares	51
Cuadro 19. Potenciales depredadores de <i>Lepidochelys olivacea</i> , divididos a partir de Clases	53
Cuadro 20. Promedio de huevos de <i>Lepidochelys olivacea</i> en diferentes punto de México y el mundo	57

## AGRADECIMIENTOS

A todos los profesores del Instituto de Ciencias Biológicas, por ser parte importante de mi formación profesional pero en especial a la Dra. María Silvia Sánchez Cortés, por su confianza, su optimismo, a sus enriquecedores consejos y comprensión a tan larga espera así como, transmitirme su gran cariño hacia las tortugas marinas.

Mis sinceras gracias a la Secretaria del Medio Ambiente e Historia Natural (SEMAHN), específicamente al personal de la Dirección de Áreas Naturales y Vida Silvestre, Biól. Pedro Sánchez Montero, M. en C. Rafael Coutiño Barrios, Biól. Humberto Montesinos Castillejos e Ing. Deyssi Kristal Castañeda Díaz, quienes me permitieron usar sus instalaciones y autorizaron el acceso a los datos de anidación de la tortuga golfina, que fueron fundamentales para este documento.

Al Dr. Fredi E. Penagos García y al personal de los laboratorios del Instituto de Ciencias Biológicas por facilitarme los instrumentos necesarios para realizar este proyecto.

A la Dra. Gloria Espiritu Tlaltempa y al Biól. Alejandro Luna Sánchez, quienes intervinieron con sus conocimientos y consejos oportunos durante la elaboración del trabajo.

A mis sinodales, la Maestra Laila Yunes Jiménez y el Dr. Miguel Ángel Peralta Mexueiro, por tomarse el tiempo para revisar el trabajo realizado, así como sus correcciones y sugerencias.

A mis compañeros y amigos: Mariela, José, Carolina, Eric, Ana Iris, Yesica, Fernanda, Roberto, Alma, Elizabeth y Fabiola que me acompañaron a lo largo de esta fabulosa carrera, y que no dejaron que me rindiera, al último pero no menos importante a mi Maru preciosa, que me ha brindado su gran amistad a manos llenas, que sus consejos y regaños sirvieron de algo, son y serán parte importante de mi vida, a todos ellos espero que sepan que cuentan con un amigo que los apoyará siempre.

## DEDICATORIA

### **A mis padres:**

*Con todo mi cariño y mi amor por ser las personas que hicieron todo en la vida para que yo pudiera lograr mis sueños, por su paciencia y motivación cuando sentía que el camino era imposible, a ustedes por siempre mi corazón y mi agradecimiento. Los amo.*

### **A mis hermanas:**

*Que siempre me aconsejaron y me apoyaron incondicionalmente. Les agradezco por estar presentes en mi vida, por compartir momentos de felicidad y de tristeza. Las amo. Y por traer al mundo a mis hermosos sobrinos.*

### **A mis tíos:**

*En especial a mi tía Adelaida y tío Clemente, quienes son como mis segundos padres, nunca perdieron la fe de que alcanzaría este objetivo. Muchas Gracias.*

### **A mis abuelos:**

*Quienes con su ternura y amor me regalaron los más grandiosos recuerdos de infancia. Por compartir sus sabidurías, enseñanzas y consejos, que serán muy útiles en algún momento de mi vida.*

*A mi abuelo Jesús, cada vez que pienso en la persona que más me ha inspirado en el mundo, pienso en ti. Sé que nunca me faltará tu protección; eres y serás siempre mi ángel de la guarda. Pasaré el resto de mi vida echándote de menos, pero con la certeza de que obtuve lo mejor de ti.*

Un viaje de mil millas comienza con el primer paso.

-Lao Tsé-

## RESUMEN

Existen muchos estudios realizados acerca de las tortugas marinas en las costas del Pacífico mexicano, sin embargo, hay pocos relacionados con la descripción de las playas de anidación de las tortugas marinas. Las playas más estudiadas están localizadas principalmente en los estados de Oaxaca y Michoacán, donde se llevan a cabo los mayores arribos de tortugas en el país, pero en el caso del estado de Chiapas es casi nulo encontrar trabajos que presenten la situación actual acerca del manejo y conservación de la tortuga marina, específicamente de la tortuga golfina *Lepidochelys olivacea*. El objetivo principal de este trabajo fue caracterizar la anidación de *Lepidochelys olivacea* en los años 2014 y 2015 en las playas de Puerto Arista, Tonalá, Chiapas considerando 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. Para el análisis de la anidación se realizaron pruebas estadísticas con el programa R a partir de la base de datos de la Secretaría de Medio Ambiente e Historia Natural (SEMAHN). 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. El promedio del tamaño de la nidada es semejante a los datos reportados para otras playas de México y playas internacionales. 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. 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. Las tortugas golfinas optaron por anidar en ausencia de precipitación, pero sincronizaron su reproducción para coincidir con la temporada de lluvia. Entre los distintos tipos de marea (alta, baja, repuntante y vaciante) las

tortugas optaron con mayor frecuencia por las mareas altas. Para la descripción de la playa se colectaron 27 muestras de arena en los tres sectores y sus respectivas zonas. Se tamizaron las muestras de arena 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, se registraron 16 especies, correspondientes a 16 géneros y 14 familias; tres especies corresponden al tipo arbustivas, tres al tipo árboles, y 10 al tipo herbáceas. Se registraron 25 especies de potenciales depredadores, 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.

**Palabras Clave:** arena, depredadores, dunas costeras, huevos de tortuga, nidos de tortuga, perfiles de playa.

# I. INTRODUCCIÓN

Pocos animales despiertan en el ser humano las simpatías de las que gozan las tortugas marinas, visualizadas como animales prodigiosos, ligadas a imágenes de arrecifes de coral y playas paradisíacas donde las pequeñas tortugas salen de la arena con rumbo a la orilla de un mar tropical. Realmente son animales sorprendentes, que se encuentran entre los escasos reptiles que han sido capaces de colonizar el medio marino (Biton Porsmoguer, 2009). Las tortugas marinas pertenecen a un reducido grupo de reptiles del Orden Testudinata compuesto de dos familias y seis géneros. Su origen se remonta al período Triásico de la era Mesozoica (Briseño- Dueñas, 1980). Actualmente viven en los mares tropicales y templados, en aguas costeras continentales e insulares. Algunas tortugas como las del género *Dermochelys* son en cambio oceánicas. La mayoría de las especies son omnívoras, algunas carnívoras y otras herbívoras (Carr, 1952).

Seis especies de tortugas marinas se pueden encontrar en las costas de México. La importancia de las tortugas marinas radica en que han habitado el ecosistema marino por lo menos cien millones de años, lo que las ha convertido en pieza fundamental en la cadena alimenticia de su entorno (Rosano y Deloya, 2002; Segovia Castillo *et al.*, 2007; Cuevas Flores *et al.*, 2010; Aceves Velázquez, 2015).

Dentro de las siete especies de tortugas marinas, la tortuga golfina (*Lepidochelys olivacea*), se caracteriza por ser considerada como la más numerosa, debido a la existencia de sitios de enorme anidación sincrónicas (arribadas). Dos de ellos están localizados en el Pacífico de Costa Rica, uno en el Pacífico de México y dos o tres en el noroeste de la India (Pritchard y Trebbau, 1984).

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 (Arzola y Armenta, 1994). Además, el efecto combinado de estos factores se inicia desde que los huevos son depositados en el nido hasta la emergencia de las crías (Zamora, 1990).

Por otra parte, una característica de las playas, conocida por cualquier observador que se haya acercado a las mismas, es que éstas no se mantienen fijas en una posición sino que cambian su configuración y perfil a lo largo del tiempo. Estos cambios de forma, conllevan un transporte de arena que origina, a su vez, variaciones en la distribución granulométrica del material que conforma la playa. El origen de la variabilidad de una playa se encuentra en la propia génesis de la misma. En efecto, la configuración de una playa surge como resultado de la interacción de las dinámicas actuantes (oleaje, viento, marea) con los contornos existentes (batimetría y costa) y la arena disponible (Medina *et al.*, 1995).

El entendimiento de los procesos de reproducción y anidación de las tortugas marinas son de vital importancia para la recuperación y el manejo de las poblaciones, aportando información oportuna que ayude a la visualización clara que conlleva a este proceso en las costas del Estado de Chiapas. Así también, la comprensión del ambiente de las playas de anidación, proporciona una oportunidad para estudios demográficos en lo que se refiere a las preferencias del sitio de anidación en donde puede estar vinculada la distribución y el tamaño del grano de la arena, a partir de metodología rápida y sencilla que permita realizar una caracterización acertada (Richarson, 2000).

Es por estas razones que el presente trabajo busca aportar el análisis de los datos de anidación de la tortuga *Lepidochelys olivacea* en los años 2014 y 2015, así como la descripción de diferentes aspectos como la granulometría, la vegetación y los potenciales depredadores para la especie en la Playa de Puerto Arista, Chiapas. Éste es un sitio de importancia nacional, denominado como Santuario para la conservación de esta especie. En esta playa se presenta un número importante de anidaciones de hembras solitarias, en contraste con las anidaciones por arribada presentes en Michoacán y Oaxaca.

## II. MARCO TEÓRICO

A continuación, se presenta una descripción general acerca de la tortuga marina, dando punto de partida a la descripción de la tortuga golfina (*Lepidochelys olivacea*), enfatizando en el proceso de anidación y, posteriormente, en el sitio donde realiza su anidación. Así mismo se menciona su papel ecológico en la interacción depredador-presa y que se vincula de manera importante en el crecimiento y dinámica de población de la especie.

### 2.1 Generalidades de las tortugas marinas

#### 2.1.1 Evolución

Las tortugas marinas iniciaron su evolución en el periodo Triásico, a principios del Mesozoico, hace por lo menos 200 millones de años, antes de los grandes reptiles. La mayoría de ellas se fueron extinguiendo entre el Cretácico (hace 145, 000,000 de años) y a principios del Cenozoico (hace 65, 000, 000 de años), cuando el mundo empezaba a ser del dominio de las aves y de los mamíferos placentados, aparentemente adaptados a los cambios climáticos repentinos (Márquez, 1996).

De acuerdo a Mendoza (2008), existen escasos registros fósiles de las formas más primitivas, por lo que 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. Para este mismo autor, el punto de referencia más antiguo lo constituyen los restos de fósiles de los cotilosaurios, encontrados en los estados geológicos del periodo Pérmico inferior, hace 280 millones de años aproximadamente. 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 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.

### **2.1.2 Sistemática**

Para Eckert *et al.* (2001) la clasificación de las tortugas marinas de acuerdo con 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 sistema nervioso dorsal, cola post anal y notocorda.

#### 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.

Poseen el cuerpo cubierto de escamas epidérmicas.

#### 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, representadas en dos familias Cheloniidae y Dermochelyidae. Estas siete especies incluyen a la tortuga caguama (*Caretta caretta*), verde (*Chelonia mydas*), carey (*Eretmochelys imbricata*), lora (*Lepidochelys kempii*), golfinia (*Lepidochelys olivacea*), aplanada (*Natator depressus*) y laúd (*Dermochelys coriacea*). Algunos autores han considerado a una octava especie, la tortuga prieta o verde del Pacífico oriental (*Chelonia agassizii*). Investigaciones publicadas recientemente sobre su morfología, genética y composición bioquímica exhiben resultados contradictorios, por lo que en el presente trabajo se le considera como parte de la especie *Chelonia mydas* (Meylan *et al.*, 2000).

### **2.1.3 Morfología y fisiología**

Son numerosas las características que distinguen a una tortuga marina de otros tipos de tortuga. Con mucho, la más distintiva es la forma del cuerpo y particularmente las extremidades delanteras (Eckert *et al.*, 2000).

Los reptiles y algunas aves marinas han desarrollado una original solución para excretar las grandes cantidades de sal ingeridas con el alimento y por el agua que beben, gracias a los órganos denominados glándulas de sal, que desempeñan un papel central en la regulación osmótica- iónica. Por lo general las glándulas de sal de las aves y de los reptiles se localizan en la cabeza, y éstas elaboran soluciones altamente concentradas que se excretan en las vías nasales en el caso de las aves, también por medio de la boca como las serpientes marinas. En las tortugas marinas, por la localización de sus glándulas en la órbita de cada ojo, las secreciones son llamadas orbitarias, y son emitidas en forma de lágrimas (Hickman *et al.*, 1998; Fanjul *et al.*, 1998; Hill *et al.*, 2006).

Un rasgo único de las tortugas entre los reptiles y en general los vertebrados, es la configuración del cuerpo, encerrado en un caparazón que está constituido por placas óseas, arregladas en forma de mosaico. Esta coraza tiene dos aberturas: una en la parte delantera, de donde salen la cabeza y los miembros anteriores, y otra en la parte trasera, de donde salen la cola y los miembros posteriores (Mendoza, 2008).

#### 2.1.4 Descripción de *Lepidochelys olivacea*

La tortuga golfina (*Lepidochelys olivacea*) es considerada la especie de tortuga marina más abundante en el mundo (Bolongaro *et al.*, 2010). Se caracteriza por tener el carapacho casi circular, con amplitud similar a su longitud, los márgenes ligeramente levantados; de cabeza de tamaño mediano y subtriangular. Tiene una o dos uñas en el borde anterior de cada aleta. Las crías son dorsal y ventralmente de color gris oscuro a negro; en ocasiones la concha y las aletas presentan un delgado borde amarillento. Los adultos dorsalmente van del olivo- gris al olivo- amarillento; cabeza y aletas del mismo color. Ventralmente van de crema al gris verdoso claro, con manchas oscuras en los extremos de las aletas. Los flancos del cuello a veces son ligeramente amarillento o rosáceo (Figura 1) (Márquez y del Carmen Farías, 2000).

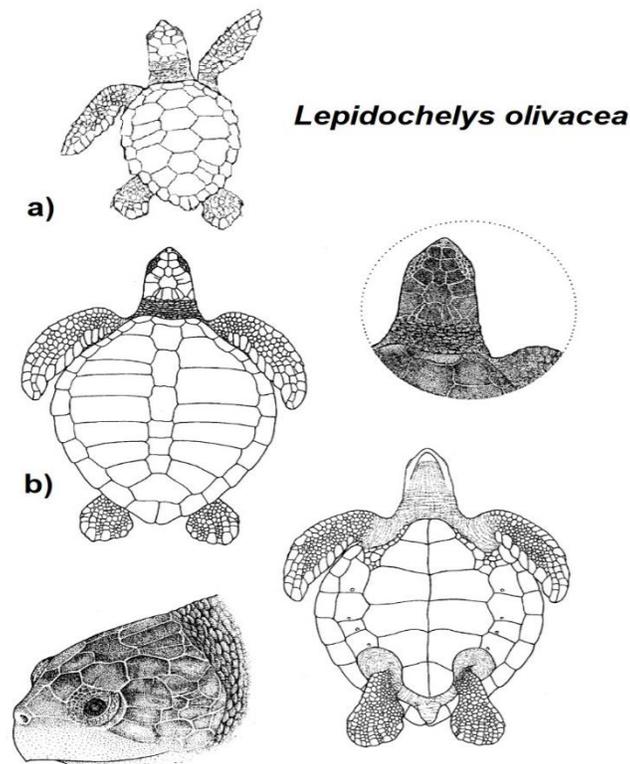


Figura 1. a) Ilustración de una cría de *Lepidochelys olivacea*. b) Ilustración de ejemplar en etapa adulta de *Lepidochelys olivacea*. Fuente: Eckert *et al.* (2000).

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 (Márquez *et al.*, 1976). Siendo en las costas del estado de Oaxaca donde principalmente anidan (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).

### **2.1.5 Anidación de *Lepidochelys olivacea***

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 40° N y 30° S, siempre con temperatura por encima de los 24°C en el agua superficial del mar (Márquez y del Carmen Farías, 2000).

Existe la hipótesis de que las tortugas regresan a anidar a la misma playa donde nacieron. Cada uno, dos o tres años, las tortugas regresan desde la zona de alimentación, que pueden estar alejadas de las de anidación varios cientos o miles de kilómetros (Varo-Cruz, 2015). Aparentemente las tortugas tienen una gran capacidad mnemotécnica, la cual les permite memorizar el sitio exacto donde nacieron. Parece que se orientan utilizando corrientes marinas y gradientes de temperatura, e incluso se trata de interpretar esta orientación con el uso de señales magnéticas durante la navegación. El sonido también podría desempeñar un papel importante, sobre todo una vez que arriban al área de reproducción, ya que el oleaje en cada una de las playas de anidación debe producir un sonido característico, de acuerdo con la configuración y tipo de costa, la profundidad, la inclinación, el tipo de fondo, de flora y fauna marina; y finalmente, es posible que una vez que la tortuga está sobre la playa, el olor de la arena y la humedad le ayuden a precisar el sitio exacto de desove. Los nidos, en forma de cántaro, son construidos en cierto tipo de playas, con arena suave no muy compacta y de grano fino a mediano, con profundidad que va entre 30 y 70 cm, según la especie (Márquez, 1996).

La tortuga golfina (*Lepidochelys olivacea*) anida en forma solitaria pero también de una manera peculiar conocida como “arribada”, un término que describe la anidación masiva y sincronizada de miles y hasta cientos de miles de tortugas, en un mismo sitio y al mismo tiempo. Solamente existen seis de tales sitios en América, y ocho en el ámbito mundial (Arauz *et al.*, 2003). En México, las principales zonas de anidación se encuentran desde el sureste hasta la costa central- occidental del país, en los estados de Jalisco (Playa Mismaloya y La Gloria), Michoacán (Boca de Apiza, Caleta de Campos, San Juan de Lima), Guerrero (Piedra de Tlalcoyunque) y Oaxaca (Bahía Chacahua, La Escobilla, Morro Ayuta, y Playa Larga o Bahía Blanca) donde se han registrado “arribadas” (Márquez *et al.*, 1976; Márquez, 1990). 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: Jesús Ezequiel Mejía Ruiz.

El número de huevos puede encontrarse desde un promedio de 50 a 140 (Figura 3) (Frazier, 1999; Chacón *et al.*, 2007). También varía el número de veces que cada hembra desova por temporada y por lo general este número va de una a cuatro e incluso hasta siete ocasiones, según la especie, la edad y la condición de salud del animal (Márquez y del Carmen Farías, 2000).

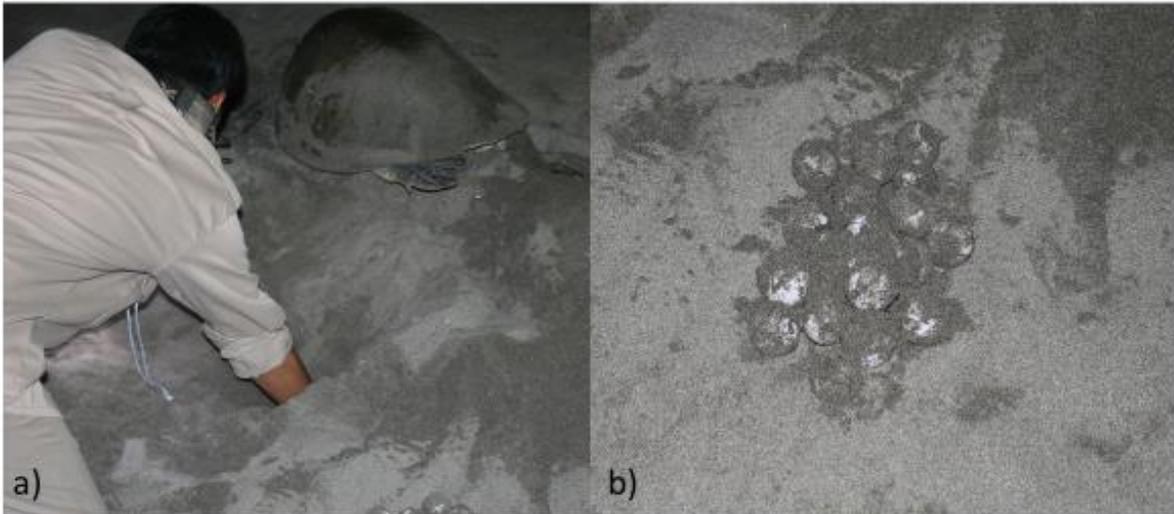


Figura 3. a) Personal del campamento tortuguero recolectando huevos de un nido *in situ*, y b) Huevos de *Lepidochelys olivacea* recolectados del nido. Autor: Jesús Ezequiel Mejía Ruiz.

## 2.2 Generalidades de la playa y granulometría

### 2.2.1 Descripción de una playa

Las playas son acumulaciones de arena, grava o una mezcla de ambas, situadas en el límite del mar y el continente, en cuya dinámica interviene fundamentalmente el oleaje (Flor, 2004). Los materiales sueltos de los que están constituidas las playas actúan como amortiguador que absorbe, refleja y disipa la energía liberada en la franja litoral (Anthony, 2005). Las playas varían de tamaño y forma. Pueden ser largas y rectas, de extensiones kilométricas o forman un conjunto de playas en bolsillo separadas en promontorios en costas de bahías (Davies, 1980).

El límite superior de una playa lo constituye la línea donde llegan las mayores olas de tormentas y, el límite inferior, se encuentra a la profundidad por debajo de la cual no se detectan cambios apreciables en el movimiento del fondo sedimentario. En las playas se diferencian varias zonas, cuya complejidad es mayor en las playas mareales, las cuales se separan en franjas paralelas a la costa (Flor, 2004).

Las playas, constituyen una morfología que sufre importantes cambios. A menudo es conveniente que una persona mida perfiles de playa o pendientes de manera eficiente por medio de un método, con ayuda de transectos en campo o con

sensores remotos, uno de ellos es el Método de Emery, llamado así en honor al topógrafo K.O. Emery, quien publicó en 1961, una metodología para medir perfiles de playa, que se caracteriza por ser sencilla, barata y práctica.

### **2.2.2 Método Emery para medir el perfil de playa**

El método "Emery", se basa en las alturas relativas de dos polos graduados a lo largo de un perfil y utiliza el horizonte de la Tierra como referencia. El método Emery tiene una clara ventaja en las pendientes de ángulo bajo, ya que implica la medición directa de los cambios en la elevación y por lo tanto impide los grandes errores introducidos por el juicio subjetivo de las variaciones de ángulo en las pendientes suaves. El método está limitado sólo por el hecho de que un horizonte abierto debe ser fácilmente visible para el observador (Bryant, 1980).

Emery aprovechó el hecho de que el horizonte de la Tierra podría usarse como el "nivel" en el perfil de varas graduadas en una playa. Dos varas graduadas de igual longitud, colocadas a una distancia conocida una de la otra, se usan para determinar la diferencia de elevación y distancia entre dos puntos. Al pararse en el extremo de la costa y alinear las varas normales a la orilla, se pueden perfilar las pendientes negativas y positivas. Para las pendientes negativas, el horizonte está alineado con la parte superior del polo hacia el mar y el cambio de elevación se lee desde el polo de la orilla. Para pendientes positivas, el procedimiento se invierte. Si la distancia entre los polos permanece fija, entonces un perfil puede ser inspeccionado por pasos sucesivos normales a la orilla (Emery, 1961; Bryant, 1980).

### **2.2.3 Origen y formación de los suelos**

Los suelos tienen su origen en los macizos rocosos preexistentes que constituyen la roca madre, sometida a la acción ambiental disgregadora de la erosión en sus tres facetas:

**Física**, debida a cambios térmicos (lo que origina dilataciones diferenciales y fisuras internas) y a la acción del agua (arrastre de fragmentos ya erosionados;

acción de humedad - sequedad a lo largo del tiempo). Estas acciones físicas tienden a romper la roca inicial y a dividirla en fragmentos de tamaño cada vez más pequeños.

**Química**, originada por fenómenos de hidratación, disolución (sales, como los sulfatos en el agua), oxidación (minerales), cementación (agua conteniendo carbonatos disueltos de una roca). Estas acciones tienden a dar unión química a partículas pequeñas, tamaño del suelo, aunque la mayor parte de las veces contribuye a destruir y a transformar que a unir.

**Biológica**, producida por actividad bacteriana, induciendo putrefacciones de materiales orgánicos y mezclando el producto con otras partículas de origen físico-químico, actuando como elemento catalizador (Calderón y Murcia, 2004).

#### **2.2.4 Sedimentación**

La sedimentación es el proceso de deposición de material sólido de un fluido, generalmente aire o agua, desde un estado de suspensión. Este proceso se observa ampliamente en la naturaleza en la formación de rocas y depósitos de mineral (Tory *et al.*, 2013).

Para sedimentos marinos, esto generalmente equivale a conocer el comportamiento hidrodinámico de una determinada población de partículas, por esa causa, el mejor método de análisis es aquél que determine el comportamiento de estas partículas en el agua en función de su tamaño, densidad y forma. Los métodos más comúnmente empleados a este fin son los basados en la determinación de la velocidad de caída libre de una partícula en un fluido y el cálculo de su diámetro esférico equivalente (Molner y Maldonado, 1985).

## 2.2.5 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 (Sanz Llanos, 1975). Un método muy utilizado es el de granulometría por tamizado, el cual, es un proceso mecánico mediante el cual se separan las partículas de un suelo en sus diferentes tamaños, denominado a la fracción mayor como gravas o bolones y denominando a la fracción menor (Tamiz No. 200) como limo, arcilla. Se lleva a cabo utilizando tamices en orden decreciente, con una serie de mallas normalizadas (a cada número de malla le corresponde una abertura estándar). La cantidad de suelo retenido indica el tamaño de la muestra (Bravo Guzmán *et al.*, 2012), indicado en el cuadro 1.

Cuadro 1. Distribución de partículas según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS). Fuente: *Geotech Enviromental 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

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

El Sistema Unificado de Clasificación de Suelos, SUCS es el de uso más extendido en la práctica geotécnica. Fue inicialmente propuesto por Arthur Casagrande en 1932. Está basado en el análisis granulométrico y en los límites de Atterberg (límites líquido y plástico) de los suelos.

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 subclasifica en arena o grava usando el tamiz #4. De otro modo, el suelo es “fino” y se subclasifica en limo o arcilla, usando los límites de plasticidad (Figura 4) (Narsilio y Santamarina, 2016).

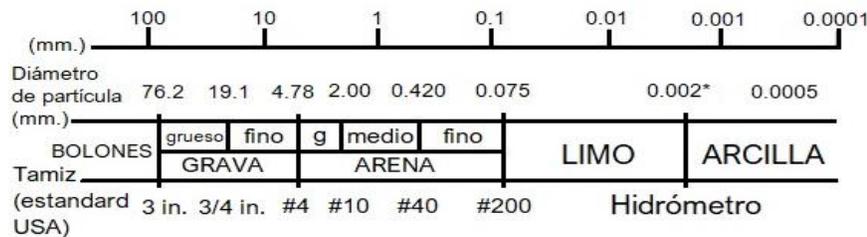


Figura 4. Sistema Unificado de Clasificación de Suelos basado en el análisis granulométrico y los límites de Atterberg. Fuente: Narsilio y Santamarina (2016)

## 2.2.7 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 por retención según SUCS.

Mallas ( N° )	Abertura ( mm )	Peso retenido	% Peso retenido	% Peso retenido acumulado	% que Pasa
B.R.	--				0
% Pérdida =					

La gráfica granulométrica suele dibujarse con porcentajes como ordenadas y tamaños de las partículas como abscisas. La forma de la curva da inmediata idea de la distribución granulométrica del suelo; un suelo constituido por partículas de un solo tamaño, estará representado por una línea vertical, pues el 100% de sus partículas, en peso, es de menor tamaño que cualquiera mayor que el que el suelo posea una curva muy tendida, lo que indica una gran variedad en tamaños (suelo bien graduado) (Figura 5) (González de Vallejo *et al.*, 2002; Juárez, 2010).

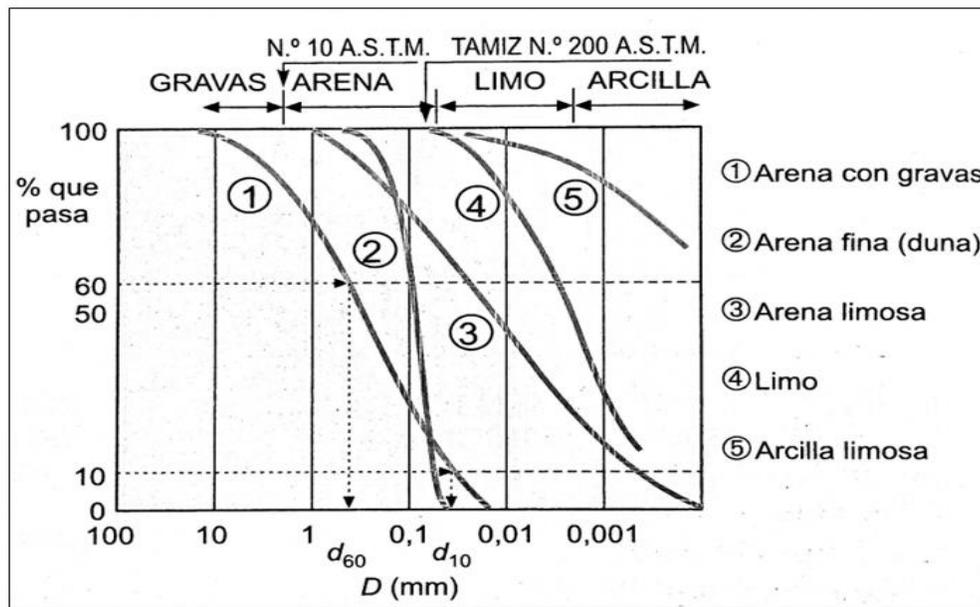


Figura 5. Representación gráfica de curvas granulométricas según el tipo de suelo. Fuente: González de Vallejo *et al.* (2002).

### 2.3 Depredación

La mayoría de los seres humanos asociamos la depredación con un halcón capturando un ratón, o con un lobo matando un ciervo, una forma de depredación llamada carnivoría. Pero ésta es una visión reducida de la depredación la cual no es solamente una transferencia de energía entre los seres vivos. La depredación, es una interacción directa y compleja entre dos o más especies; la que come y la que es comida. La abundancia de depredadores puede depender de la abundancia de sus presas. Cada una de las dos especies puede influir sobre el crecimiento y dinámica poblacional de la otra, y evolutivamente favorecer el establecimiento de nuevas adaptaciones (Smith *et al.*, 2001).

En el caso de las tortugas marinas, en todas sus fases de desarrollo como consecuencia de su amplia distribución geográfica, de sus hábitos y características biológicas, son altamente vulnerables a la depredación natural, a la captura comercial, al saqueo de nidos, a la captura y matanza de hembras anidadoras en las playas, a la captura incidental de ejemplares juveniles y adultos, al comercio ilícito de subproductos de tortugas marinas y a la pérdida del hábitat de reproducción y alimentación, por actividades antropogénicas, que las han llevado a un estado de máximo riesgo (Vivaldo *et al.*, 2006).

Las tasas de mortalidad en el mar son realmente altas durante las primeras dos horas (46% aproximadamente), mientras que aquellas crías que alcanzan aguas profundas experimentan tasas de depredación mucho menores (21%) que aquellas que permanecen en aguas someras (77%). Por otro lado, se ha observado que la depredación es mayor cuando las tortugas son liberadas en grandes grupos y aún más cuando se liberan sistemáticamente en un mismo lugar y a horas concretas (Pilcher *et al.*, 2000; Stewart y Wyneken, 2004).

### **2.3.1 Depredadores**

La depredación de la tortuga olivácea, de sus huevos y de las crías, ocurre tanto en tierra como en el mar, a lo largo de todo su ciclo de vida. Sin embargo, se desconoce el impacto que esta mortalidad tiene en las distintas poblaciones (Heithaus, 2013). El comportamiento de anidación de las hembras, de forma solitaria o en arribada, parece tener consecuencias importantes en la depredación de los nidos.

Existen una gran variedad de depredadores de los nidos de tortugas marinas las cuales incluyen insectos, aves, mamíferos nativos e introducidos, grandes lagartos y cocodrilos (Heithaus, 2013), ejemplos de estos casos que ocurren alrededor del mundo son; Australia, además de zorros, perros y cerdos, los varanos (*Varanus varius*) destruyen un número significativo de puestas (Whiting *et al.*, 2007). En Angola, el principal predador es el chacal rayado (*Canis adustus*), aunque también se suma a la depredación la jineta tigrina (*Genetta tigrina*), el gato salvaje africano (*Felis libica*), el serval (*Felis serval*) y el cangrejo violinista (*Uca tangeri*) entre otros (Weir, 2007).

Se conoce poco acerca de la depredación de juveniles en el ambiente marino, donde los tiburones, grandes teleósteos y aves podrían ser los principales predadores (Carranza *et al.*, 2006; Heithaus, 2013). A excepción del ser humano, que ha sido el mayor depredador de las tortugas marinas durante los últimos cientos de años (Jackson, 1997; Spotila *et al.*, 2000), la depredación de adultos es poco frecuente, pero en cuanto a posibles depredadores marinos, la orca (*Orcinus orca*) y distintas especies de tiburones podrían ser depredadores de la tortuga olivácea en esta etapa (Heithaus *et al.*, 2008). Aunque se han hecho pocos estudios sobre la depredación de adultos en tierra, se han observado perros salvajes, jaguares (*Panthera onca*), coyotes (Cornelius y Robinson, 1982) y varias especies de cocodrilos y caimanes (*Alligator mississippiensis*) depredando tortugas. En Costa Rica, el cocodrilo americano (*Crocodylus acutus*) depreda adultos antes y después de las arribadas (Ortiz *et al.*, 1997).

### III. ANTECEDENTES

La implementación de los campamentos tortugeros en México se inició en los años 1964- 1966, cuando hubo necesidad de evaluar y cuantificar los efectos de una sobre explotación de tortugas marinas, de ahí el inicio de los programas para la protección de las tortugas marinas (Valdez, 1998).

En el estado de Chiapas en el año de 1986 fueron decretadas las Playas de Puerto Arista como zona de reserva y sitio de refugio para la protección, conservación, repoblación, desarrollo y control de las diversas especies de tortuga marina, las acciones formales de Conservación y Protección de la tortuga marina en el estado se remontan al año 1990 (D.O.F., 1986), bajo la administración del Gobierno del Estado de Chiapas, después del decreto mencionado con anterioridad y se establecen los tres primeros campamentos temporales ubicados en Puerto Arista, Municipio de Tonalá, Costa Azul, Municipio de Pijijiapan y Puerto Madero, Municipio de Tapachula. Hacia 1993 la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL) a través del Instituto Nacional de

Ecología de Gobierno Federal, construyen otro campamento en la localidad de Puerto Arista, Municipio de Tonalá, Chiapas; mismo que fue operado por el INE/SEMARNAP hasta el año 2000. Desde 1994-1995, el Instituto de Historia Natural y Ecología se suma a los esfuerzos y programas para la protección y conservación, particularmente en el Municipio de Acapetahua. En el mes de noviembre del año 2000 se transfirieron al Instituto de Historia Natural y Ecología los cuatro campamentos tortugeros restantes sobre la costa; dos de ellos en Puerto Arista, uno en la comunidad de Boca del Cielo, ambos en el municipio de Tonalá y otro más en la comunidad de Costa Azul, municipio de Pijijiapan (Sánchez- Montero, 2014).

En el año 2002 el Santuario Playa Puerto Arista fue decretado como refugio, protección, conservación, repoblación, desarrollo y control de diversas especies de tortugas marinas, que se encuentran globalmente amenazadas, entre ellas la más grandes del planeta, la tortuga laúd (*Dermochelys coricea*), la golfina (*Lepidochelys olivacea*), la prieta (*Chelonia agassizii*) y la carey (*Eretmochelys imbricata*), quienes anidan y cumplen parte de su ciclo de vida. Se han reportado no sólo su arribo sino que también la entrada de éstas a los sistemas de esteros y lagunas costeras (CONANP, 2012).

Casas Abreu (1977) en el Pacífico mexicano y Nataren (2015) en el santuario playa Puerto Arista, expusieron la disposición de la anidación de la especie *Lepidochelys olivacea*, donde incluyeron descripciones sobre las zonas de anidación; temporada y proceso de anidación; además correlaciones entre la anidación y las fases lunares, condiciones de marea, temperaturas ambiente y características de las hembras anidadoras.

Por otro lado, el sitio de anidación de las tortugas marinas (playa) tiene pocos trabajos enfocados a su caracterización y a la relación que tiene con el organismo. En España y Colombia (Flor, 1978; Medina *et al.*, 1995; Gómez- García *et al.*, 2012), se centraron en la variabilidad de los perfiles de playa y a su distribución granulométrica. El análisis se efectuó con base en datos medidos en varias playas (Litoral Español y en el Parque Nacional Natural Gorgona, Colombia), lo que permitió conocer las formas

de las playas estudiadas, así como los efectos de las corrientes, que provocan erosión o acumulación de sedimentos en las zonas de playa.

En el Golfo de California, México, Cupul- Magaña y Tellez- Duarte (1997), Kasper-Zubillaga *et al.* (2007) y en playa Carrizal en el estado de Guerrero, Márquez-García *et al.* (2010) describen variaciones espacio- temporales en las playas en relación con los cambios en la morfología del perfil de playa y las características texturales del sedimento y su distribución. Las playas anchas se encuentran alejadas de desembocaduras con pendiente bajas, con tamaño de grano medio a fino y son estables, mientras que las playas cortas con pendientes altas, cercanas a desembocaduras, con tamaño de grano grueso, presentan mayores cambios. La baja diversidad y lo variable de la estructura de la comunidad de una playa arenosa hace que la interpretación del ambiente costero sea muy complejo, asociado con una gran variabilidad espacio temporal de las condiciones ambientales, tanto en aspecto biótico como abiótico.

Hinestroza y Páez (2001) y Medina-Cruz *et al.* (2009) muestran la relación cualitativa y cuantitativa entre las características de las playas y el número de nidos observados para la tortuga golfina (*Lepidichelys olivacea*) y la tortuga verde (*Chelonia mydas*) en playa La Cueva en Colombia y Cayo Largo, Cuba respectivamente, así también el manejo, la transferencia y protección de nidos para el caso de la segunda especie. Las características de las playas posibilitan magnitudes y densidades altas de anidación y que incrementan a través de las temporadas, ya que en los dos casos en ambas especies buscaron aparentemente playas anchas y estables.

En 2010, Bolongaro *et al.* evaluaron el impacto de la erosión de las playas y el aumento en el nivel del mar en las costas de Campeche, México, sobre la anidación de las tortugas marinas *Eretmochelys imbricata* y *Chelonia mydas*, así como la selección de sitios para anidar. Para evaluar el proceso de erosión y su cuantificación se realizó una comparación de la línea de costa con imágenes de satélite y una caracterización morfológica y sedimentológica durante tres temporadas del año: lluvias, nortes y secas. Las playas se caracterizaron por ser relativamente estables con pendientes poco pronunciadas, la mayoría de las anidaciones se dieron en la zona

supraplaya, por ambas especies y, los nidos realizados estaban asociados a sedimentos clasificados como arena media.

Vega Bravo (2016) en las playas de San Cristóbal y El Suspiro, Baja California Sur, y en playa La Escobilla, Oaxaca, y Romero Alvarez (2017) en las playas San Rafael y El Rincón ubicadas en Bahía de los Ángeles en el Golfo de California, B.C., México analizaron los factores ambientales que influyen en la respuesta de anidación de *Lepidochelys olivacea* y sus relaciones entre la anidación solitaria y en forma de arribadas. Se determinó la influencia de las mareas, fases lunares, velocidad y dirección del viento, temperatura, humedad ambiental y la actividad antropogénica (turismo, pesca y urbanización) sobre la respuesta de anidación. Se tomaron las características morfodinámicas (perfiles de playa) y texturales en la selección de sitio de anidación (muestras de arena en tres zonas: infralitoral (A), mesolitoral (B) y supralitoral (C)).

## **IV. OBJETIVOS E HIPÓTESIS**

### **4.1 Objetivo general**

Caracterizar la anidación de *Lepidochelys olivacea* en los años 2014 y 2015 en las playas de Puerto Arista, Tonalá, Chiapas, considerando los principales aspectos biofísicos.

### **4.2 Objetivos particulares**

1. Sistematizar y comparar la información correspondiente a la anidación de *Lepidochelys olivacea* de acuerdo al número de huevos, número de nidos, sectores, zona de anidación, ambiente (lluvia y marea), entre años y temporadas de anidación.
2. Describir los principales aspectos biofísicos de tres sectores de anidación, relacionados con la granulometría de la zona preferente de anidación y enlistar las especies de la vegetación característica de las dunas de la playa de Puerto Arista.

3. Describir los datos de anidación con respecto al análisis de los datos granulométricos y su relación con la preferencia de anidación.

4. Conocer los potenciales depredadores de la tortuga golfina (*Lepidochelys olivacea*) que se encuentran en la playa de Puerto Arista, durante las etapas de huevo y cría en las dos temporadas.

### **4.3 Hipótesis**

Las hembras de la tortuga golfina anidan durante todo el año, sin embargo, su anidación se incrementa en la temporada de lluvias de mayo a octubre y en días lluviosos, además de tener sectores y zonas de anidación preferentes, información que puede apoyar las decisiones de manejo de la playa. Por lo tanto la hipótesis propuesta es:

Las hembras prefieren anidar en un sector de playa que sea de amplia longitud (mayor a los 30 m), en una zona intermedia entre el inicio de la vegetación de dunas costeras y la marea alta, con un tamaño de grano de arena mediano.

## V. ZONA DE ESTUDIO

Puerto Arista es un puerto ubicado en la República Mexicana en el Estado de Chiapas, en el municipio de Tonalá. El municipio se ubica en la Región Socioeconómica IX Istmo-Costa, limita al norte con Arriaga y Villaflores, al este con Villacorzo, al sur con Pijijiapan y el Océano Pacífico; y al oeste con el estado de Oaxaca (D.O.F, 1986; FIR, 2007; CONANP, 2012 y Sarmiento, 2012).

El Puerto se localiza a 21 Km. al sureste de la ciudad de Tonalá, muy cercano a la frontera de Chiapas- Oaxaca. La playa de anidación cuenta con una extensión de 30 Km de largo situada entre los paralelos 15°59'00" N-93°58'00"W y 15°52'30" N-93°42'13"W, entre los extremos conocidos como Boca Paredón y Boca del Cielo (D.O.F, 1986; FIR, 2007; CONANP, 2012; Arroyo, 2019).

Puerto Arista mantiene una gran riqueza biótica derivada de su situación geográfica en la costa de Chiapas, esta región es muy importante, pues en ella se encuentran diversos tipos de vegetación representativos del Pacífico Sur mexicano: manglares (*Rhizophora mangle*, *Avicennia germinans*, *Conocarpus erectus*, *Avicennia bicolor*, *Laguncularia racemosa*), selva baja caducifolia y vegetación de dunas costeras (CONANP, 2012).

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, entre otros, siendo los ríos Zanatenco y Quetzalapa los más cercanos a Puerto Arista. También se encuentran las lagunas perennes La Joya, Buenavista, 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 en la cuenca Mar Muerto y río Pijijiapan (CONANP, 2012; Rodiles-Hernández *et al.*, 2013) (Figura 6).



## VI. MÉTODO

De acuerdo a la información proporcionada por la SEMAHN y a las características del comportamiento de anidación de la tortuga golfina, y de la playa donde realiza su anidación; la metodología se dividió siguiendo los objetivos planteados en este trabajo. Para ello se realizó la sistematización de los datos de anidación, la sistematización de los principales aspectos biofísicos de la playa de anidación, granulometría y vegetación representativa, y por último un listado de potenciales depredadores.

### 6.1. Sistematización de los datos de anidación

Se solicitó acceso a los libros y/o base de registros del periodo de anidación 2014-2015, resguardados por la Secretaria del Medio Ambiente e Historia Natural (SEMANH), con el propósito de analizarse.

1. Al haber una base existente del periodo 2014- 2015, se compararon y corrigieron los registros de la base con los registros de los libros del mismo periodo, para impedir errores de transcripción.
2. Se seleccionaron los siguientes campos: número de nidos, fecha de colecta (día, mes y año), número de huevos, sector y zona de anidación, así mismo, parámetros biofísicos tales como lluvia y marea.
3. Se descartó aquel registro con información incompleta y de muestreo oportunista (decomisados, donados, etc.) en los campos previamente seleccionados, con la finalidad de evitar un análisis parcial, con vacíos o datos extrapolares.
4. Para saber el comportamiento de anidación del periodo (2014-2015) de la tortuga golfina, se procedió a realizar una comparación de ambos años por medio de cuadros y diagramas de barras. Las categorías seleccionadas fueron: a) Número de huevos, b) Número de anidaciones, c) Sector, d) Zona de anidación, e) Lluvia y f) Marea.
5. Para un análisis estadístico más minucioso, éste se enfocó en las temporadas de anidación de ambos años correspondiente a los meses de julio a noviembre. Se realizaron estadísticos descriptivos (media, mediana, cuartiles, valores mínimos y

máximos), diagramas de barras y diagramas de caja y bigote que fueron hechos por medio de Microsoft Excel 2013 y R software (R Core Team, 2017).

6. Se realizó una depuración y únicamente se utilizaron aquellos datos que cumplieron el criterio de  $\leq 120$  huevos por nido. No se consideraron los nidos calificados como parte de un muestreo oportunista (decomisados, donados, etc.) y que tenían un valor mayor a 120 huevos. Posteriormente, se unieron los datos de las dos temporadas para que el análisis estadístico fuera más robusto. Además, por sugerencia de Logan (2010), en la publicación “*Biostatistical design and analysis using R: a practical guide*”, se transformaron los datos a raíz cuadrada, para otorgar un mayor ajuste a la normalidad. Este tipo de ajuste de datos se realiza para los denominados conteos (p. ej. número de individuos, nidos, huevos, etc).
7. Se aplicó la prueba de Shapiro- Wilk, para verificar que se cumpliera el supuesto de distribución normal de los datos (Cuadro 3):

Cuadro 3. Pruebas realizadas según la normalidad de los datos.

Paramétricos	No Paramétricos
Prueba de Barlett	---
Prueba t de student	---
Prueba de ANOVA	Prueba de Krustal- Wallis
Prueba posterior de Tukey	Prueba posterior de Dunn

## 6.2. Sistematización de los principales aspectos biofísicos de la playa de anidación y vegetación representativa

Los aspectos biofísicos permiten comprender a los elementos (bióticos y abióticos) que componen al lugar donde habita, realiza un evento o etapa de vida la especie estudiada, es por ello que en este presente trabajo la comprensión del papel que juega la playa en la anidación de la tortuga golfina (*Lepidochelys olivacea*) es fundamental. Basado en el trabajo realizado por Nataren (2015), se tomaron como referencia dos sectores de playa: el sector con mayor promedio de anidación (sector 6), y el sector con menor promedio de anidación (sector 3), y por último se propuso como sector neutral a la bocabarra llamada “Boca del Cielo” (Figura 7).

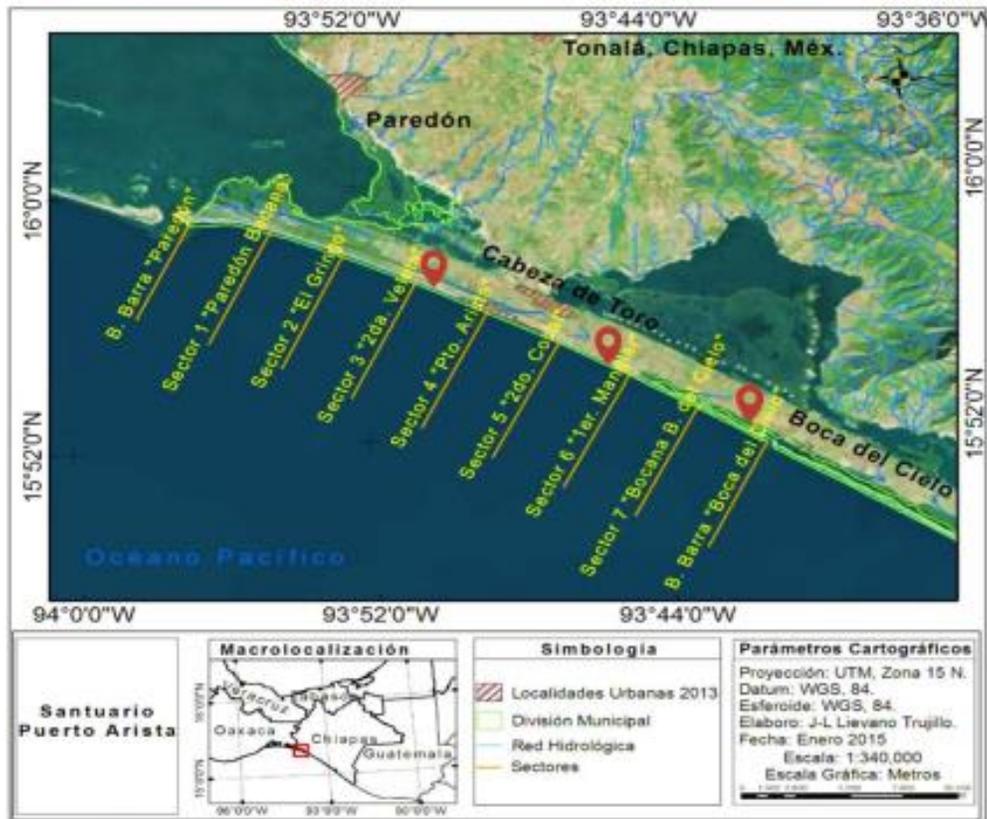


Figura 7. Localización de los sectores seleccionados del Santuario Puerto Arista. Fuente: Nataren (2015).

### 6.2.1 Perfiles de playa y análisis de granulometría

1.-Se realizaron tres tomas de muestra en las tres zonas de playa de cada sector, el muestreo fue cada seis meses aproximadamente:

- a) Primer muestreo: 06 de abril de 2016
- b) Segundo muestreo: 06 de octubre de 2016
- c) Tercer muestreo: 30 de marzo de 2017

2.-Para comprender la forma, la longitud y la determinación de las zonas de playa, se realizaron perfiles de playa de cada sector por medio del Método de Emery (1961) (Figura 8):

- a. Se localizó la primera marca de referencia (siendo donde termina la vegetación y comienza la duna costera).

- b. Se determinó la orientación del perfil (transversal a la orilla del mar) y se trazó el perfil desde la marca de referencia hasta la línea de marea baja usando una cuerda.
- c. A partir de la marca de referencia, se colocó la primera vara de manera perpendicular (punto A), y una segunda vara de igual manera a una distancia determinada, la cual fue de tres metros (punto B), teniendo cuidado de no caminar a lo largo de la línea de perfil trazado.
- d. El observador (primer sujeto) se colocó detrás de la primera vara y alineó su ojo junto con un extremo de una cuerda, mientras que la segunda persona o Mirero, sostuvo el otro extremo de la cuerda sin que éste se interpusiera en la mira del observador, éste último fue descendiendo lentamente el extremo de la cuerda desde la parte superior de la vara hasta donde el observador fijó el punto donde se alineó su vista con la línea del horizonte; la "línea de vista" sobre la primera vara es la medida de elevación 'y', mientras que la segunda medida tomada de la segunda vara es la medida de elevación "x".
- e. Se avanzó a la siguiente sección de modo que el observador colocó la primera vara donde estaba la segunda durante la medición anterior. La segunda vara fue colocada en el siguiente punto a la distancia fijada (tres metros).
- f. Se continuó la medición hasta llegar al punto donde comenzó la marea baja.

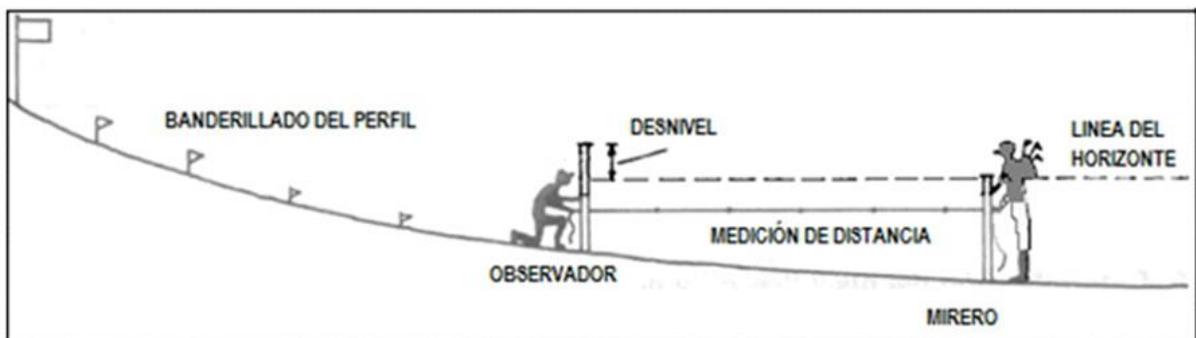


Figura 8. Representación del Método de Emery (1961) elaborado por Gelos, Spagnuolo y Schillizi (1998). Fuente: Paniagua (2015)

3.-Cada sector se dividió en tres zonas (supramareal, intermareal o mesomareal e inframareal o submareal) de preferencia para la anidación de *Lepidochelys olivacea*. Se tomaron muestras superficiales de cada zona aproximadamente de un kilogramo y se etiquetó cada una (número de muestra, sector y zona) (Anexos Figura 30, inciso a).

4.-Se secaron las muestras de arena en planchas expuestas al sol, se limpiaron para eliminar las impurezas del sedimento y por consiguiente, se archivaron con su respectiva información para su posterior análisis granulométrico en seco. (Anexos Figura 30, inciso b)

5.-Con la ayuda de una balanza analítica se pesaron 150 g de cada muestra para ser tamizada posteriormente (Anexos Figura 30, incisos c y d).

6.- Se realizó el experimento por medio de tamices de los laboratorios 1 y 2 del Instituto de Ciencias Biológicas (Figura 9) y por medio de un equipo mecánico de análisis de grano *Geotech Sand Shaker* (Figura 10), que consistió en columnas de tamices a intervalos diferentes de aperturas (Cuadro 4).

Cuadro 4. Clasificación de los tamices utilizados según SUCS y aperturas.

SUCS	Mallas (N°)	US Standard <u>Sieve</u> N°.	Abertura (mm)
Grava	187 OPN	4	4.7498
Arena mediana	72 OPN	10	1.8288
Arena mediana	46 OPN	16	1.1684
Arena mediana	40 OPN	18	1.016
Arena mediana	23 OPN	30	0.5842



Figura 9. a) Tamices presentes en el Instituto de Ciencias Biológicas; b) Tamiz número 10 con apertura de 2 mm; c) Tamiz número 18 con apertura de 1 mm y, d) Tamiz número 30 con apertura de 0.595 mm



Figura 10. a) Armazón y cilindros apilados del *SandShaker*; b) Cilindro, empaque de espuma y malla y, c) Malla con borde de acero inoxidable 23 OPN (0.5842 mm)

### 6.2.2 Listado de vegetación representativa

Por medio de fotografías realizadas con una cámara *Nikon D5300 24.2 Mp Kit 18-55 mm F/3.5-5.6g VrliGps* y por cámara de celular *Sony C5 Ultra* de 13 megapíxeles se capturó la vegetación representativa de las dunas costeras y manglares.

Se identificó la vegetación y las especies correspondientes por medio de bases de datos como <http://www.tropicos.org/> o <https://plants.sc.egov.usda.gov/java/>. También se usaron guías de identificación que se dividieron, por hábitat o por el color de su flor, como la que se encontró en: <https://www.asturnatura.com/guia-plantas-flores.html>.

### 6.3 Listado de potenciales depredadores

Se tomaron fotografías con cámaras *Nikon D5300 24.2 Mp Kit 18-55 mm F/3.5-5.6g VrliGps* y *Canon Rebel T5 de 18-55 mm* de posibles depredadores de huevos y crías de tortugas, o se registró en la libreta de campo la especie avistada, en caso de que no haber sido fotografiada.

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

Guía de reptiles:

- a) *Reptiles of Central America* por Gunther Köhler (2008)

Guía de aves:

- a) *National Geographic Field Guide to the Birds of Eastern North America* Editado por Jon L. Dunn and Jonathan Alderfer (2008).
- b) *A Guide to the Birds of México and Northern Central America* por Steve N.G. Howell y Sophie Webb (1995)

Base de datos de Aves:

- a) *The Cornell Lab of Ornithology- Neotropical Birds.* (<https://neotropical.birds.cornell.edu>)
- b) *Avibase- the World Bird Database* (<https://avibase.bsc-eoc.org>)

Guía de mamíferos:

- a) *A Field Guide to Mammals of North America.* Cuarta edición by Fiona A. Reid (2006).

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

Guía de Crustáceos:

a) Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca. Pacífico-oriental. Volumen I. Plantas e invertebrados por Fischer, W., Krupp, F., Schneider, W., Sommer, C., Carpenter, K.E., Niem, V.H.

Finalmente, se realizó un listado de las especies obtenidas.

## **VII. RESULTADOS**

### **7.1 Sistematización de datos de anidación de la tortuga golfina en el periodo (2014-2015)**

Durante ambos años se lograron verificar 11 932 nidos, registrados en los libros y la base de datos de la Secretaría del Medio Ambiente e Historia Natural (SEMANH), de los cuales para el año 2014 fueron 7 050 nidos concretados y para el año 2015 se observaron un total de 4 882 nidos, sin descartar decomisados, entregados por los ciudadanos y con información incompleta. Acorde al número de huevos, para el año 2014 se contabilizaron 668 413 huevos y para el año 2015 se anotaron 441 513 huevos, alcanzando un total de 1 109 926 huevos depositados.

#### **7.1.1 Comparación de acuerdo a número total de huevos**

A los registros encontrados en la base de datos, se aplicó un filtro, de los cuales los datos decomisados, entregados por ciudadanos y que manifestaron información incompleta en las categorías a emplear, fueron descartados; reflejando que el número de huevos de ambos años de anidación en su totalidad alcanzó la cantidad de 981 231 (Cuadro 5). Se observó que en el año 2014 fue donde se obtuvo el registro más notable con un total de 521 405 huevos en contraste con el año 2015, con un total de 429 826.

Cuadro 5. Comparación anual y mensual de número de huevos de *L. olivacea* registrados en los años 2014 y 2015.

No. de huevos mensualmente		
Año	2014	2015
enero	3 477	2 903
febrero	3 107	1 675
marzo	1 752	361
abril	582	1 871
mayo	770	529
junio	2 657	6 339
julio	43 138	20 003
agosto	182 437	100 099
septiembre	204 322	121 110
octubre	37 990	126 409
noviembre	32 482	41 904
diciembre	8 691	6 623
Total	521 405	429 826

El mes con mayor abundancia de huevos, en el caso de 2014 fue septiembre con un total de 204 322, y el mes más carente fue abril con un total de 582 huevos. Por otro lado, en el año 2015 el mes con más prosperidad fue octubre con 126 409 huevos y el mes con menor cantidad de huevos fue marzo con un total de 361 huevos registrados (Figura 11).

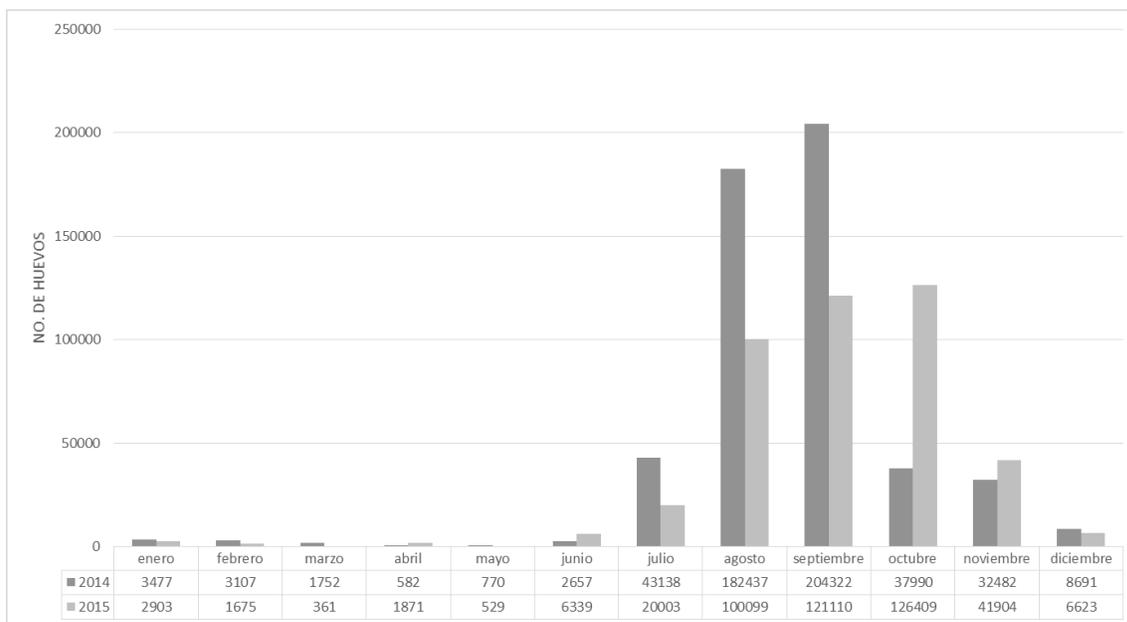


Figura 11. Comparación entre el año 2014 y 2015 de la cantidad de huevos depositados en todos los meses. Elaboración propia. Fuente: SEMAHN, 2015.

### 7.1.2 Comparación anual de acuerdo a número de nidos

Conforme a los años de anidación del 2014 y 2015 (Cuadro 6), se registró un total de 11 649 nidos que se encuentran repartidos, en el primer año en un total de 6 893 nidos y en el segundo año se alcanzó un total de 4 756 nidos, de los cuales, 2 275 se presentaron en el mes de septiembre del 2014 siendo superior para este año, mientras en el 2015, se anotaron 1 399 nidos en el mes de octubre.

Cuadro 6. Comparación anual y mensual de los nidos realizados por *Lepidochelys olivacea* en los años 2014 y 2015.

Número de nidos mensualmente		
Año	2014	2015
enero	39	34
febrero	35	18
marzo	19	4
abril	6	20
mayo	8	5
junio	29	69
julio	476	218
agosto	2 008	1 101
septiembre	2 275	1 341
octubre	1 528	1 399
noviembre	373	471
diciembre	97	76
Total	6 893	4 756

Por el contrario, durante el 2014 el registró más bajo se manifestó en abril con tan sólo 6 nidos y en el año 2015, marzo fue el mes inferior con 4 nidos registrados (Figura 12).

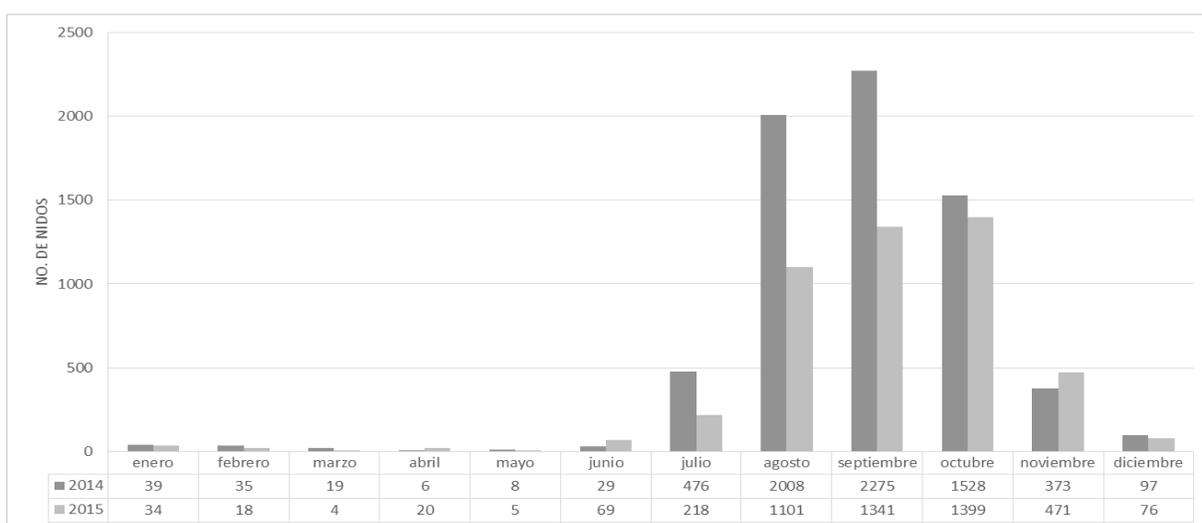


Figura 12. Comparación de anidación de *Lepidochelys olivacea* durante el periodo 2014 y 2015. Elaboración propia. Fuente: SEMAHN, 2015.

### 7.1.3 Comparación entre temporadas de acuerdo a número de nidos

Con los datos depurados (nidos de menos o igual a 120 huevos) de ambas temporadas se observó de manera gráfica que el mes en que más anidaron las tortugas fue septiembre, y se consideró que la temporada de anidación abarcó los meses de julio a noviembre, ya que en ellos se consiguieron la mayoría de nidos (Figura 13).

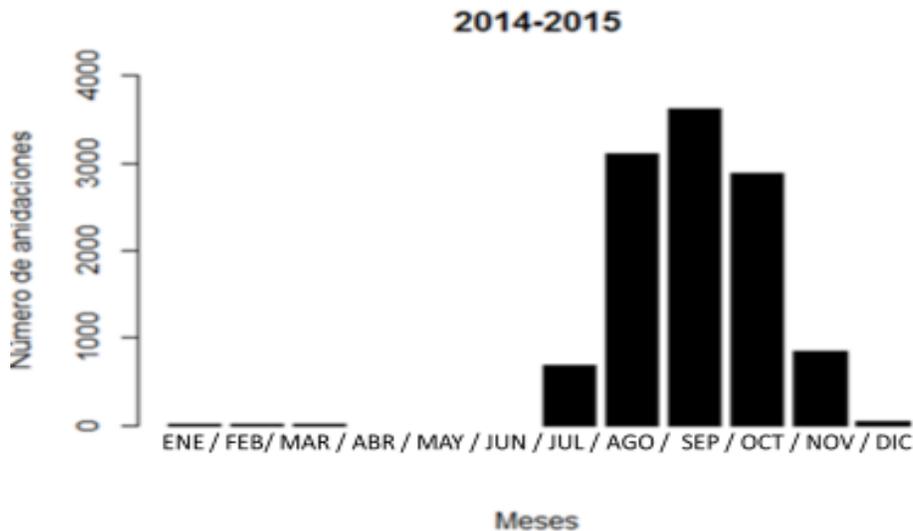


Figura 13. Distribución del número de anidaciones de la tortuga golfina mensualmente durante el periodo 2014- 2015. Elaboración propia. Fuente: SEMAHN, 2015.

### 7.1.4 Comparación anual de acuerdo al promedio de número de huevos por nido

Según el Cuadro 7 al promediar el número de huevos entre el número de nidos (h/n) proporcionó un valor anual en el año 2014 de 85.65 y en el año siguiente reflejó una media anual de 91.61. Mientras que en los meses del año 2014, el promedio dominante fue en abril con 97 h/n y el modesto fue en octubre con 24.86 h/n. Sin embargo, en el 2015 el mes con alto promedio registrado fue mayo con 105.80 h/n y el mes con bajo promedio fue enero con 85.38 h/n (Figura 14).

Cuadro 7. Comparación del periodo 2014- 2015 del promedio de huevos por nido de la *L. olivacea* de los años 2014 y 2015.

Promedio de huevos por nido		
Año	2014	2015
enero	89.15	85.38
febrero	88.77	93.06
marzo	92.21	90.25
abril	97.00	93.55
mayo	96.25	105.80
junio	91.62	91.87
julio	90.63	91.76
agosto	90.86	90.92
septiembre	89.81	90.31
octubre	24.86	90.36
noviembre	87.08	88.97
diciembre	89.60	87.14
Total	85.65	91.61

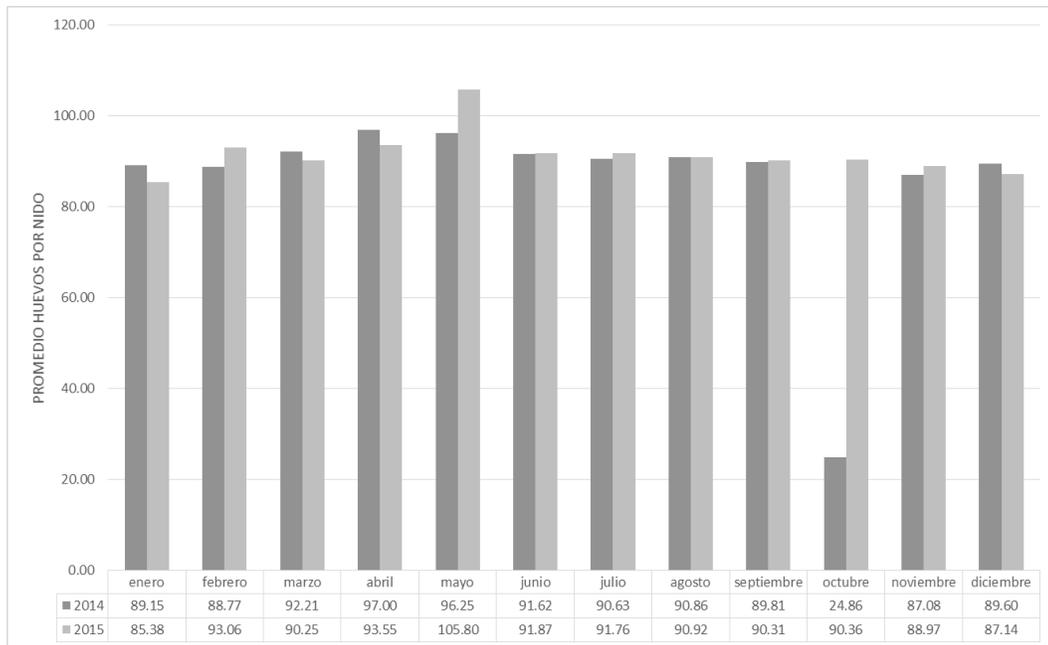


Figura 14. Comparación del periodo 2014- 2015 del promedio de huevos por nido de *Lepidochelys olivacea*. Elaboración propia. Fuente: SEMAHN, 2015.

### 7.1.5 Comparación de ambas temporadas de acuerdo al promedio de número de huevos por nido

A continuación, se muestra el cuadro 8 que muestra los estadísticos descriptivos más comunes para la variable de número de huevos durante las temporadas del periodo 2014-2015. El número de huevos durante las temporadas promedió un total de 89.05,

el máximo fue de 120 ya que fue el límite superior fijado para el análisis, y el mínimo fue de 5 huevos por nidada.

Cuadro 8. Estadísticos descriptivos para el número de huevos para las temporadas 2014 y 2015.

Número de huevos por temporadas	
Valor mínimo	5.0
Primer cuartil	81.0
Mediana	92.0
Media	89.05
Tercer cuartil	101.0
Valor máximo	120.0
Datos Nulos	3.0
Desviación estándar	17.88986

### 7.1.6 Comparación de la anidación anual según los sectores

Durante el año de anidación del 2014 el sector que la tortuga golfina prefirió sobre las demás fue el 3 con 1 827 nidos, lo que equivale al 27% de la anidación anual, en el caso contrario el sector que fue menor seleccionado fue el sector 8, con apenas 5 nidos registrados lo que resulta en el 0.07% de la anidación anual.

En el 2015, al igual que el año anterior el sector con mayor preferencia fue el sector 3 con 1 026 nidos elaborados, sin embargo, el sector de menor registro de anidación cambió, dando lugar al sector 2 con 585 nidos consumados, representando el 12% de la anidación anual (Figura 15).

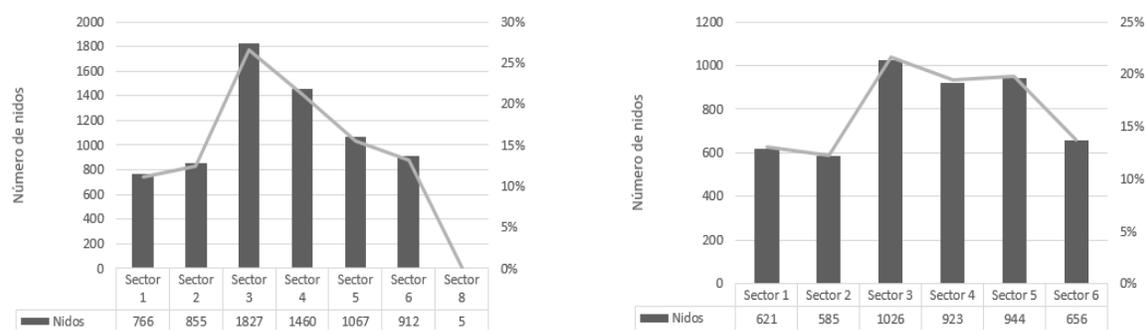


Figura 15. Comparación de los años 2014 (izquierda) y 2015 (derecha) de preferencia de *Lepidochelys olivacea* según el sector. Elaboración propia. Fuente: SEMAHN, 2015.

### 7.1.7 Comparación entre el sector y la anidación durante ambas temporadas

Al transformar los datos mediante raíz cuadrada, los sectores analizados se ajustaron a una distribución normal, verificados con una prueba de Shapiro-Wilk: [Sector 1 (Shapiro-Wilk:  $P = 0.487$ ) ; Sector 2 (Shapiro-Wilk:  $P = 0.517$ ) ; Sector 3 (Shapiro-Wilk:  $P = 0.758$ ); Sector 4 (Shapiro-Wilk:  $P = 0.310$ ); Sector 5 (Shapiro-Wilk:  $P = 0.675$ ); Sector 6 (Shapiro-Wilk:  $P = 0.579$ )]. Posteriormente, con una prueba de Barlett se esclareció que las varianzas entre los grupos de datos de los sectores eran homogéneas ( $P = 0.133$ ). Mediante una ANOVA se determinó que existen diferencias significativas entre los sectores ( $P < 0.05$ ) y con una prueba de Tukey (Figura 16) se observaron detalladamente esas diferencias.

```

Fit: aov(formula = sector ~ nombres, data = sector)

Linear Hypotheses:
      Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
2 - 1 == 0    0.1111    0.2820   0.394  0.9988
3 - 1 == 0    2.7738    0.2820   9.837 <0.001 ***
4 - 1 == 0    2.0211    0.2820   7.168 <0.001 ***
5 - 1 == 0    1.3239    0.2820   4.695 <0.001 ***
6 - 1 == 0    0.5034    0.2820   1.785  0.4779
3 - 2 == 0    2.6627    0.2820   9.443 <0.001 ***
4 - 2 == 0    1.9101    0.2820   6.774 <0.001 ***
5 - 2 == 0    1.2128    0.2820   4.301 <0.001 ***
6 - 2 == 0    0.3923    0.2820   1.391  0.7323
4 - 3 == 0   -0.7527    0.2820  -2.669  0.0867 .
5 - 3 == 0   -1.4499    0.2820  -5.142 <0.001 ***
6 - 3 == 0   -2.2704    0.2820  -8.052 <0.001 ***
5 - 4 == 0   -0.6972    0.2820  -2.473  0.1379
6 - 4 == 0   -1.5178    0.2820  -5.383 <0.001 ***
6 - 5 == 0   -0.8206    0.2820  -2.910  0.0460 *
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
(Adjusted p values reported -- single-step method)

```

Figura 16. Resultado de la prueba posterior de Tukey de los sectores de anidación de la tortuga golfina en Puerto Arista.

En el diagrama de caja y bigote de la figura 17, se observa que los sectores 1, 2 y 6 son diferentes a los sectores 3, 4 y 5. En el caso de los sectores 5 y 6, son diferentes pero comparten semejanza ( $P = < 0.0460$ ), por otro lado, dentro del grupo de los últimos tres sectores, se registró que el sector 3 tiene diferencias significativas con el sector 5, caso contrario con el sector 4 que no hay diferencias. El sector con mayor preferencia en ambas temporadas fue el 3 con una media que superó las 80 anidaciones, los

sectores con menor preferencia fueron el 1 y el 2 con una media que pasa las 40 anidaciones.

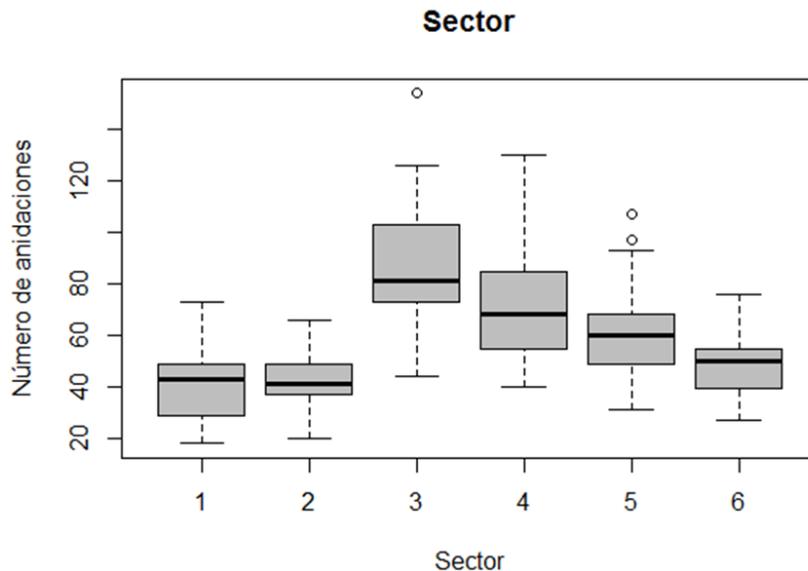


Figura 17. Diagrama de Caja y Bigote de los sectores en relación con el número de anidaciones de *Lepidochelys olivacea*.

### 7.1.8 Comparación anual de las zonas de anidación

Al examinar las zonas que las tortugas prefirieron para realizar su proceso de anidación, se encontró que en ambos años la de mayor elección fue la zona B, es decir la zona mesomareal de la playa, con 4 082 nidos siendo un 59% en el año 2014 y 2 691 nidos que representó 57% en el año 2015, y así mismo para ambos años la zona menos elegida fue la zona A, es decir la zona inframareal con un 2% con 145 nidos en el año 2014 y el 3% con 134 nidos realizados en el año 2015 (Figura 18).

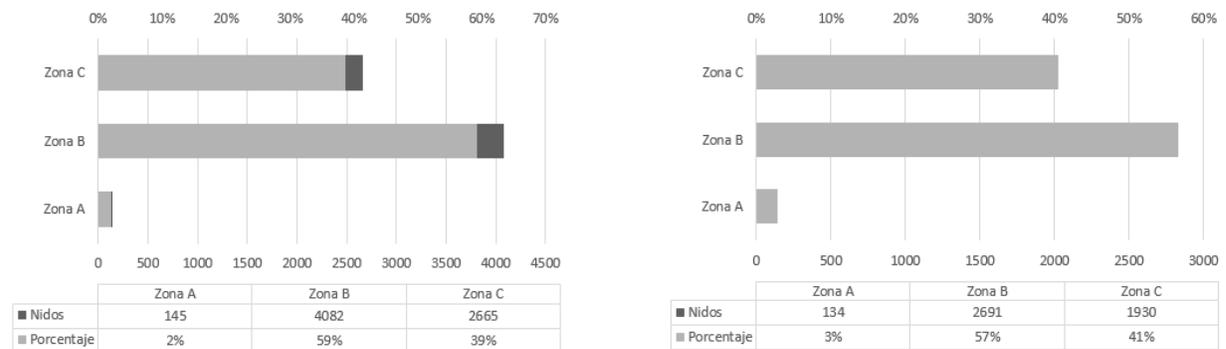


Figura 18. Comparación anual de los años 2014 (izquierda) y 2015 (derecha) con respecto a la zona de anidación de la *L. olivacea*. Elaboración propia. Fuente: SEMAHN, 2015.

### 7.1.9 Comparación entre zona de anidación y las anidaciones durante ambas temporadas

Para probar si en las tres zonas de anidación hay diferencias estadísticamente significativas o no, se intentó usar estadística paramétrica transformando los datos con una raíz cuadrada y aplicando la prueba de Shapiro-Wilk, no obstante, no se consiguió una distribución normal para la zona "C": [Zona A (Shapiro:  $P= 0.440$ ), Zona B (Shapiro:  $P= 0.746$ ); Zona C (Shapiro:  $P= 0.035$ )], por lo que se recurrió a estadística no-paramétrica.

Se aplicó una prueba de Kruskal-wallis ( $P < 0.05$ ) y se estableció que existen diferencias entre grupos, por último se empleó una prueba posterior de Dunn (Figura 19) y se percibió que las diferencias están entre todos los grupos.

	A	B
B	5.7e-16	-
C	1.8e-07	0.0039

Figura 19. Resultado de la prueba posterior de Dunn en las zonas de anidación de la tortuga golfina.

Se examinó que las tres zonas de anidación (A, B y C) son diferentes entre sí (Figura 20). La zona B fue la más elegida por las tortugas golfinas de Puerto Arista, con un rango que va desde las 100 hasta sobrepasar las 250 anidaciones, dando una mediana de 200 anidaciones. En cambio, la zona A, con un rango que va desde 0 hasta las 20 anidaciones, demuestra que fue la zona menos viable a que las tortugas realizaran su nido.

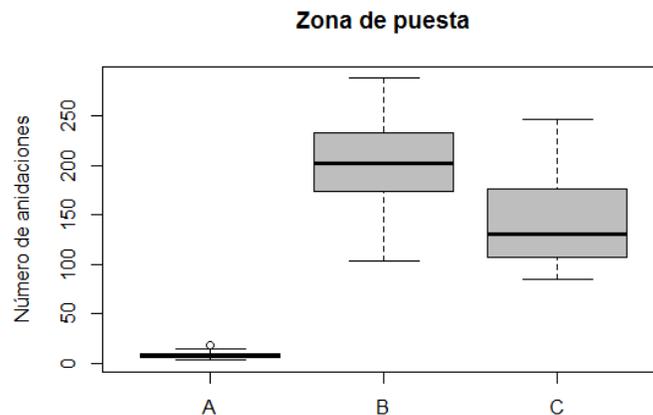


Figura 20. Diagrama de Caja y Bigote comparando las zonas de anidación (A, B y C) con el número de anidaciones de *Lepidochelys olivacea*.

### 7.1.10 Relación anual entre lluvia y anidación

Se evaluó el número de anidaciones en las categorías de Presencia (P) y Ausencia (A) de lluvia, para saber si hay diferencias significativas, para su realización se utilizó estadística paramétrica aplicando una transformación de los datos (raíz cuadrada) por categoría. Primero se aplicó la prueba de Shapiro-Wilk para saber si las categorías cumplían con el principio de normalidad. Efectivamente, ambas cumplieron con la normalidad, en presencia de lluvia (Shapiro-Wilk:  $p = 0.337$ ) y en ausencia de lluvia (Shapiro-Wilk:  $p = 0.704$ ). Se prosiguió a verificar si las muestras cumplen con homogeneidad según las varianzas, por medio de una prueba de Barlett, la cual superó el criterio ( $P = 0.130$ ). Por último, se empleó una prueba de t de student para aclarar si existen diferencias significativas entre las categorías y dicha prueba mostró que en efecto las diferencias son significativas ( $P < 0.05$ ).

En la Figura 21 se pudo observar que la categoría de Ausencia (A) de lluvia fue la de mayor elección por las tortugas marinas con una media de 300 anidaciones aproximadamente, con un límite superior que superó las 400 anidaciones y un límite inferior de 200 anidaciones. En la categoría de Presencia (P) de lluvia, el rango va desde cero hasta 100 anidaciones, teniendo una media de alrededor de 50 anidaciones.

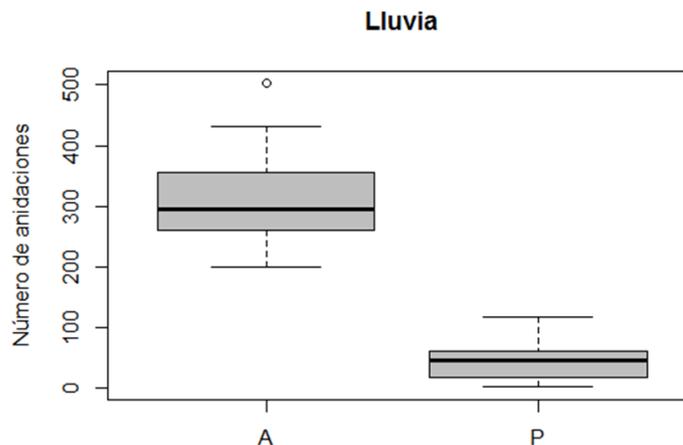


Figura 21. Diagrama de Caja y Bigote comparando las categorías de Ausencia (A) y Presencia (P) de lluvia durante las anidaciones de tortuga golfina en Puerto Arista.

### 7.1.11 Relación entre el tipo de marea y la anidación

Se analizó el tipo de marea que se presentó durante las anidaciones de la tortuga golfina, divididas en las siguientes categorías: Alta (A), baja (B), repuntante (R) y vaciante (V). Se transformaron los datos (raíz cuadrada) y se les aplicó la prueba de Shapiro-Wilk, donde se esclareció que la distribución de las categorías fue normal: [Marea "A" (Shapiro-Wilk:  $p = 0.451$ ); Marea "B" (Shapiro-Wilk:  $p = 0.895$ ); Marea "R" (Shapiro-Wilk:  $p = 0.391$ ); Marea "V" (Shapiro-Wilk:  $p = 0.712$ )].

Después se observó que las varianzas eran uniformes mediante una prueba de Barlett ( $P = 0.682$ ). Finalmente, con una prueba de ANOVA, determinó que hay diferencias entre los grupos de datos (ANOVA:  $P < 0.05$ ). Con una prueba posterior de Tukey se estableció que las diferencias se encontraban entre todos los grupos (Figura 22).

```
Simultaneous Tests for General Linear Hypotheses
Multiple Comparisons of Means: Tukey Contrasts

Fit: aov(formula = marea ~ nombres, data = marea)

Linear Hypotheses:
      Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
B - A == 0   -1.1076    0.3996  -2.772  0.0323 *
R - A == 0   -2.6800    0.3996  -6.707 <0.001 ***
V - A == 0   -4.3816    0.3996 -10.966 <0.001 ***
R - B == 0   -1.5724    0.3996  -3.935 <0.001 ***
V - B == 0   -3.2740    0.3996  -8.194 <0.001 ***
V - R == 0   -1.7016    0.3996  -4.259 <0.001 ***
---
signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
(Adjusted p values reported -- single-step method)
```

Figura 22. Resultado de la prueba posterior de Tukey de los tipos de marea durante las anidaciones de la tortuga golfina.

Se puede observar que las categorías tienen diferencias significativas entre sí, ya que ninguna iguala o supera el criterio de la prueba de Tukey ( $P < 0.05$ ). Sin embargo, los tipos de marea alta (A) y baja (B), son las que mayor afinidad tuvieron con una  $P = 0.0323$ , a diferencia del resto de los tipos de marea. El tipo de marea que tuvo la mayor elección por parte de las tortugas golfinas fue el de marea alta (A) superando alrededor de las 110 anidaciones, seguido por cercanía la marea baja (B)

con más de 100 anidaciones, después el tipo de marea repuntante (R) con 75 anidaciones y por último, el tipo de marea vaciante (V) con 50 anidaciones (Figura 23).

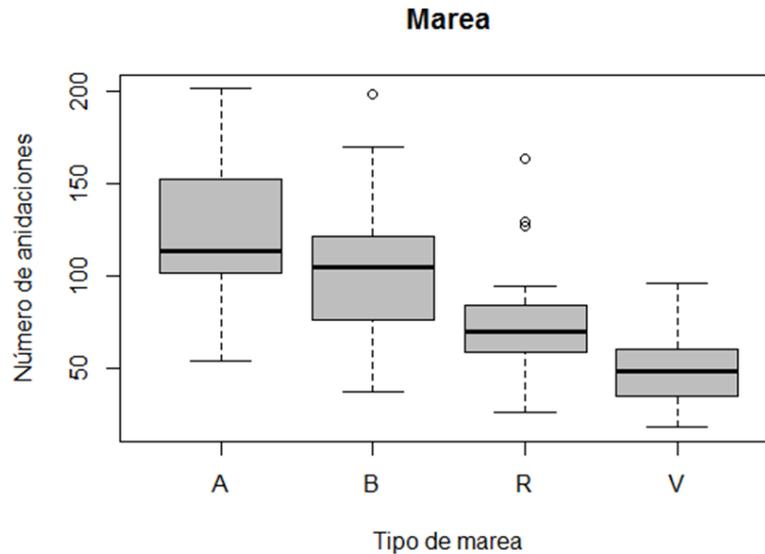


Figura 23. Diagrama de Caja y Bigote comparando los tipos de marea (Alta (A), Baja (B), Repuntante (R) y Vaciante (V)) y las anidaciones de *Lepidochelys olivacea*.

## 7.2 Perfiles de playa

Se tomó un total de nueve perfiles en las playas de Puerto Arista, Tonalá, Chiapas, basados en el método Emery (1961) con un periodo de muestreo de alrededor de un año, dividido en tres muestreos (06 de abril 2016, 06 octubre 2016 y 30 de marzo 2017), realizados en tres sectores de playa (Sector 3, sector 6 y Bocabarra de Boca del Cielo); dos de ellos (Sector 3 y 6) ya establecidos por la Secretaría del Medio Ambiente e Historia Natural (SEMANH) con antecedentes que reflejaron menor y mayor promedio de anidación de la tortuga golfina (*Lepidochelys olivacea*) según Nataren-Alvarez (2015) por último se eligió la bocabarra como perfil neutral.

### 7.2.1 Sector tres

El sector tres está ubicado en las coordenadas 15°57'19.44" latitud Norte y 93°51'6.84" longitud Oeste, presentó en la primera toma una longitud total de 84 metros (m). Al principio del transecto se localizó una pendiente que se extendió alrededor de 3 m de

longitud quedando 9.5 centímetros (cm) debajo de la línea de horizonte (LH), después fue en ascenso donde en el punto de los 9 m ya estaba por encima de la LH por 2.5 cm, esto dio lugar a un montículo de arena que se prolongó hasta el punto de los 63 m, dentro de él, se alcanzó 18.5 cm por encima de LH, localizado en el punto 27 m. Otro declive más pronunciado se formó pasando el montículo llegando hasta 46.5 cm debajo de la LH, tomado en el punto 75 m, a partir de eso incrementó hasta llegar al punto 84 m, donde se encontraban las mareas, pero no logró pasar la LH quedando a -27.7 cm. Cabe aclarar que el punto 0 se encuentra en el inicio de la vegetación, donde el observador fijó el punto donde se alineó su vista con la línea del horizonte. (Figura 24, inciso a).

En la segunda toma realizada en octubre del 2016, la longitud de la playa alcanzó 81 m en total, del punto 0 a 3 m se notó una pequeña elevación de tan sólo 1.3 cm de la LH, a partir de ahí comenzó una bajada de -7cm de LH obtenido en el punto 9 m, después de eso se formó un cúmulo de arena donde se obtuvo en 24 m, el punto más alto con tan sólo 3.7 cm por encima de la LH, disminuyendo en el 30 m, hasta -1.4 cm de la LH, eso dio lugar a una elevación repentina de 8.7 cm sobre la LH, el cuál fue el clímax del otro montículo formado, cuya extensión alcanzó hasta el punto de los 63 m, luego se localizó una marcada pendiente que llegó hasta los 34.9 cm debajo de la LH en los 78 m, antes de llegar a las mareas se recuperó hasta -27.8 cm con respecto a la LH en los 81 m (Figura 24, inciso b).

En la tercera y última toma realizada el 30 de marzo 2017, a partir de la vegetación hasta los 3 m, se obtuvo un descenso que llegó a los -10 cm, de la LH, de los 6 hasta los 12 m, la elevación se mantuvo constante a LH. Sin embargo, conforme se avanzó en el transecto se observó una acumulación de sedimento, que iba desde el punto de los 15 m hasta su disminución en los 42 m, alcanzando un máximo de 25.2 cm sobre la LH, localizado en la marca de los 18 m. Después de esta acumulación se descubrieron bermas entre las marcas de los 42 a los 45 m y del 51 al 54 m correspondientemente, entre ellas, se formó una zanja que tuvo -2.4 cm de la LH. Posteriormente, otro cúmulo se presentó a partir de los 54 m hasta su descenso que fue a los 72 m donde la elevación más alta fue de 18.7 cm y la más baja con 2.5 cm,

los dos por encima de la LH, seguido de una tercera berma en las marcas de los 75 hasta 78 m. De inmediato apareció otro montículo que va desde los 81 hasta los 90 m, con una elevación máxima de 20.8 cm de la LH. Por último, se presencié una pendiente muy pronunciada, que llegó hasta los 69 cm por debajo de la LH, localizado a los 96 m de longitud, se notó un aumento de elevación, con forme se avanzó hacia las mareas con una ganancia que marcó -30.3cm con respecto a LH (Figura 24, inciso c).

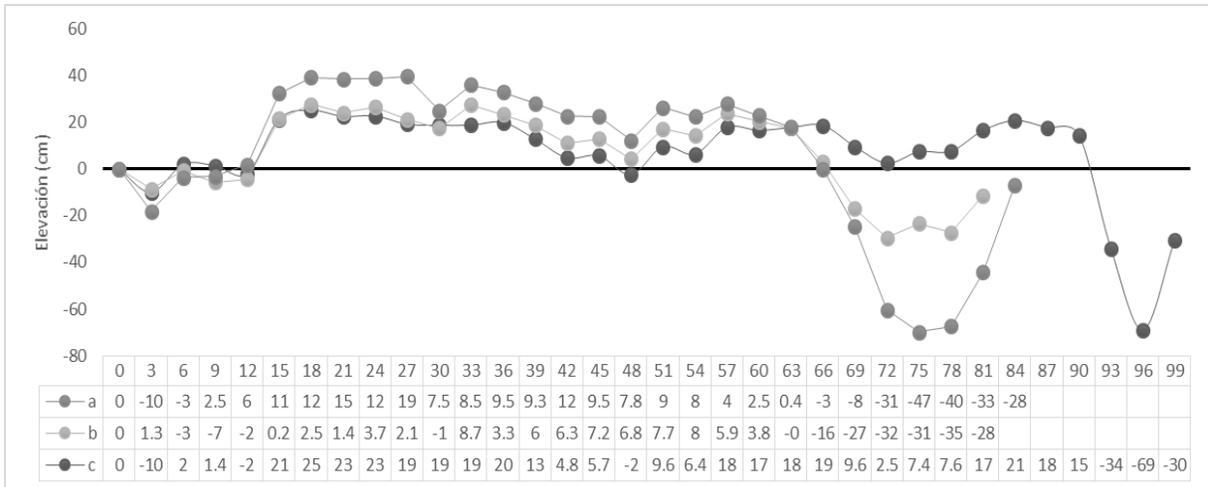


Figura 24. Perfiles de playa realizados en el sector tres de Puerto Arista: a) Primer perfil realizado el 06 de abril 2016, b) Segundo perfil realizado el 06 de octubre 2016 y c) Tercer perfil realizado el 30 de marzo 2017

### 7.2.2 Sector seis

El sector seis se encuentra situado en la localidad Dr. Belisario Domínguez en Tonalá, Chiapas, con las coordenadas 15°52'40.44" Latitud Norte y 93°43'5.519" Longitud Oeste. En el primer muestreo se obtuvo una longitud total del transecto de 30 metros (m), desde el punto 0 donde termina la vegetación hasta la marca de los 6 m presentó una pendiente que llegó a 24.5 centímetros (cm) debajo de la línea horizonte (LH), la elevación comenzó a aumentar hasta la marca de los 12 m donde quedó 7.1 cm por debajo de la LH, en el punto de los 15 m se descubrió una zanja que resultó con 23.2 cm menos que la LH, después ocurrió otro aumento de elevación a los 18 m llegando a los -11.1 cm con respecto a LH, sin embargo, otra pendiente apareció llegando a -28.4 cm de elevación en la marca de los 24 m, ya en los últimos metros antes de llegar a las mareas hubo un incremento dando unos -20.3 cm de elevación, ninguna cifra de las marcas superó la LH (Figura 25, inciso a).

En la segunda toma de muestra se obtuvo un total de 36 m de longitud, en el punto 0 hasta la marca de los 3 m, se observó una pendiente que produjo un descenso de 18.8 cm debajo de la LH, seguido de la aparición de una berma entre las marcas de los 3 a los 6 m, esto dio continuidad a otra pendiente con -29.3 cm de elevación, delimitado en el punto de los 9 m, la elevación incrementó hasta la marca de los 15 m donde alcanzó 22.6 cm aún por debajo de la LH, a partir de ahí, la elevación de las marcas se mantuvo en un rango constante hasta llegar a al punto de los 33 m, donde aumentó hasta llegar a los -20 cm de elevación en el último punto (Figura 25, inciso b).

La última toma de datos reflejó que la playa se extendió a una longitud total de 42 m, expuso que del punto 0 a la marca de los 3 m, fue parecido a la LH tomada, variando por 1 cm debajo, no obstante, se reveló una caída que consiguió hasta el punto de los 9 m con un descenso de 28.5 cm debajo a LH, pero en la marca de los 12 m acrecentó la elevación hasta los -12.6 cm, seguido de un nuevo declive que logró llegar hasta los -29.2 cm acorde a LH. Posteriormente, se manifestó un cúmulo de arena comenzando en la marca de los 18 hasta los 33 m, donde la posición máximo de elevación se ubicó en la marca de los 27 m con unos 22.1 cm superando la LH, prosiguiendo en una pendiente pronunciada que llegó hasta los 45.3 cm por debajo de la LH en la marca de los 39 m, recuperando altura a los 42 m, donde se fue estabilizando a -18.9 cm, inferior a LH (Figura 25, inciso c).

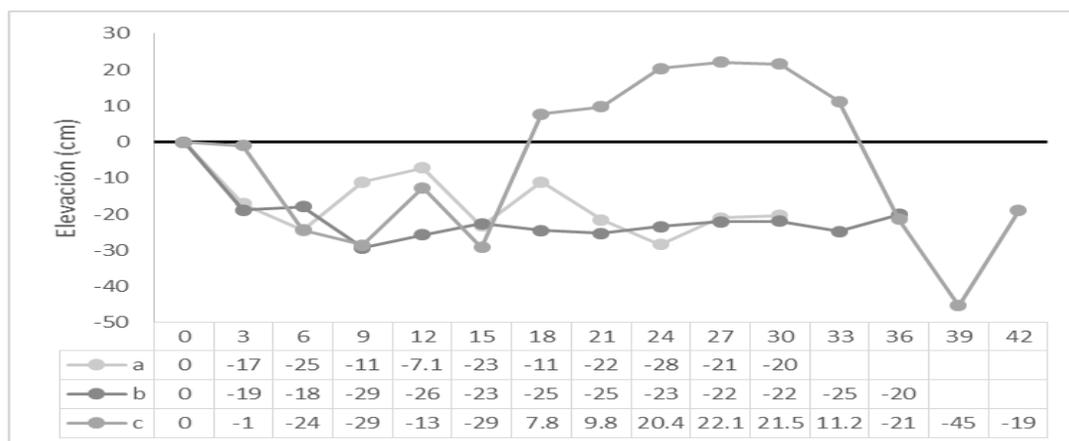


Figura 25. Perfiles de playa realizados en el sector seis de Puerto Arista: a) Primer perfil realizado el 06 de abril 2016, b) Segundo perfil realizado el 06 de octubre 2016 y c) Tercer perfil realizado el 30 de marzo 2017

### 7.2.3 Sector bocabarra “Boca del Cielo”

El sector bocabarra está ubicado en la bocabarra cercano a la localidad pesquera y turística llamado Boca del Cielo, Tonalá, Chiapas en las coordenadas 15°51'39.96" Latitud Norte y 93°41'26.16" Longitud Oeste. En la primera muestra se obtuvo un transecto de 30 metros (m) de longitud total que reflejó desde el punto 0 hasta los 3 m una pendiente perceptible que alcanzó los -20.1 centímetros (cm) respecto a la línea de horizonte (LH), luego de eso, se notó un incremento paulatino de elevación hasta la marca de los 18 m, el cual quedó a 3.9 cm inferior a LH, subsiguientemente en el punto de los 24 m bajo a -6.9 cm , posteriormente las cifras de las marcas se conservaron constantes hasta llegar al punto de los 30 m, donde empezó la marea (Figura 26, inciso a).

En la segunda toma resultó con 33 m de longitud total en los cuales de los 0 a los 6 m, se manifestó un declive con -20.1 cm de elevación relacionado a la LH, por otra parte, ocurrió un aumento de elevación hasta la marca de los 12 m sobrepasando la LH por 6 cm, seguido por otra pendiente en el punto de los 15 m con -17.8 cm debajo de la LH, en cambio, desde las marcas de los 18 hasta los 27 m se presencié un aumento paulatino que finalizó en -14 cm aún inferior a la LH, para finalizar, sucedió otro descenso que ocasionó -29.4 cm de elevación en la última marca (33 m) (Figura 26, inciso b).

La tercera toma arrojó un transecto con 63 m de longitud total, el cuál manifestó desde el punto 0 hasta la marca de los 9 m una elevación de 16.3 cm superior a la LH, también se presencié una zanja en el punto de los 12 m, el cual disminuyó hasta los 12.1 cm, aunque en la marca de los 15 m incrementó a 18.6 cm, no obstante, nuevamente descendió en el punto de los 18 m a tan sólo 11.8 cm. Sin embargo, a partir de la marca de los 21 hasta los 60 m, se mantuvo en un rango, que adquirió su límite inferior en la sitio de los 27 m con una elevación de 9.1 cm y su límite superior proporcionó 15.7 cm, logrado por la marca de los 42 m, finalmente, en el punto de los 63 m se exhibió una disminución que alcanzó los 5.4 cm, todas las marcas superaron la LH (Figura 26, inciso c).

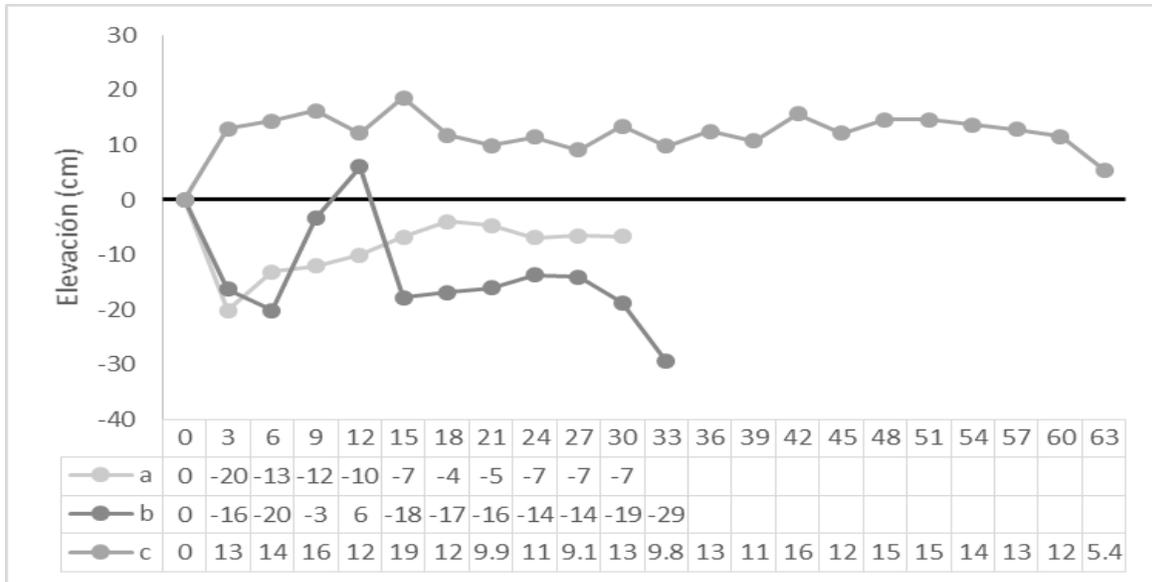


Figura 26. Perfiles de playa realizados en la Boca Barra llamada “Boca del Cielo”: a) Primer perfil realizado el 06 de abril 2016, b) Segundo perfil realizado el 06 de octubre 2016 y c) Tercer muestreo realizado el 30 de marzo 2017

### 7.3 Análisis granulométrico

En las tres visitas a los sectores que se realizaron en las playas de Puerto Arista, se recolectaron un total de 27 muestras superficiales de arena. A continuación se presentan el promedio de retención por cada sector y zona.

Se pudo observar que el tamiz número 30 (23 OPN) que tuvo una apertura de 0.5842 milímetros, únicamente retuvo un promedio menor a un gramo de los 150 gramos totales por muestra (Cuadros 9 al 17) (Anexos Figura 31, incisos b y d), siendo las muestras recolectadas en la zona infraplaya del sector tres las de mayor retención (>0.72 g) y las muestras localizadas en la zona de supraplaya de la Bocabarra “Boca del Cielo”, las de menor retención (>0.22 g), consiguiendo que el 99% de las muestras pasaran sin resistencia (Anexos Figura 31, inciso c).

Es por ello que al observar las curvas granulométricas se pudo deducir que las muestras se componen de arenas finas y limos; esto ocurrió en los tres sectores y a su vez en las tres zonas de anidación (Anexos Figuras 32 al 34).

Cuadro 9. Promedio de arena que pasa en el sector tres, zona de supraplaya.

SUCS	Mallas (N°)	US Standard Sieve N°.	Abertura (mm)	Peso retenido	% Peso retenido	%Peso retenido acumulado	% que Pasa
Grava	187 OPN	4	4.7498	0	0.00	0.00	100.00
Arena mediana	72 OPN	10	1.8288	0	0.00	0.00	100.00
Arena mediana	46 OPN	16	1.1684	0	0.00	0.00	100.00
Arena mediana	40 OPN	18	1.016	0	0.00	0.00	100.00
Arena mediana	23 OPN	30	0.5842	0.2907	0.19	0.19	99.81
	Tara			149.9440667	99.81	100.00	
	total			150.2347667	100.00		

Cuadro 10. Promedio de arena que pasa en el sector tres, zona de mesoplaya.

SUCS	Mallas (N°)	US Standard Sieve N°.	Abertura (mm)	Peso retenido	% Peso retenido	%Peso retenido acumulado	% que Pasa
Grava	187 OPN	4	4.7498	0	0.00	0.00	100.00
Arena mediana	72 OPN	10	1.8288	0	0.00	0.00	100.00
Arena mediana	46 OPN	16	1.1684	0	0.00	0.00	100.00
Arena mediana	40 OPN	18	1.016	0	0.00	0.00	100.00
Arena mediana	23 OPN	30	0.5842	0.385433333	0.26	0.26	99.74
	Tara		--	149.7333	99.74	100.00	
	total			150.1187333	100.00		

Cuadro 11. Promedio de arena que pasa en el sector tres, zona de infraplaya.

SUCS	Mallas (N°)	US Standard Sieve N°.	Abertura (mm)	Peso retenido	% Peso retenido	%Peso retenido acumulado	% que Pasa
Grava	187 OPN	4	4.7498	0	0.00	0.00	100.00
Arena mediana	72 OPN	10	1.8288	0	0.00	0.00	100.00
Arena mediana	46 OPN	16	1.1684	0	0.00	0.00	100.00
Arena mediana	40 OPN	18	1.016	0	0.00	0.00	100.00
Arena mediana	23 OPN	30	0.5842	0.726033333	0.48	0.48	99.52
	Tara	--		149.392	99.52	100.00	
	total			150.1180333	100.00		

Cuadro 12. Promedio de arena que pasa en el sector seis, zona de supraplaya.

SUCS	Mallas (N°)	US Standard Sieve N°.	Abertura (mm)	Peso retenido	% Peso retenido	%Peso retenido acumulado	% que Pasa
Grava	187 OPN	4	4.7498	0	0.00	0.00	100.00
Arena mediana	72 OPN	10	1.8288	0	0.00	0.00	100.00
Arena mediana	46 OPN	16	1.1684	0	0.00	0.00	100.00
Arena mediana	40 OPN	18	1.016	0	0.00	0.00	100.00
Arena mediana	23 OPN	30	0.5842	0.3795	0.25	0.25	99.75
	Tara	--		149.734367	99.75	100.00	
	total			150.113867	100.00		

Cuadro 13. Promedio de arena que pasa en el sector seis, zona de mesoplaya.

SUCS	Mallas (N°)	US Standard Sieve N°.	Abertura (mm)	Peso retenido	% Peso retenido	%Peso retenido acumulado	% que Pasa
Grava	187 OPN	4	4.7498	0	0.00	0.00	100.00
Arena mediana	72 OPN	10	1.8288	0	0.00	0.00	100.00
Arena mediana	46 OPN	16	1.1684	0	0.00	0.00	100.00
Arena mediana	40 OPN	18	1.016	0	0.00	0.00	100.00
Arena mediana	23 OPN	30	0.5842	0.58583333	0.39	0.39	99.61
	Tara	--		149.4627	99.61	100.00	
	total			150.048533	100.00		

Cuadro 14. Promedio de arena que pasa en el sector seis, zona de infraplaya.

SUCS	Mallas (N°)	US Standard Sieve N°.	Abertura (mm)	Peso retenido	% Peso retenido	%Peso retenido acumulado	% que Pasa
Grava	187 OPN	4	4.7498	0	0.00	0.00	100.00
Arena mediana	72 OPN	10	1.8288	0	0.00	0.00	100.00
Arena mediana	46 OPN	16	1.1684	0	0.00	0.00	100.00
Arena mediana	40 OPN	18	1.016	0	0.00	0.00	100.00
Arena mediana	23 OPN	30	0.5842	0.60633333	0.40	0.40	99.60
	Tara	--		149.488533	99.60	100.00	
	total			150.094867	100.00		

Cuadro 15. Promedio de arena que pasa en el sector bocabarra "Boca del Cielo", zona de supraplaya.

SUCS	Mallas (N°)	US Standard Sieve N°.	Abertura (mm)	Peso retenido	% Peso retenido	%Peso retenido acumulado	% que Pasa
Grava	187 OPN	4	4.7498	0	0.00	0.00	100.00
Arena mediana	72 OPN	10	1.8288	0	0.00	0.00	100.00
Arena mediana	46 OPN	16	1.1684	0	0.00	0.00	100.00
Arena mediana	40 OPN	18	1.016	0	0.00	0.00	100.00
Arena mediana	23 OPN	30	0.5842	0.22323333	0.15	0.15	99.85
	Tara	--		149.844667	99.85	100.00	
	total			150.0679	100.00		

Cuadro 16. Promedio de arena que pasa en el sector bocabarra "Boca del Cielo", zona de mesoplaya.

SUCS	Mallas (N°)	US Standard Sieve N°.	Abertura (mm)	Peso retenido	% Peso retenido	%Peso retenido acumulado	% que Pasa
Grava	187 OPN	4	4.7498	0	0.00	0.00	100.00
Arena mediana	72 OPN	10	1.8288	0	0.00	0.00	100.00
Arena mediana	46 OPN	16	1.1684	0	0.00	0.00	100.00
Arena mediana	40 OPN	18	1.016	0	0.00	0.00	100.00
Arena mediana	23 OPN	30	0.5842	0.27053333	0.18	0.18	99.82
	Tara	--		149.762767	99.82	100.00	
	total			150.0333	100.00		

Cuadro 17. Promedio de arena que pasa en el sector bocabarra "Boca del Cielo", zona de infraplaya.

SUCS	Mallas (N°)	US Standard Sieve N°.	Abertura (mm)	Peso retenido	% Peso retenido	%Peso retenido acumulado	% que Pasa
Grava	187 OPN	4	4.7498	0	0.00	0.00	100.00
Arena mediana	72 OPN	10	1.8288	0	0.00	0.00	100.00
Arena mediana	46 OPN	16	1.1684	0	0.00	0.00	100.00
Arena mediana	40 OPN	18	1.016	0	0.00	0.00	100.00
Arena mediana	23 OPN	30	0.5842	0.25116667	0.17	0.17	99.83
	Tara	--		149.808167	99.83	100.00	
	total			150.059333	100.00		

#### 7.4 Listado de plantas de la vegetación representativa

En total se registraron 16 especies, correspondientes a 16 géneros y 14 familias, de las cuales tres especies corresponden al tipo arbustivas, tres al tipo árboles, y 10 al tipo herbáceas. Las familias mejor representadas fueron Fabaceae y Poaceae con un total de dos especies por familia, seguida por el resto presentando una especie por familia (Cuadro 18).

Cuadro 18. Vegetación representativa de las playas de Puerto Arista, divididas en Ecosistemas de Dunas costeras y Manglares.

Orden	Familia	Especie
Vegetación Dunas Costeras		
Asterales	Asteraceae	<i>Pectis multiflosculosa</i> (DC.) Sch.Bip.
Boraginales	Boraginaceae	<i>Varronia curassavica</i> Jacq.
Brassicales	Cleomaceae	<i>Cleoma viscosa</i> L.
Commelinales	Comelinaceae	<i>Commelina erecta</i> L. <i>Canavalia rosea</i> (Sw.) DC.

Fabales	Fabaceae	<i>Tephrosia cinerea</i> (L.) Pers.
Malpighiales	Passifloraceae	<i>Passiflora foetida</i> (L.)
	Chrysobalanaceae	<i>Chrysobalanus icaco</i> L.
Malvales	Malvaceae	<i>Waltheria americana</i> L.
		<i>Dactyloctenium aegyptium</i> (L.)
Poales	Poaceae	Willd
		<i>Jouvea pilosa</i> (J. Presl) Scribn
Solanales	Convolvulaceae	<i>Ipomoea pes-caprae</i> (L.)
	Solanaceae	<i>Datura stramonium</i> L.
Vegetación Manglar		
Lamiales	Acanthaceae	<i>Avicennia germinans</i> (L.)
Malpighiales	Rhizophoraceae	<i>Rhizophora mangle</i> (L.)
Myrtales	Combretaceae	<i>Conocarpus erectus</i> (L.)

La especies observadas con mayor frecuencia fueron las denominas rastreras, por ser las más posibles de reconocer a simple vista durante los recorridos de playa (Figura 27).



Figura 27. Especies rastreras: a) *Passiflora foetida*, b) *Pectis multiflosculosa*, c) *Ipomoea pes-caprae* y d) *Commelina erecta*. Autor: Jesús Ezequiel Mejía Ruiz

## 7.5 Listado de potenciales depredadores

Durante los muestreos realizados se registraron un total de 25 especies potenciales depredadoras, de las cuales se distribuyeron en 4 clases (Figura 28): Aves, Mammalia, Reptilia y Malacostraca. La clase con mayor presencia fue Aves con un total de 11 familias y 15 especies, en segundo lugar la clase Mammalia, con cuatro familias y cuatro especies, seguida por las clase Reptilia, con tres familias y tres especies, y por último la clase Malacostraca, con dos familias y tres especies. Sin embargo, la clase con mayor frecuencia de registro fue Mammalia, ya que dentro de ella, se encontraron las especies *Canis familiaris* y *Felis catus* (Figura 29), que son especies domesticadas (Cuadro 19).

Cuadro 19. Potenciales depredadores de *Lepidochelys olivacea*, divididos a partir de Clases.

Clase	Orden	Familia	Especie
Aves	Accipitriformes	Accipitridae	<i>Buteo brachyurus</i>
			<i>Buteogallus anthracinus</i>
			<i>Chondrohierax-uncinatus</i>
			<i>Rupornis magnirostris</i>
	Cathartiformes	Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>
			<i>Coragyps atratus</i>
	Charadriiformes	Burhinidae	<i>Burhinus bistriatus</i>
	Ciconiiformes	Ciconiidae	<i>Mycteria americana</i>
	Falconiformes	Falconidae	<i>Caracara cheriway</i>
	Gruiformes	Aramidae	<i>Aramus guarauna</i>

	Passeriformes	Corvidae	<i>Calocitta formosa</i>
		Icteridae	<i>Quiscalus mexicanus</i>
	Pelecaniformes	Pelecanidae	<i>Pelecanus occidentalis</i>
	Strigiformes	Strigidae	<i>Glaucidium brasilianum</i>
	Suliformes	Fregatidae	<i>Fregata magnificens</i>
Mammalia	Carnivora	Canidae	<i>Canis familiaris</i>
		Felidae	<i>Felis catus</i>
		Procyonidae	<i>Nasua narica</i>
	Didelphimorphia	Didelphidae	<i>Didelphis virginiana</i>
Reptilia	Crocodylia	Crocodylidae	<i>Crocodylus acutus</i>
	Squamata	Iguanidae	<i>Ctenosaura similis</i>
		Colubridae	<i>Leptodeira annulata</i>
Malacostraca	Decapoda	Ocypodidae	<i>Ocypode occidentalis</i>
		Portunidae	<i>Callinectes arcuatus</i>
			<i>Callinectes bellicosus</i>

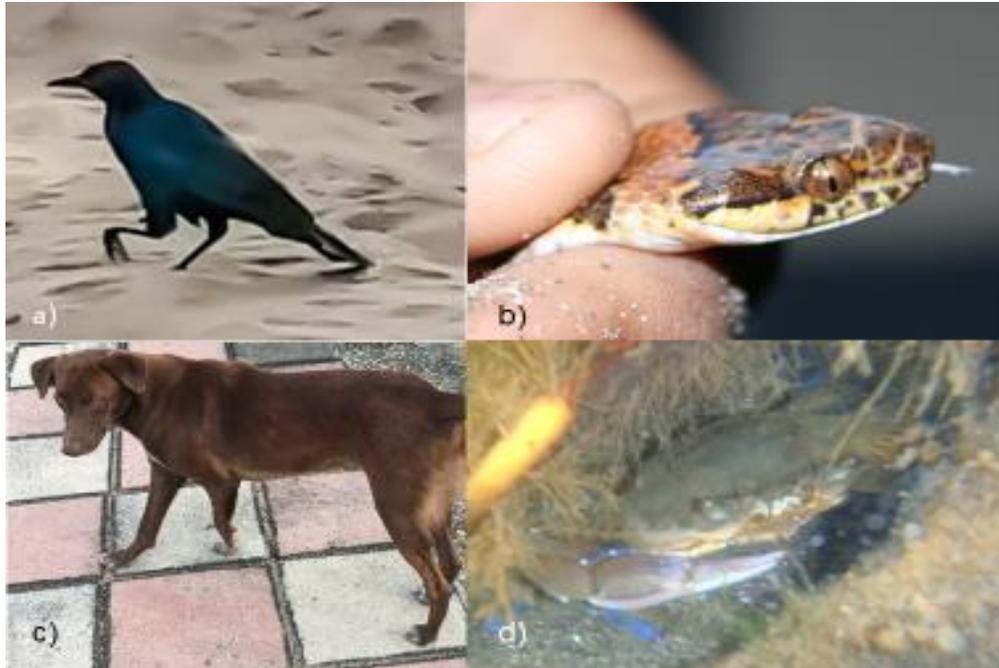


Figura 28. Clases de especies de depredadores potenciales, registradas durante los recorridos: a) Aves (*Quiscalus mexicanus*), b) Reptilia (*Leptodeira annulata*), c) Mammalia (*Canis familiaris*) y d) Malacostraca (*Callinectes arcuatus*). Elaboración propia. Autor: Jesús Ezequiel Mejía Ruiz



Figura 29. Depredadores domesticados: a) *Felis catus* observado durante un recorrido de playa, b) Ejemplar de *Canis familiaris* registrado en el campamento tortuguero de Puerto Arista y, c) Ejemplar de *C. familiaris* cerca de los corrales del c. tortuguero (*Ídem*)

## VIII. DISCUSIÓN

Estudios realizados sobre tortugas marinas en las costas del territorio mexicano, sobre todo del lado del Océano Pacífico han sido diversos, sin embargo solamente pocas playas de anidación han sido estudiadas a mayor profundidad, principalmente las localizadas en los estados de Oaxaca y Michoacán, donde se realizan los mayores arribos de tortugas en el país, muy por debajo de estos, se encuentran los estados de Guerrero, Sinaloa, Nayarit, Jalisco, Baja California y Baja California Sur.

En el caso del Estado de Chiapas es casi nulo encontrar trabajos que presenten la situación actual acerca del manejo y conservación de las tortugas marinas, específicamente de la tortuga golfina *Lepidochelys olivacea*.

A partir de estudios comparativos se ha observado que el éxito de eclosión en playas con presencia de arribada indica una elevada mortalidad en las playas, aparentemente por múltiples causas: alta concentración de hembras que al anidar destruyen los nidos, al descubrir los huevos depositados con anterioridad, lo que a su vez, debido a la alta densidad de nidos, conlleva a bajos niveles de O<sub>2</sub> y mayor concentración de CO<sub>2</sub> en la arena, aunado a una elevación de temperatura dentro de los nidos (Honarvar *et al.*, 2008).

En cuanto a la importancia de la anidación solitaria, es preciso resaltar su contribución al mantenimiento de la población, ya que el éxito de incubación puede ser considerablemente más alto, hasta de un 80% de neonatos, por lo que es crucial un mayor enfoque de estudios hacia las playas de anidación solitaria (Arauz *et al.*, 2003; Honarvar *et al.*, 2008; Valverde *et al.*, 2010). Por ese motivo, las playas de Puerto Arista son ideales para futuras investigaciones, para presentar informes más detallados y recientes del estatus de la tortuga golfina en la entidad.

## Sistematización de los datos de anidación

### Número de huevos por nidada

Para los años 2014 y 2015 y para las temporadas de ambos años se obtuvieron los promedios de huevos siguientes: 85.65 por nido para el año 2014 y para el 2015 fue de 91.61, así mismo el promedio para ambas temporadas fue de 89.05 por lo que se encuentran cercanos a muchos estudios de nidadas que han sido reportados anteriormente en México y a nivel internacional (Cuadro 20). Algunos autores (Frazier, 1999; Chacón *et al.*, 2007) mencionan que el número de huevos en una sola nidada, puede encontrarse desde un promedio de 50 a 140 huevos. Sin embargo, debe considerarse que las tortugas marinas desovan varias veces en una temporada, y que el número de huevos va a depender según la especie, la edad y la condición de salud de la hembra (Márquez y del Carmen Farías, 2000).

Cuadro 20. Promedio de huevos de *Lepidochelys olivacea* en diferentes punto de México y el mundo.

Nombre de Playa	Promedio de Huevos	Temporada	Autor(es)
Morro Ayuta, Oaxaca	103.43	1988	Pérez, 1998
Boca del Cielo, Chiapas	96.44± 21.98	Junio- octubre 2001	Mendoza, 2008
Llano Real, Benito Juárez, Guerrero	96.75	Junio a septiembre 2010	Castro Mondragón <i>et al.</i> , 2012
Puerto Arista, Chiapas	105.6	2003 - 2007	Nataren, 2015
La Cueva, Bahía Solano, Chocó, Colombia	102	1999	Hinestroza y Páez, 2001
Punta Banco y San Miguel, Costa Rica	98.7 y 98.03 respectivamente	Jul- Dic. 2002 y ag.- dic 2002	Arauz <i>et al.</i> , 2003
Isla de Cañas, Panamá (Pacífico )	105 ± 20.9	Abril a diciembre 2002	Vega y Robles, 2005
Nancite y La Flor, Costa Rica	100 y 95±10 respectivamente	Noviembre 2005 a enero 2006	Honarvar <i>et al.</i> , 2008
Ostional, Costa Rica	100	Octubre 2008 a marzo 2009	Valverde <i>et al.</i> , 2010

## **Periodo de anidación de la tortuga golfinas en Puerto Arista**

En el periodo de los años 2014- 2015 no hubo un mes donde no se registrara una anidación de la *Lepidochelys olivacea*, lo que quiere decir que esta especie puede utilizar todo el año las playas de Puerto Arista para realizar su anidación, pero a partir del mes de julio a noviembre en ambos años se delimitó la temporada de anidación, siendo agosto, septiembre y octubre los que marcaron la mayoría de anidación. Muchos autores coinciden que hay un patrón notorio que consiste en una estación de anidación que inicia con la llegada de las golfinas a partir del mes de abril o mayo (apareamiento), y empiezan a anidar en junio o julio, alcanzando el máximo de anidación en agosto y septiembre (Pérez, 1998; García Romero *et al.*, 2007; Castro Mondragón *et al.*, 2012; Viejobueno *et al.*, 2013) e inclusive octubre. Para diciembre el número de tortugas se reduce notoriamente y para enero o febrero la temporada de anidación ha terminado (Márquez y del Carmen Farías, 2000; Martínez y Páez, 2000; Hineyrosa y Páez, 2001; Arauz *et al.*, 2003).

## **Sistematización de los principales aspectos biofísicos de la playa de anidación y vegetación representativa**

### **Selección del sitio**

De acuerdo a lo obtenido en los resultados, el sector con mayor preferencia de anidación fue el número tres en los años 2014 y 2015, y en ambas temporadas de anidación. Se esperaba de acuerdo a Nataren (2015) que el sector seis presentara una alta actividad de anidación, sin embargo, no fue el más bajo, pero sí se estableció dentro de los últimos sectores de anidación. Esto podría ser debido a que la tortuga desistió de sus intentos de anidación debido a impedimentos para excavar, obstáculos en la playa, presencia humana, contaminación con la luz artificial, o sí se encontraron lesionadas u otros factores tales como la humedad, la calidad de la arena y la temperatura (Witherington y Martin, 2003; Bolongaro *et al.*, 2010), reunidas éstas circunstancias pueden ocasionar que la tortuga tome la decisión de desplazarse a un lugar más adecuado (Medina Cruz *et al.*, 2009). Por otro lado, posiblemente la cantidad y calidad de los datos sean proporcionales con el esfuerzo de muestreo, mismo que puede variar de acuerdo a la situación en que se encuentren los campamentos

tortugueros, la falta de recursos económicos, humanos y culturales podrían disminuir el seguimiento y protección de las tortugas marinas en las playas e influir en un mal manejo en la sistematización de los datos (Morreale et al., 1982; Briseño Dueñas et al., 1998; Natarén, 2015).

En cuanto a la anchura de la playa ésta fue mayor en el sector tres promediando 88 m de ancho, siendo el doble de ancho que el sector seis con sus 42 m promedio. Ávila-Aguilar (2015) confirma que *L. olivacea* selecciona los sitios de anidación de acuerdo a un patrón de preferencia establecido, el cual se basa en el ancho de playa disponible al momento de anidar y también por ciertas características existentes que presentan las playas, para ser las más visitadas por tortugas del género *Lepidochelys*: playas abiertas, continentales, aisladas, con poca pendiente (cerca de 5°), de mediana energía, cercanas a desembocaduras de los ríos, y generalmente limitadas en su parte terrestre por esteros o marismas (Márquez y del Carmen Farías, 2000; Diez y Ottenwalder, 2000; Pritchard y Mortimer, 2000; Honarvar et al., 2008).

### **Zonificación de la playa**

Las playas de Puerto Arista dieron paso a las tortugas golfinas para realizar su anidación, más del 57% eligió la zona de mesoplaya o zona B, seguida de la zona supramareal o zona C consolidando más del 39% y por último la zona inframareal o zona A con alrededor de 3%, coincidiendo con un estudio previo en las mismas playas realizado por Natarén (2015) y con otros sitios de anidación como Playa Morro Ayuta, Oaxaca por Pérez, 1998; Martínez y Páez, 2000 e Hinestroza y Páez, 2001 en Playa La Cueva, Colombia y por último Viejobueno et al., 2013 en la costa pacífica de Costa Rica, quienes recalcan la preferencia de la zona B sobre las demás. Quizás se trate de una preferencia del sitio de playa por especie tal como lo mencionan Bolongaro et al., 2010, para *Chelonia mydas* quien prefiere los sitios de supraplaya asociados a la vegetación de la duna marina y otra especie como *Eretmochelys imbricata*, que prefirió sitios de la mesoplaya antes del escalón de marea. Posiblemente otra razón estaría basada en la distancia del agua al nido que a su vez, influye a que *Lepidochelys olivacea* ubique consistentemente sus nidos lo más lejos posible de la línea de marea, aunque eso implique una mayor exposición a depredadores (Ávila Aguilar, 2015).

## **Influencia de la lluvia en la anidación de la tortuga**

La precipitación anual de Puerto Arista se encuentra distribuida en dos estaciones bien marcadas durante el año: la húmeda, de mayo a octubre y la seca, de noviembre a abril (CONANP, 2012), por lo que se observó que en ambos años (2014-2015) *L. olivacea* realizó el proceso de anidación durante la época del año donde ocurren mayores fenómenos meteorológicos (Frentes, ondas tropicales, ciclones y tormentas convectivas) (Torres, 2017). A su vez, según los parámetros de presencia/ ausencia de lluvia diaria, para 2014 y 2015 la tortuga golfina optó por realizar la anidación durante la ausencia de lluvia. Se podría interpretar que las tortugas al momento de realizar sus nidos no se ven perjudicadas por las precipitaciones, aunque para otra etapa del proceso como es la incubación, la lluvia es crucial como sugieren Márquez y Jiménez (2010), Valverde *et al.* (2010) y Cabrera- Ramírez *et al.* (2018) debido a que la alta mortalidad embrionaria de la tortuga olivacea durante los meses secos explica la presión de esta especie de cronometrar la mayor parte de su esfuerzo reproductivo para coincidir con la temporada de lluvias, ya que la distribución de los nidos en las playas obedece a gradientes térmicos, de humedades óptimas y salinidad. De acuerdo a estos mismos autores, sin el efecto de enfriamiento de la lluvia, el calor metabólico dentro de los nidos, pueden aumentar la ya alta temperatura de incubación (>35°C) hacia más allá del límite, interrumpiendo el desarrollo embrionario o realizando una producción de neonatos de un solo sexo (feminización).

## **Influencia de la marea en la anidación de la tortuga**

Existieron diferencias entre los distintos tipos de marea (A = Alta, B = Baja, R = Repuntante y V = Vaciante) presentes en las playas de Puerto Arista para la anidación de las tortugas golfinas en el período 2014- 2015. De acuerdo a los resultados obtenidos se pudo observar que las tortugas golfinas emergen con mayor frecuencia del mar cuando la marea alta está presente, seguido de cerca por la marea baja, mostrando una afinidad entre estos dos tipos de marea, concordando con Viejobueno *et al.* (2013) donde no existió diferencia marcada entre la Marea A y la Marea B durante el proceso de anidación en playas costarricenses. Pero al igual que la lluvia, la marea influye en otras etapas de la anidación e incluso en el entorno, ya que la energía del

oleaje, la periodicidad de las corrientes y el ciclo de las mareas, modelan las características de las playas, que propician el ascenso de las hembras sobre la playa, quienes generalmente hacen sus nidos en la sección de la playa que es sólo alcanzada por mareas de gran amplitud (Vega y Robles, 2005; Márquez y Jiménez, 2010). Por lo que la disponibilidad de agua puede afectar al desarrollo embrionario y a la calidad de cría de la tortuga dentro del nido, siendo así, que la humedad de la arena puede ser considerada como crítica durante la incubación. Éstos efectos son innegables en nidos muy húmedos (provocando ahogamiento en embriones) o en nidos secos (provocando letargia, deshidratación), entre estos extremos, el desarrollo del embrión es suficiente, dando un rendimiento locomotor óptimo a la hora de emerger a la superficie (Arzola- González, 2007; Maulany *et al.*, 2012).

### **Granulometría**

Según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) y Lambe y Whitman, (2004), las muestras superficiales de sedimento que fueron tamizados, revelaron que la textura corresponde con arenas (las partículas varían entre 2 mm y 0.05 mm de diámetro), en específico con arenas finas, pero éstas tienden hacia limos (entre 0.05 mm y 0.005 mm), ya que la mayoría de las muestras superó la malla N° 35 que tiene una apertura de 0.508 mm, la cual delimita las arenas medianas con las arenas finas e inferiores, lo que permite asegurar que el tamaño de la partícula de arena estudiada proveniente de las playas de Puerto Arista, son menores a ( $< 0.508$  mm). Alonzo *et al.* (2006) y Arzola- González (2007) mencionan que las partículas que pasan la malla No. 200 con tamaños por debajo de 0.062 mm corresponden a limos y arcillas, sumando estudios previos realizados en los suelos del municipio de Tonalá, Chiapas que mencionan que son del tipo Regosol, arenas oscuras, bajo en cuarzo con textura arenosa/ migajón-arenoso, proveniente de un proceso erosivo de la Sierra Madre, de origen granítico, los estratos con una profundidad de 3.5 cm a 6.5 cm, resultaron de textura areno- limoso, y estratos con profundidad de 12 a 20.5 cm con textura arenosa (Castillejos, 2014; Moreno- Casasola *et al.*, 2014), ratificando que las muestras de éste estudio fueron superficiales.

Todas las muestras de los tres sectores seleccionados (sectores tres, seis y bocabarra), y las zonas de anidación delimitadas (Zonas A, B y C) no presentaron variaciones evidentes, resultando ser homogéneas en cuanto a la estratificación del suelo, esto podría deberse a la energía de transporte de la playa. En la zona de infraplaya (Zona A), el agente de transporte es hidráulico, por medio de la acción del oleaje y corrientes, en cambio, el viento es el transporte tanto para la mesoplaya (Zona B) como la supraplaya (Zona C), al transportar granos de tamaño fino, que son las más favorables para las dunas; si el tamaño del grano dominante es fino, la exportación de arena será más eficaz y las dunas crecen con mayor facilidad y tienen mayor recuperación en episodios erosivos (Carter, 1988; Alcantara-Carrio *et al.*, 2005; Gracia- Prieto *et al.*, 2009; Cabrera- Ramírez *et al.*, 2018).

### **Vegetación y flora representativa**

Machuca (2014) consideró que dentro de la zona costera de Chiapas se pueden desarrollar diferentes ecosistemas que la mayoría de las veces están interconectados, los de mayor relevancia en las playas de Puerto Arista son: dunas costeras y sistemas lagunares- estuarinos con presencia de vegetación de manglar. La vegetación de manglar estuvo compuesta por árboles y arbustos que se encontraron en suelos sumergidos y la vegetación de dunas costeras por plantas rastreras y un estrato compuesto de especies arbustivas. Las especies representativas encontradas en el manglar fueron *Conocarpus erectus*, *Avicennia germinans* y *Rizophora mangle*, y la vegetación de dunas costeras estuvo compuesta principalmente por *Ipomoea pes-caprae* y dispersamente de *Jouvea pilosa* (Martínez y Páez, 2000; Gordillo, 2001; Bueno *et al.*, 2005; Salas- Morales *et al.*, 2007).

La presencia de estas vegetaciones tan marcadas puede estar relacionada con la resistencia a condiciones climáticas semi-tropicales y de aridez, así mismo a sustratos de arenas finas y limos. Otro factor que interviene podría ser la salinidad, que es un parámetro químico que indica las condiciones del sustrato y limita el tipo de vegetación que se establece en el sistema (Romero- López *et al.*, 2006; Machuca, 2014), por lo que éstas, juegan un papel importante al proteger el litoral del impacto del oleaje y tienen una importancia notable en la conservación de la línea de costa,

manteniendo la aeración de los sedimentos y evitando la compactación de éstos (Bolongaro *et al.*,2010).

Por lo anterior, es imprescindible destacar que el estado en que se encuentran las floras, específicamente los manglares, es crítica. Salas- Morales *et al.* (2007) recalcaron que todas las especies de mangle presentes en el territorio mexicano tienen estatus de conservación según la NOM-ECOL-059-2001 (SEMARNAT, 2002) clasificados bajo Protección Especial (Pr). Pero hoy en día, en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 que aborda la Protección ambiental a especies nativas de México de flora y fauna silvestres, cambió el estatus de Protección Especial al estatus de Amenazadas (SEMARNAT, 2010). Se puede deducir que la pérdida de cobertura vegetal está relacionada principalmente por el cambio de uso de suelo, ya sea para actividades agropecuarias o por el establecimiento de los asentamientos humanos. Asociado a estos impactos negativos, se encuentra la introducción de especies vegetales en las zonas costeras, cercanas a las playas de anidación, como es el caso de la especie *Dactyloctenium aegyptium*, que fue detectada en Puerto Arista, lo que podría afectar a las poblaciones, ya que la vegetación introducida tiene menos capacidad para estabilizar el suelo que las especies nativas y las raíces de algunas especies pueden incrementar la mortalidad de los huevos y las crías (Márquez y Jiménez, 2010; Machuca, 2014).

### **Potenciales depredadores**

Durante los recorridos en las playas de Puerto Arista se pudo observar una amplia gama de especies potenciales depredadoras de la tortuga golfina, distribuidas en distintas clases, por un lado, las aves fueron las que presentaron mayor variedad en especies registradas pero los mamíferos en específico las especies domésticas tales como los perros (*Canis familiaris*), fueron las que se presenciaron con mayor frecuencia sin excluir la presencia humana. Márquez (1996) y Vivaldo *et al.* (2006) señalan que las tortugas marinas, como cualquier organismo vivo, son vulnerables a la depredación; esta vulnerabilidad varía con la fase de desarrollo; así mismo, las clases de depredadores también van a cambiar.

Las fases más vulnerables se presentan cuando la tortuga se encuentra dentro de un huevo y depositado en un nido, por el hecho de ser abandonado por un período de tiempo prolongado, dan accesibilidad a diferentes clases de depredadores, por ejemplo: los nidos cercanos a poblados son recorridos con mayor frecuencia por animales domésticos y en lugares solitarios, por coyotes (*Canis latrans*), zorrillos (Familia Mephitidae), tejones y mapaches (Familia Procyonidae), etc.; los restos de huevos y crías que quedan de los nidos abiertos son devorados por zopilotes (*Coragyps atratus* y *Cathartes aura*), gaviotas (Familia Laridae) y cangrejos fantasmas (*Ocypode occidentalis*) (Márquez, 1996; Pérez, 1998).

Después de la eclosión, una vez que las crías llegan a la superficie, se dirigen hacia el mar, por lo que tienen que sortear obstáculos y depredadores durante el recorrido terrestre. A las especies ya mencionadas se le puede sumar una gran variedad de aves como las garzas (Familia Ardeidae), aguilillas (Género *Buteo*) y en algunas playas los reptiles como los cocodrilos o caimanes (Orden Crocodylia), algunas culebras (Familia Colubridae) e iguanas (Familia Iguanidae). Ya en el mar las crías se enfrentan a los pelícanos (Familia Pelecanidae), fragatas (Familia Fregatidae), y demás aves marinas e inclusive peces carnívoros (Pérez, 1998; del Carmen Farías, 2000)

Sin embargo, la alta depredación que se encuentra a lo largo del ciclo de vida de las tortugas marinas, no se comparan con el daño que el ser humano ha causado con la captura incidental en la pesca, el saqueo de nidos, la captura y matanza de hembras anidadoras en las playas, llegando al punto de estar en riesgo de extinción (Márquez y del Carmen Farías, 2000; Vivaldo *et al.*, 2006; SEMARNAT, 2010).

## IX. CONCLUSIONES

El número de huevos que una hembra de tortuga golfina (*Lepidochelys olivacea*) depositó en los años 2014 (85.65 h/n) y 2015 (91.61 h/n) y durante las temporadas de anidación (89.05 h/n) fue cercano a estudios de nidadas (90 a 120 huevos por nido) realizadas en playas de México y playas internacionales en diferentes lapsos de tiempo.

Durante los años 2014 y 2015 la anidación se presentó durante todos los meses en las playas de Puerto Arista, pero los mayores registros se obtuvieron durante la temporada de lluvia, y los picos de la anidación fueron septiembre y octubre.

Las tortugas eligieron el sector con mayor anchura de playa (Sector 3), el cual es una playa abierta, con poca pendiente, cercana a una desembocadura, y limitada por un estero, así como aislada del asentamiento humano.

La zona de mayor preferencia fue la zona B o mesoplaya, lo cual puede ser debido a la preferencia de la especie o la ubicación del nido con respecto a la marea.

Las tortugas optan por realizar sus nidos en ausencia de precipitación, pero las hembras sincronizan su reproducción para coincidir con la temporada húmeda de la playa Puerto Arista.

Existieron diferencias entre los distintos tipos de marea (A = Alta, B = Baja, R = Repuntante y V = Vaciante) para la anidación de las tortugas golfinas en el período 2014- 2015, pero la marea alta y baja presentaron afinidad, donde la marea alta fue la de mayor preferencia por *Lepidochelys olivacea*, ya que sitúan sus nidos donde solo sean alcanzados por una marea de gran amplitud.

Se colectaron un total de 27 muestras de arena en los tres sectores y sus respectivas zonas. 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 tienden a ser de arena fina a limos.

La homogeneidad de las zonas de anidación según la granulometría puede ser debido a que a la energía de transporte de Puerto Arista es eficaz.

En cuanto a la flora, se registraron 16 especies, correspondientes a 16 géneros y 14 familias, de las cuales tres especies corresponden al tipo arbustivas, tres al tipo

árboles, y 10 al tipo herbáceas. Los tipos de vegetación de Puerto Arista pueden estar relacionados con la resistencia a condiciones climáticas particulares.

Los potenciales depredadores fueron en total 25 especies, repartidas en 20 familias, distribuidas en cuatro clases: Aves, Mammalia, Reptilia y Malacostraca. 15 especies para aves, cuatro para mamíferos, tres para reptiles y tres especies para los malacostráceos.

Los depredadores varían según la fase de desarrollo de la tortuga marina debido a su alta vulnerabilidad.

## **X. RECOMENDACIONES**

El estudio realizado demostró que el número de huevos puesto por las hembras de la tortuga golfina en las playas de Puerto Arista, se encuentra dentro de los parámetros de la especie *Lepidochelys olivacea*, pero no se puede dejar a un lado que la cantidad total de nidos y huevos registrados para ambos años 2014 y 2015, disminuyó de un año a otro, por lo que es necesario evaluar si la situación fue causada por fenómenos ambientales, o por causa de la alta depredación en la costa, principalmente realizada por los seres humanos. Si éste último fuese el motivo, es importante entablar una comunicación con las autoridades, ya sean estatales o federales, para que intervengan en disminuir la caza furtiva. Es por ello que se deben reforzar los recorridos en las playas, aumentar el personal calificado en los campamentos tortugueros, involucrar a los pobladores hacia la protección continua de las tortugas durante todo el año, realizar más retenes en los caminos incentivando a la población a no cometer estos actos ilícitos y es fundamental incluirlos en la toma de decisiones o propuestas alternativas, que les beneficie económicamente sin llegar a traficar los huevos o las hembras anidadoras.

Con respecto a la playa, es preciso monitorear esencialmente la temperatura y humedad, tanto superficial de la arena como la que se produce dentro de los nidos, durante la temporada de anidación, para percatar la situación actual de la proporción de sexos en las poblaciones, la natalidad y mortalidad que se genera en Puerto Arista,

y cómo se ve afectada por el incremento de la temperatura ambiental a causa del cambio climático. En el caso de la granulometría de las playas, se advierte que a simple vista el suelo se compone de granos independientes y que muchas de las partículas son tan pequeñas que se requiere de técnicas microscópicas refinadas para distinguirlas, por lo que se propone realizar a parte de los tamizados, el método de hidrómetro para saber el diámetro de las partículas a partir de los limos hasta las arcillas.

## **XI. REFERENCIAS DOCUMENTALES**

- Aceves Velázquez, W. 2015. Evitar la extinción. La gaceta. México.  
[http://www.gaceta.udg.mx/Hemeroteca/paginas/840/G840\\_REG%208.pdf](http://www.gaceta.udg.mx/Hemeroteca/paginas/840/G840_REG%208.pdf)  
(Consulta: 12 de junio 2018).
- Alcantara-Carrío, J., Costas, S., Delgado, I., Alejo, I., Alonso, I., y Hernández, L. 2005. Factores que controlan la interacción sedimentaria en el sistema duna-playa. Universidad de Valencia, Valencia, España. 45-58.
- 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. En: Encyclopedia of coastal science. Springer Netherlands. 140- 145.
- Arauz, R., López, E., Lyons, E., de Campo, C., Wilton, B., Verrier, L., y Reyes, W. 2003. Conservación e Investigación de Tortugas Marinas utilizando a las Organizaciones Comunales Costeras como Base de Apoyo. Reporte julio-diciembre, 2002. Asociación PRETOMA. San José, Costa Rica.
- Arroyo Chacón, E. 2019. Caracterización socioecológica y análisis de actores del santuario Playa de Puerto Arista, Chiapas, México. Una aproximación desde la recuperación de las perspectivas locales. Instituto de Ciencias Biológicas. Maestra en Ciencias en Biodiversidad y Conservación de Ecosistemas

- Tropicales. Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas (UNICACH). Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. 180.
- Arzola, F., y Armenta, J. 1994. Análisis comparativo de los factores ambientales en nidos naturales y nidos trasladados y su efecto en crías de tortuga golfina, *Lepidochelys olivacea* en la playa El Verde, Mazatlán, Sinaloa, durante la temporada 1992-1993. Tesis de Biología. Instituto Tecnológico de Los Mochis. México. 72. En: 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. 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.
- Ávila-Aguilar, A. 2015. Selección de sitios de anidación de *Lepidochelys olivacea* (Testudines: Cheloniidae) en el Pacífico Sur de Costa Rica. Revista de Biología Tropical. 375-381.
- Biton Porsmoguer, S. 2009. Biología de las tortugas marinas e incidencia de la pesca de arrastre en su conservación en el Mediterráneo y Golfo de Cádiz. Asociación Chelonia. AINUDARIA. España. 117.
- Bologaro, C. R. Márquez, G. V y Rodríguez, A.V. 2010. Vulnerabilidad de las zonas costeras mexicanas ante el cambio climático. SEMARNAT- INE. UNAM- ICMYL. Universidad Autónoma de Campeche. México. 514.
- Bravo Guzmán, R., García Luna, N., Morales Alejandro, V. M., Ramírez Granados, A. 2012. Análisis granulométrico. Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Facultad de Ingeniería. México. 16.
- Briseño- Dueñas, R. 1980. Aspectos biológicos y protección de la Tortuga Golfina *Lepidochelys olivacea* (Eschscholtz), en la playa El Verde, Sinaloa (Temporadas 1975 - 1977). Instituto Politécnico Nacional (IPN). México. 54.
- Bryant, E. 1980. Modified One Man Beach Profiling Method. Atlantic Geology. 16(1).

- Bueno, J., Álvarez, F., Santiago, S. (Editores). 2005. Biodiversidad del Estado de Tabasco. Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). México. 74.
- Cabrera-Ramírez M. A., Carranza-Edwards, A. y Quintero de Leonardo, E. 2018. Influencia del aporte sedimentario del río Cozoaltepec en la anidación de tortugas en la playa La Escobilla en Oaxaca, en el Pacífico mexicano. *Hidrobiológica*. 28 (1), 71-81.
- Calderón, Y. y Murcia, C. 2004. Propuesta Metodológica para el Desarrollo de una Zonificación Geotécnica para Cartografía de Zonificación Geomecánica. Instituto Colombiano de Geología y Minería. Bogotá, Colombia. Vol. (3) 31.
- Carr, A.F. 1952. Handbook of turtles. Ithaca, N.Y. Cornell -Univ. Press xv. 542. En: Briseño- Dueñas, R. 1980. Aspectos biológicos y protección de la Tortuga Golfina *Lepidochelys olivacea* (Eschscholtz), en la plata El Verde, Sinaloa (Temporadas 1975 - 1977). Instituto Politécnico Nacional (IPN). México. 54.
- Carranza, A., Domingo, A., y Estrades, A. 2006. Pelagic longlines: A threat to sea turtles in the Equatorial Eastern Atlantic. *Biological Conservation*. 131: 52-57.
- Carter, R.W.G. 1988. Coastal environmets. Academic Press. 617. En: Gracia Prieto, F.J., Sanjaume, E., Hernández, L., Hernández, A. I., Flor, G. y Gómez-Serrano, M.A., 2009. 2 Dunas marítimas y continentales. Bases ecológicas preliminares para la conservación de los tipos de hábitats de interés comunitario en España. Madrid. Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino. 106p.
- Casas Andreu, G. 1978. Análisis de la anidación de las tortugas marinas del género *Lepidochelys* en México. *Anales del Centro de Ciencias del Mar y Limnología*. México. Vol. 5(1), 141-158.
- Castillejos Toledo, B. Y. 2014. Identificación de sedimentos con probable origen por tsunamis en la costa del municipio de Tonalá, Chiapas. Instituto de Ciencias Básicas y aplicadas-Licenciatura en Ciencias de la Tierra. Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas (UNICACH). Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. 59.

- Castro Mondragón, H., Flores Garza, R., García Ibáñez, S., y Flores Rodríguez, P. 2012. Evaluación de la extracción furtiva de huevos de *Lepidochelys olivacea* en la zona de patrullaje del centro de protección y conservación de la tortuga marina (UAEM-UAGRO). Tlamati Sabiduría. Guerrero, México Vol. 4 (1), 40-46.
- Chacón, D., Sánchez, J., Calvo, J. J., y Ash, J. 2007. Manual para el manejo y la conservación de las tortugas marinas en Costa Rica; con énfasis en la operación de proyectos en playa y viveros. Sistema Nacional de Áreas de Conservación, Ministerio de Ambiente y Energía, San José, Costa Rica.
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP). 2012. Sitio RAMSAR 1823 Sistema Estuarino Puerto Arista. Directrices de Conservación y Manejo. 49.
- Cornelius, S. E., y Robinson, D. C. 1982. Abundance, distribution and movements of olive ridley sea turtles in Costa Rica, II. Final Report to U.S. Fish and Wildlife Service. Costa Rica. 153.
- Cuevas Flores, E., González Garza, B. Segovia Castillo, A. y Sosa-Escalante, J. 2010. Tortugas marinas: poblaciones y hábitat críticos. 262-264. En: Biodiversidad y Desarrollo Humano en Yucatán (R. Durán y M. Méndez, eds.). CICY, PPD-FMAM, CONABIO, SEDUMA. México. 508.
- Cupul-Magaña, L. A y Téllez-Duarte, M. A. 1997. Variaciones espacio temporales de la fauna macrobentónica de una playa arenosa y su relación con los cambios del perfil de playa y el tamaño de grano de los sedimentos en playa El Pelicano, BC. Ciencias Marinas. Baja California, México. 23(4), 419-434.
- Davies, J. L. 1980. Geographical variation in coastal development. England. 212. En: Gutiérrez-Elorza, M. 2008. Geomorfología. Pearson Educación, España. 412-414.
- Decreto Oficial de la Federación (D.O.F). 1986. Decreto por el que se determinan como zonas de reserva y sitios de refugio para la protección, conservación, repoblación, desarrollo y control, de las diversas especies de tortuga marina,

los lugares en que anida y desova dicha especie. 29 de octubre de 1986.  
[http://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=4815894&fecha=29/10/1986](http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4815894&fecha=29/10/1986)  
(Consulta 3 febrero 2020).

- Diez, C.E. y Ottenwalder, J.A. 2000. Estudios de Hábitat. En: 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. Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y Comisión de Supervivencia de Especies, Publicación. (4), 45- 49.
- 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. Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y Comisión de Supervivencia de Especies, Publicación. (4), 270.
- Eckert, L. K. y Abreu G. 2001. Conservación de tortugas marinas en la Región del Gran Caribe: Un diálogo para el manejo regional efectivo. WIDECAS, UICN/CSE. 278.
- Emery, K. O. 1961. A Simple Method of Measuring Beach Profiles. *Limnology and Oceanography*. Vol. (6), 90-93.
- Fanjul, M. L., Hiriart, M. y Fernández de Miguel, F. 1998. *Biología funcional de los animales*. Editores Siglo XXI. México. 516-517.
- Ficha Informativa de los Humedales de Ramsar (FIR). 2007. Sistema Estuariano Puerto Arista. 14.
- Flor, G. 1978. Relación entre la distribución de sedimentos y la circulación costera en la región del Cabo Peñas. *Trabajos de Geología*. Universidad de Oviedo. España. 183- 194.
- Flor, G. 2004. *Geología marina*. SERVITEC. España. 644. En: Gutiérrez- Elorza, M. 2008. *Geomorfología*. Pearson Educación, España. 412- 414.

- Frazier, J. 1999. Generalidades de la Historia de Vida de las Tortugas Marinas. Conservación de Tortugas Marinas en la Región del Gran Caribe—Un Diálogo para el Manejo Regional Efectivo. 3-16.
- García- Romero, M. E. Hernández- Dueñas, L. M. García- Castañeda, B. Santos- Soto, A. y Meye- Willerer, A.O. 2007. Protección y conservación de Tortugas Marinas de la Zona Costeras de Michoacán. Revista AIA. México. 11(2), 15-22.
- Geotech Enviromental 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)
- Gómez-García, A. M, Correa-Pérez, J. G., Osorio, A., Bernal, G., y González, H. 2012. Caracterización morfodinámica a corto plazo de playa palmeras, Parque Nacional Natural Gorgona, Colombia. XXV Congreso Latinoamericano De Hidráulica .Costa Rica, 9 al 12 de septiembre 2012.
- González de Vallejo, L. I. Ferrer, M. Ortuño, L. y Oteo, C. 2002. Ingeniería geológica. Pearson Educación. España. 18, 20-22.
- Gordillo- Ruiz, M. C. 2001. Mastofauna del Área Natural Protegida “Barra de Tonalá”, Chiapas, México. Universidad de Ciencia y Artes de Chiapas (UNICACH). Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México.
- Gracia- Prieto, F. J., Sanjaume, E., Hernández, L., Hernández, A. I., Flor, G. y Gómez-Serrano, M. A. 2009. 2 Dunas marítimas y continentales. Bases ecológicas preliminares para la conservación de los tipos de hábitats de interés comunitario en España. Madrid. Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino. 106.
- Heithaus, M. R., Wirsing, A. J., Thomson, J. A. y Burkholder, D. A. 2008. A review of lethal and non-lethal effects of predators on adult marine turtles. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology. 43-51.

- Heithaus, M.R. 2013. Predators, prey, and the ecological roles of sea turtles. 249-284. En: Wyneken, J., Lohmann, K. J. y Musick, J. A. The Biology of Sea Turtles. CRC Press, Boca Ratón, Estados Unidos. Vol. (3), 457.
- Hickman, C.P., Roberts, L.S. y Larson, A. 1998. Zoología: Principios Integrales. McGraw Hill Interamericana. 10 ed. España. 587.
- Hill, R. W., Wyse, G. A. y Anderson, M. 2006. Fisiología Animal. Editorial Médica Panamericana. España. 825.
- Hinestroza, L.M. y Páez, V.P. 2001. Anidación y manejo de la tortuga golfina (*Lepidochelys olivacea*) en la playa la cuevita, bahía solano, Chocó, Colombia. Cuadernos de herpetología. Colombia.14 (2), 131-144.
- Honarvar, S., O'Connor, M. P., y Spotila, J. R. 2008. Density-dependent effects on hatching success of the olive ridley turtle, *Lepidochelys olivacea*. Ecología. 157(2), 221-230.
- Jackson, J. B. C. 1997. Reefs since Columbus. Coral Reefs. 16: S23-S32.
- Juárez, E. 2010. Mecánica de suelos I: Fundamentos de la mecánica de suelos. Limusa. México. 100-101.
- Kasper-Zubillaga, J. J., Carranza-Edwards, A., y Morales de la Garza, E. 2007. Caracterización textural de la arena de playa del Golfo de California, México: Implicaciones para los procesos costeros y el relieve. Ciencias marinas. 33(1), 83-94.
- Lambe, W. y Whitman, R. V. 2004. Mecánica de suelos. Instituto Tecnológico de Massachussets. Limusa. México, 582. En: 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.
- Machuca Jiménez, M. A. 2014. Diagnóstico del estado actual del uso y manejo de la zona costera en de la zona costera en el Estado de Chiapas. Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR). México. 187.

- 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. 100. En: Cuevas 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 México: Universidad Autónoma del Carmen. 294.
- Márquez M. R., Villanueva, A. y Peñaflores, C. 1976. Sinopsis de datos biológicos sobre la tortuga Golfina *Lepidochelys olivacea* (Eschscholtz, 1829). FAO-INP Sinopsis sobre la pesca. (2), 1-67.
- Márquez R., y Jiménez, Ma. Del C. 2010. El posible efecto del cambio climático en las tortugas marinas. 97-112. En: Botello, A. V., Villanueva, S., Gutiérrez, J. y Rojas Galaviz, J. L. (ed.). Vulnerabilidad de las zonas costeras mexicanas ante el cambio climático. SEMARNAT-INE, UNAM-ICMYL, Universidad Autónoma de Campeche. 514.
- Márquez, M. R. 1990. Sea Turtles of the World. An Annotated and illustrated catalogue of sea turtle species known to date. FAO Fisheries Synopsis. Roma.125 Vol. (11), 81.
- Márquez, M. R. 1996. Las tortugas marinas y nuestro tiempo. Ciencia/ 144. SEP CONACYT. Fondo de Cultura Económica. México. 186.
- Márquez, R., y del Carmen Farías, M. 2000. Las tortugas marinas y nuestro tiempo. Fondo de cultura económica. México. 186.
- Márquez-García, A. Z., Campos-Verduzco, R. y Castro-Soriano, B. S. 2010. Sedimentología y morfología de la playa de anidación para tortugas marinas, El Carrizal, Coyuca de Benítez, Guerrero. Hidrobiológica. 20 (2), 101-112.
- Martínez, L. M., y Páez, V. P. 2000. Ecología de anidación de la Tortuga golfina (*Lepidochelys olivacea*) en la Playa de La Cueva, Costa Pacífica Chocoana, Colombia, en 1998. Actualidades Biológicas. Colombia. 22 (73), 131-143.

- Maulany, R. I., Booth, D. T., y Baxter, G. S. 2012. The effect of incubation temperature on hatchling quality in the olive ridley turtle, *Lepidochelys olivacea*, from Alas Purwo National Park, East Java, Indonesia: implications for hatchery management. *Marine Biology*. 159(12), 2651-2661
- Medina Cruz, Y., Moncada Gavilán, F., Nodarse Andreu, G., y Blanco López, R. 2009. Anidación de la tortuga verde (*Chelonia mydas*) y caracterización de las playas en Cayo Largo, Cuba. *Revista cubana de investigaciones pesqueras*. Cuba. 26(1), 65-72.
- Medina, R. Losada, I. J., Losada, M. A. y Vidal, C. 1995. Variabilidad de los perfiles de playa: forma y distribución granulométrica. *Ingeniería del agua*. Santander, España. 2(1).
- 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.
- Meylan A. B y Meylan P. A. 2000. Introducción a la Evolución, Historias de Vida y Biología de las Tortugas Marinas. En: 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. Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y Comisión de Supervivencia de Especies, Publicación. (4), 3-5.
- Molner, S. G., y Maldonado, A. 1985. Análisis granulométrico por métodos automáticos: tubo de sedimentación y Sedigraph. *Acta geológica hispánica*. 20(1), 95-102.
- Moreno-Casasola, P., Infante-Mata, D., López-Rosas, H., Espejel, I., Jiménez-Orocio, O., Rodríguez-Revelo, N., Espejel- González, V. E. y Monroy, R. 2014. Diagnóstico de las dunas costeras de Chiapas. Diagnóstico de las Dunas Costeras de México. SEMARNAT, CONAFOR. 181-190. En Arroyo Chacón, E. 2019. Caracterización socioecológica y análisis de actores del Santuario

- Playa de Puerto Arista, Chiapas, México. Una aproximación desde la recuperación de las perspectivas locales. Maestría en Ciencias en Biodiversidad y Conservación de Ecosistemas Tropicales. Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas (UNICACH). Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. 163.
- Morreale, S. J., Ruiz, G. J., y Standora, E. A. 1982. Temperature-dependent sex determination: current practices threaten conservation of sea turtles. *Science*, 216(4551), 1245-1247. En: 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. Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CICESE). 80.
- Narsilio, G. A., y Santamarina, C. (2016). Clasificación de suelos: fundamento físico, prácticas actuales y recomendaciones. Georgia Institute of Technology, Atlanta, GA, USA. 18.
- Nataren- Alvarez, G. 2015. Situación de la anidación de *Lepidochelys olivacea* en la playa Puerto Arista, Chiapas durante el periodo 2003- 2007. Tesis de Licenciatura. Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas (UNICACH). Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México. 68.
- Ortiz, R. M., Plotkin, P. T. y Owens, P. W. 1997. Predation on olive ridley sea turtles (*Lepidochelys olivacea*) by the American crocodile (*Crocodylus acutus*) at Playa Nancite, Costa Rica. *Chelonian Conservation Biology*. 2 (4), 585-587.
- Pérez Pérez, A. R. 1998. Análisis del porcentaje de Avivamiento y la Depredación de nidos *Lepidochelys olivacea* durante la temporada 1988 en la playa Morro Ayuta, Oaxaca. Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). México. 70.
- Pilcher, N. J. S., Enderby, S., Stringell, T. y Bateman, L. 2000. Nearshore turtle hatchling distribution and predation. 151-166. En: Pilcher, N. J. S. e Ismail, G. (Eds.). *Sea turtles of the Indo Pacific: Research, Management and Conservation*. Malaysia: Asean Academic Press. 361.

- Pritchard, P. C. H y Mortimer, J. A. 2000. Taxonomía, Morfología Externa e Identificación de Especies. En: 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. Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y Comisión de Supervivencia de Especies. (4), 23-41.
- Pritchard, P.C.H. y Trebbau, P. 1984. The turtle of Venezuela. Society for the study of amphibians and reptiles. 335- 351. En: Hineostroza, L. M., Páez, V. P. 2001. Anidación y manejo de la tortuga golfina (*Lepidochelys olivacea*) en la playa la cuevita, bahía solano, Chocó, Colombia. Cuadernos de herpetología. Colombia.14 (2), 131-144.
- Ficha Informativa de los Humedales de Ramsar (FIR). 2007. Sistema Estuariano Puerto Arista.14 pp.
- Richardson, J. I. 2000. Prioridades para los estudios sobre la biología de la reproducción en la anidación. En: 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. (4), 9-12.
- Rodiles-Hernández, R., A. A. González-Díaz y A. F. González-Acosta. 2013. Ecosistemas acuáticos. pp. 45-57. En: La biodiversidad en Chiapas: Estudio de Estado. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) y Gobierno del Estado de Chiapas, México. 57.
- Romero Alvarez, S. D. 2017. Importancia de la caracterización morfodinámica y textural en la selección del sitio de anidación para la tortuga golfina (*Lepidochelys olivacea*): El caso de las playas San Rafael y El Rincón en el Golfo de California, BC, México. Maestría en Ciencias en Ecología Marina. Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California (CICESE). Ensenada, Baja California. 110.

- Romero-López B. E., León-de la Luz J. L., Pérez-Navarro J. J. y de la Cruz-Agüero G. 2006. Estructura y composición de la vegetación de la barra costera El Mogote, Baja California Sur, México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*. (79), 21-32.
- Rosano-Hernández, M. C. y Deloya, C. 2002. Interacción entre trogidios (Coleoptera: Trogidae) y tortugas marinas (Reptilia: Cheloniidae) en el Pacífico Mexicano. *Acta Zoológica mexicana*. (87), 29-46.
- Salas- Morales, S. H., Schibli, L., Nava Zafra, A., y Saynes Vásquez, A. 2007. Flora de la costa de Oaxaca, México (2): lista florística comentada del Parque Nacional Huatulco. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*. (80), 101-130.
- Sánchez- Montero, P. (Director de Áreas Naturales y Vida Silvestre). 2014. Protección y Conservación de la Tortuga Marina en Chiapas. Secretaría de Medio Ambiente e Historia Natural (SEMAHN). México. [http://www.semahn.chiapas.gob.mx/portal/areas\\_naturales/proyectos\\_tortuga](http://www.semahn.chiapas.gob.mx/portal/areas_naturales/proyectos_tortuga) (Consulta: 01 mayo 2016).
- Sanz Llanos, J. J. 1975. *Mecánica de suelos*. Editores Técnicos Asociados. España. 225.
- Sarmiento, M, Y. 2012. Carga de combustibles y percepción comunitaria de incendios forestales en el Santuario Playa Puerto Arista, municipio de Tonalá, Chiapas. Documento Interno CONANP. En: Rincón Pérez, M. y Maldonado Cano, C. 2014. Conservación de las tortugas marinas en el Santuario Playa Puerto Arista, Chiapas. Instituto para el desarrollo sustentable en Mesoamérica. 42.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). 2002. Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2001, Protección ambiental– Especies nativas de México de flora y fauna silvestres– Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio– Lista de especies en riesgo. *Diario Oficial de la Federación* 06 marzo, 2002.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies

nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. Diario oficial de la federación. 110. <http://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/agenda/DOFsr/D02454.pdf> (Consulta: 03 julio 2019)

- Segovia-Castillo, A., Echeverría-García, A. Torres-Burgos, E. Miranda-Velazco, R. Sosa-Escalante, R. y Morales-Arjona, L. J. 2007. Especies y Hábitat Prioritarios del Estado de Yucatán, México: Tortugas Marinas. Secretaría de Ecología, Gobierno del Estado de Yucatán. 79.
- Smith, R. L., Smith, T. M. 2001. Ecología. Pearson Educación. 4 ed. Madrid. 146, 218-232.
- Spotila, J. R., Reina, R. R. Steyermark, A. C., Plotkin, P. T. y Paladino, F. V. 2000. Pacific leatherback turtles face extinction. *Nature*. (405), 529-530.
- Stewart, K. R. y Wyneken, J. 2004. Predator risk to loggerhead hatchlings at a high-density nesting beach in southeast Florida. *Bulletin of Marine Science*. (74), 325–335.
- Torres Cadena, D. 2017. Análisis de las lluvias registradas en la costa de Chiapas durante la afectación de ciclones tropicales de 2003 a 2004. Instituto de Ciencias Básicas y Aplicadas. Licenciatura en Ciencias de la Tierra. Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas (UNICACH). Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. 193.
- Tory, E. M., Bürger, R., Concha, F., y Bustos, M. C. 2013. Sedimentation and thickening: Phenomenological foundation and mathematical theory. Springer Science and Business Media. Vol. (8), 1-4.
- Valdez, G. M. 1998. Implementación de campamentos tortugeros para la conservación de especies en México. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Metropolitana. México. 18.

- Valverde, R. A., Wingard, S., Gómez, F., Tordoir, M. T., y Orrego, C. M. 2010. Field lethal incubation temperature of olive ridley sea turtle *Lepidochelys olivacea* embryos at a mass nesting rookery. *Endangered Species Research*. 12(1), 77-86.
- Varo-Cruz, N., Monzón-Argüello, C., Carrillo, M., Calabuig, P., Liriz-Loza, A. 2015. Tortuga olivácea – *Lepidochelys olivacea*. En: Enciclopedia Virtual de los Vertebrados Españoles. Salvador, A., Marco, A. (Eds.). Museo Nacional de Ciencias Naturales, Madrid. 28.
- Vega Bravo, J. A. 2016. Respuesta de anidación de la tortuga golfina (*Lepidochelys olivacea*) con relación a las características ambientales en Baja California Sur y Oaxaca, México. Área de Conocimiento de Ciencias del Mar y de la Tierra. Maestría en Ciencias Marinas y Costeras con Orientación en Ecología Marina. Universidad Autónoma de Baja California Sur. La Paz, Baja California Sur. 84.
- Vega, A. J., y Robles, Y. 2005. Descripción del proceso de anidación y biometría de hembras, huevos y nidos en tortuga golfina *Lepidochelys olivacea* (Eschscholtz, 1829) en Isla de Cañas, Pacífico panameño. *Tecnociencia*. (7), 43-55.
- Viejobueno, M. S., Adams, C., y Arauz, R. 2013. Conservación e investigación de tortugas marinas en el Pacífico de Costa Rica. Refugio Nacional de Vida Silvestre Caletas-Arío, San Miguel, Corozalito. Costa Rica. 68.
- Vivaldo, S. G., Sarabia, D. O., Salazar, C. P., Hernández, Á. G., y Lezama, J. R. 2006. Identificación de parásitos y epibiontes de la tortuga Golfina (*Lepidochelys olivacea*) que arribó a playas de Michoacán y Oaxaca, México. *Veterinaria México*. 37(4), 431-440.
- Weir, C. R., Ron, T., Morais, M. y Duarte, A. D. C. 2007. Nesting and at-sea distribution of marine turtles in Angola, West Africa 2000-2006: occurrence, threats and conservation implications. *Oryx*. (41), 224-231.

- Whiting, S. D., Long, J. L., Hadden, K. M., Anderson, D. K. y Koch, A. U. 2007. Insights into size, seasonality and biology of a nesting population of the olive ridley turtle in northern Australia. *Wildlife Research*. (34), 200-210.
- Witherington, B. E., y Martin, R. E. 2003. Understanding, assessing, and resolving light-pollution problems on sea turtle nesting beaches. Florida Marine Research Institute Technical Report (TR-2), traducción de la Tercera Edición inglesa. 75.
- Zamora R. 1990. Relación de la humedad del ambiente incubatorio en el avivamiento de *Chelonia agassazi* en la playa de Cólola, Michoacán. Tesis de Biología. Universidad de San Nicolás de Hidalgo. Michoacán, México. 94. En: 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.

## XII. ANEXOS



Figura 30. Procedimiento de análisis granulométrico: a) Muestras recolectadas de los diferentes sectores y zonas, b) Secado de las muestras, c) Pesado de muestras en balanza analítica y d) Peso de 150 g. para tamizado. Autor: Jesús Ezequiel Mejía Ruiz



Figura 31. Proceso de tamizado a) Tamizado de 150 g. de arena, b) Granos retenidos en la malla No. 30, c) Granos de arena que pasó la malla No.30 y d) Peso retenido analizado en balanza analítica. (Ídem)

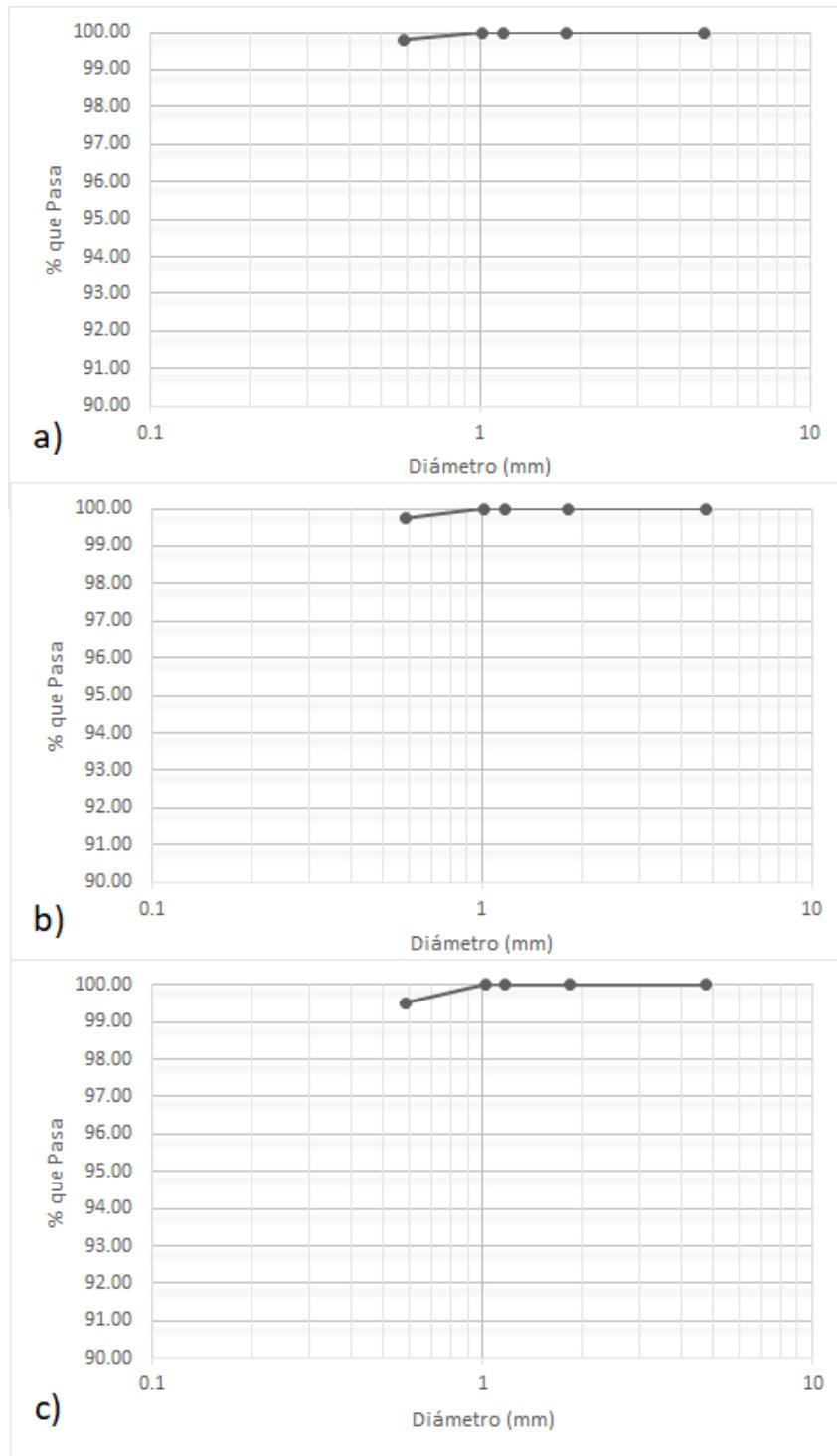


Figura 32. Curvas granulométricas del sector tres: a) Promedio de muestras zona de supraplaya, b) Promedio de muestras de zona de mesoplaya y c) Promedio de muestras de zona infraplaya. Elaboración propia (2019)

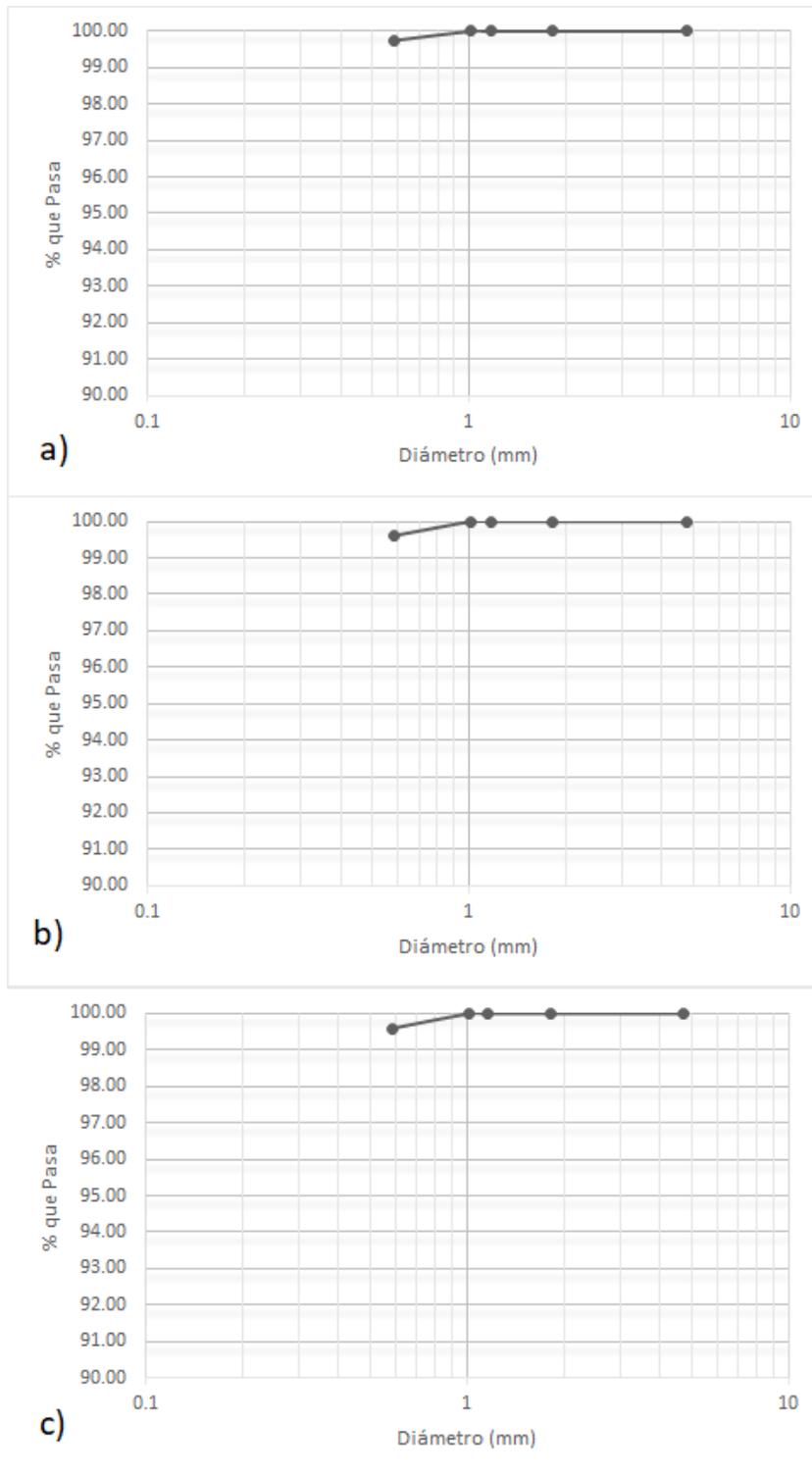


Figura 33. Curvas granulométricas del sector seis: a) Promedio de muestras zona de supraplaya, b) Promedio de muestras de zona de mesoplaya y c) Promedio de muestras de zona infraplaya. Elaboración propia (2019)

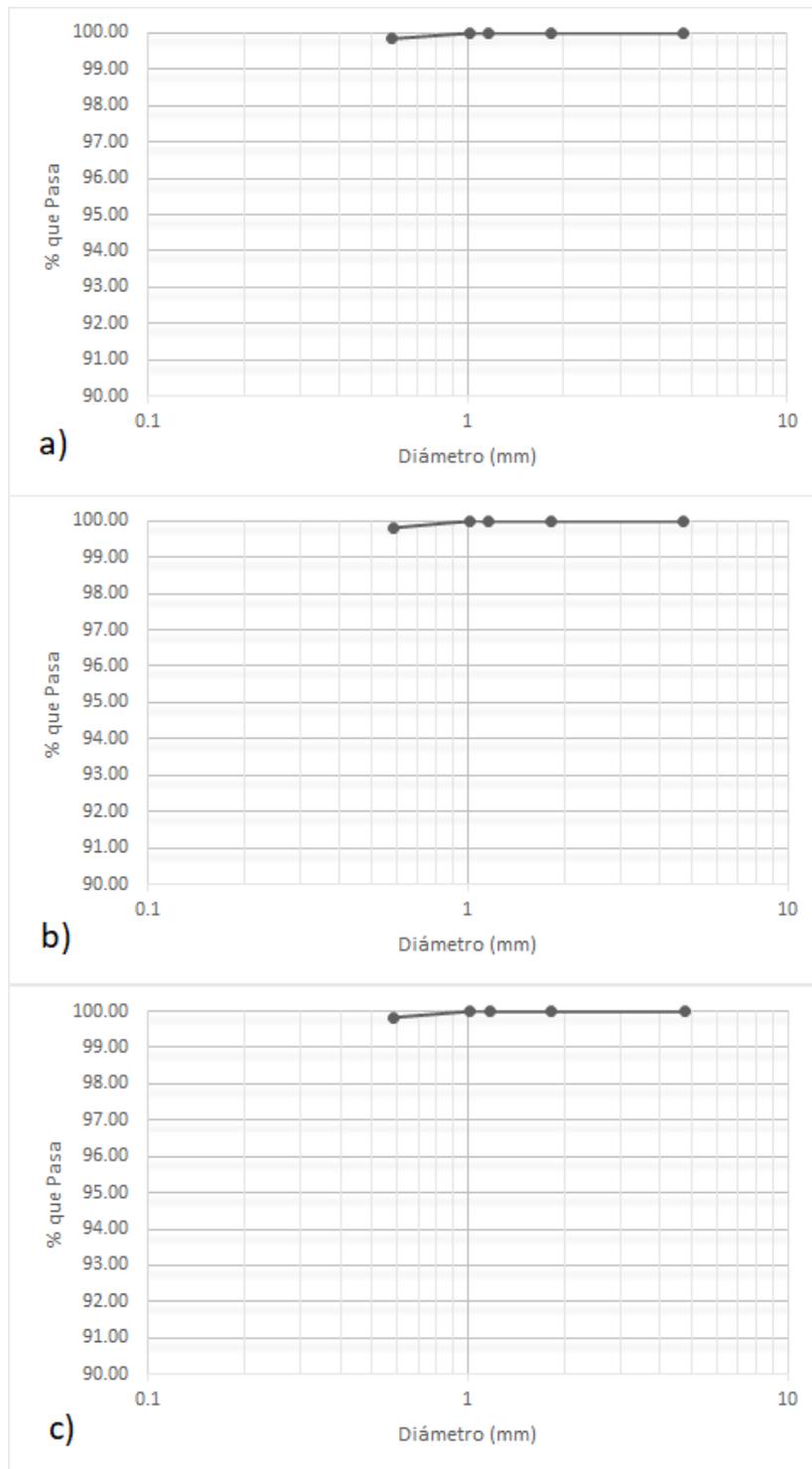


Figura 34. Curvas granulométricas de la boca barra llamada "Boca del Cielo": a) Promedio de muestras zona de supraplaya, b) Promedio de muestras de zona de mesoplaya y c) Promedio de muestras de zona infraplaya. Elaboración propia (2019)

