

**UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y
ARTES DE CHIAPAS**

INSTITUTO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

T E S I S

Distribución espacio-temporal de las
tortugas marinas de la costa central
de Oaxaca, México.

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

LICENCIADA EN BIOLOGÍA

PRESENTA

NANCY NALLELY MOCTEZUMA HERNÁNDEZ



Tuxtla Gutiérrez, Chiapas

Noviembre de 2021

**UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y
ARTES DE CHIAPAS**

INSTITUTO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

T E S I S

Distribución espacio-temporal de las
tortugas marinas de la costa central de
Oaxaca, México.

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

LICENCIADO EN BIOLOGÍA

PRESENTA

NANCY NALLELY MOCTEZUMA HERNÁNDEZ

Director

M. en C. Francisco Villegas Zurita

Universidad del Mar

Asesora

Dra. María Silvia Sánchez Cortés

UNICACH



Tuxtla Gutiérrez, Chiapas

Noviembre de 2021



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

Lugar: Tuxtla Gutiérrez, Chiapas
Fecha: 9 de noviembre de 2021

C. Nancy Nallely Moctezuma Hernández

Pasante del Programa Educativo de: Licenciatura en Biología

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

Distribución espacio-temporal de las tortugas marinas

de la costa central de Oaxaca, México

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. Gustavo Rivera Velázquez

Dra. María Silvia Sánchez Cortés

Dr. Miguel Ángel Peralta Meixueiro

Firmas:

[Firma]
[Firma]
[Firma]

Ccp. Expediente



AGRADECIMIENTOS

A mi flaco, mi Carlitos del alma, porque aguanto mis enojos y frustraciones, mis alegrías y las mil repeticiones de mi tema, te volviste un experto en tortugas marinas, gracias, por todo el amor brindado, el apoyo, el aliento y la mano que acompaño mi camino en este primer escalón, te agradezco y TE AMO.

A mi chapa, mi pareja, mi persona, porque han pasado más de 9 años a su lado, siendo mí apoyo, mi amigo, mi incondicional, y hasta la pared donde debo toparme, gracias Mau por enseñarme muchas cosas en la vida, vamos por más chapa.

A mi pequeña esmeralda, mi amiga, mi confidente, mi pequeña niña a quien hay que cuidar, querer, adorar, comprender y amar, gracias por la confianza desde el día 0, mi colocha hermosa.

A mi director y amigo Francisco Villegas, por revisar tantas veces este trabajo, por el apoyo y alientos para nuevas metas y sobre todo que por su apoyo gracias porque lograste hacerme ver que el mar es un mundo extrañamente hermoso y perfecto.

A mis cuñados Elian y Os, mis pequeños hijos, gracias por ayudarme, apoyarme y dejarme ser un apoyo para sus nuevas metas.

A mi profesora Silva por su apoyo en la culminación de este proyecto y no abandonarme en el camino.

A la universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, Universidad del Mar y al Centro Mexicano de la Tortuga.

Y todos mis profesores que en el camino fueron formando a una amante más de la biología.

DEDICATORIA

A mis padres por haberme dado la vida, alegría, metas y formar una mujer fuerte, valiente y con mucho valor para afrontarme a la realidad de la vida.

A mi padre Raúl que me impulso y apoyo en todo lo que pudo para ser una gran mujer.

A mi madre, a mi chivis por nunca haber dejado de luchar para que sus hijas alcanzáramos nuestros sueños, por hacerme ver que la vida tiene muchas alegrías, y ser mi apoyo incondicional en todo el proceso de crecer en lo personal y en lo profesional, gracias madre por todo el amor brindado esta meta fue lograda gracias a tu fortaleza como mujer, te admiro eres una mujer demasiado chingona. ¡Te amo mami!

A mis hermanas que siempre han sido mi ejemplo, mis metas a alcanzar, nunca defraudar y por todo lo que implica ser el pilar de mi vida, mis confidentes y mis mejores amigas, mis alegrías y mi todo.

A mi hermana Maggui que me apoyo y siempre me alentó a siempre ser mejor y por los dos regalos más hermosos para ser su ejemplo para seguir, mis sobrinos Sebastián y Gissel, por su apoyo incondicional y su amor.

A mi hermana Lupita que siempre me impulso con sus palabras de apoyo y amor, porque nunca me dejo caer y siempre me ayudo a volar más alto, y por ese hermoso ángel que me regalaste para ser su tía, mi pequeño Axel.

A mis cuñados porque siempre estuvieron detrás de todas para siempre apoyarme, gracias Fernando y Jesús.

ÍNDICE

RESUMEN.....	vii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	3
2.1 Distribución.....	3
2.2 Identificación.....	5
2.3 Ciclo reproductivo	5
2.4 Categorías de riesgo	5
III. ANTECEDENTES.....	7
IV. OBJETIVOS.....	12
4.1 Objetivo general.....	12
4.2 Objetivos específicos.....	12
V. ÁREA DE ESTUDIO	13
VI. METODOLOGÍA	15
6.1. Trabajo de campo	15
6.2. Registro de datos.....	16
6.3. Trabajo de gabinete.....	16
6.3.1. Análisis de la distribución espacio- temporal	16
6.3.2. Análisis de abundancia	17
6.3.3. Análisis de proporción de sexos.....	17
VII. RESULTADOS.....	18
7.1. Esfuerzo de muestreo	19
7.2. Ocurrencia espacial.....	20
7.3. Ocurrencia temporal.....	24
7.4. Abundancia relativa.....	27
7.5. Proporción de sexos	29
VIII. DISCUSIÓN	31
8.1 Ocurrencia espacio-temporal.....	31
8.2 Abundancia.....	33
8.3 Proporción de sexos.....	36
IX. CONCLUSIONES	38
X. PROPUESTAS Y RECOMENDACIONES	39
XI. REFERENCIAS DOCUMENTALES.....	40

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1 Categorías de especies en peligro, para las tortugas marinas que se distribuyen en la costa de Oaxaca.....	6
Cuadro 2 Número de especies e individuos registrados por temporada, durante las cinco temporadas 2015-2017 en la Costa Central de Oaxaca.....	18
Cuadro 3 Presencia y ausencia de las especies durante los meses comprendidos en febrero 2015- febrero 2017.....	19
Cuadro 4. Máximos, mínimos y promedios de distancias de las cuatro especies de tortugas marinas.....	21

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Área de estudio en la Costa Central de Oaxaca (CCO). Polígono representando el transecto recorrido a 1.5 y 4 millas náuticas de la línea de costa.....	14
Figura 2. Distribución de los avistamientos acumulados en los años 2015-2017 de tortuga golfina <i>L. olivacea</i> en la costa central de Oaxaca.....	22
Figura 3. Distribución de avistamientos acumulados en los años 2015-2017 de tortuga prieta <i>C. mydas</i> en la costa central de Oaxaca.....	22
Figura 4. Distribución de avistamientos acumulados en los años 2015-2017 de tortuga carey <i>E. imbricata</i> en la costa central de Oaxaca.....	23
Figura 5. Distribución de avistamientos de tortuga laúd <i>D. coriacea</i> en la costa central de Oaxaca.....	23
Figura 6. Distribución de tortugas marinas durante la temporada seca 2015 en la CCO.....	25
Figura 7. Distribución de tortugas marinas durante la temporada de lluvias 2015 en la CCO.....	25
Figura 8. Distribución de tortugas marinas durante la temporada de lluvias 2016 en la CCO.....	25
Figura 9. Distribución de tortugas marinas durante la temporada seca 2016-2017 en la CCO.....	26
Figura 10. Distribución de tortugas marinas durante la temporada seca 2015-2016 en la CCO.....	26

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Esfuerzo de muestreo durante los años 2015-2017 y durante las cinco temporadas de muestreo.....	20
Gráfica 2. Distribución de tortugas marinas con respecto a la distancia a la línea de costa.....	21
Gráfica 3. Número de individuos acumulados por especie durante cinco temporadas en la CCO.....	26
Gráfica 14. Abundancias relativas determinadas en avistamientos/horas, durante cinco temporadas.....	27
Gráfica 5. Abundancia con respecto a individuos por especie durante las cinco temporadas.....	28
Gráfica 6. Abundancia relativa de tortugas marinas en la CCO en 21 meses de muestreo durante los años 2015-2017.....	28
Gráfica 7. Proporción de sexos durante cinco temporadas, representada en porcentaje de las cuatro especies distribuidas en la CCO.....	29
Gráfica 8. Proporción de sexos por especie de tortugas marinas distribuidas en la CCO.....	30

RESUMEN

La zona marina de la costa central de Oaxaca alberga a cuatro especies de tortugas marinas: golfina (*Lepidochelys olivacea*), prieta (*Chelonia mydas*), carey (*Eretmochelys imbricata*) y laúd (*Dermochelys coriacea*), todas ellas se encuentran amenazadas de extinción debido a factores como la pesca comercial, artesanal, captura incidental y furtiva y saqueo de nidos. Para contribuir a los conocimientos y debido a los escasos trabajos sobre estas especies fuera de sus playas de anidación, en este trabajo se caracterizó la distribución espacio-temporal, se estimó abundancia relativa y proporción de sexos en la zona marino-costera de Oaxaca. Se avistaron 1 866 individuos de los cuales se registraron para *L. olivacea* n=1 535, *C. mydas* n= 93, *E. imbricata* n=25, un único registro de *D. coriacea*, así como n=99 registros de individuos no determinados y n=113 crías distribuidas en rangos de 0.08 km a 13.43 km de distancia con respecto a la costa con una profundidad de 100 a 2 500 m bnm, mediante 120 navegaciones que representa un esfuerzo de muestreo de 531.75 horas en un total de 1 304 avistamientos en 21 meses distribuidos del 2015 al 2017. Las navegaciones contemplaron un total de cinco temporadas, en las que la temporada seca de 2015 se registraron 278 individuos de *L. olivacea*, *C. mydas* y *E. imbricata*; lluvias 2015 con 413 individuos de *L. olivacea* y *C. mydas*; secas 2015-2016 con 683 individuos siendo la temporada donde se registraron las cuatro especies; lluvias 2016 y secas 2016-2017 con 55 y 437 individuos registrados respectivamente, registrando sólo a *L. olivacea* y *E. imbricata*. La abundancia relativa estimada (APUE) para las cinco temporadas fue de APUE=2.57 avis/h. La especie con mayor abundancia o tasa de encuentro fue *L. olivacea* (APUE=1.5 avis/h) con presencia en todos los meses, seguida de *C. mydas* (APUE=0.14 avis/h), *E. imbricata* (APUE=0.01 avis/h) y *D. coriacea* (APUE=0.005 avis/h) con un sólo registro en el mes de diciembre del 2015. En la Costa Central de Oaxaca la proporción de sexos en *L. olivacea* fue de 1.2:1 (H:M), para *E. imbricata* fue de 2:1 (H:M) y para *C. mydas* fue de 1:1 (H:M) en el caso de *D. coriacea* no fue posible estimarla ya que sólo se registró un avistamiento a lo largo del periodo de estudio. Se sugiere realizar un mayor esfuerzo de muestreo de mediano y largo plazo dirigido a toda la costa de Oaxaca para incrementar el conocimiento y fortalecer los esfuerzos de conservación de las especies al reducir sus amenazas. Cabe destacar que este trabajo genera por primera vez, registros de abundancia y distribución espacio-temporal de las cuatro especies de tortugas marinas en la zona marino-costera de Oaxaca, por lo que esta información servirá de base para la toma de decisiones al plantear estrategias de uso y conservación de estas especies a nivel local y regional.

I. INTRODUCCIÓN

El avistamiento de tortugas en diferentes ciclos de su vida ha provocado que el hombre ejerza una elevada presión sobre las poblaciones de tortugas marinas alrededor del mundo debido a una combinación de factores como la pesca comercial, artesanal, captura incidental y furtiva y saqueo de nidos (Vega, 2016; De la Torre *et al.*, 2013; Revuelta y Tomás, 2010). En los aspectos histórico, económico y alimenticio las tortugas marinas en México han tenido gran importancia regional y forman parte de la cultura de varios pueblos costeros del país (Pueblo Seri, Sonora; Los Pómaros, Michoacán y Los Huaves en Oaxaca) (Márquez, 1996). Todas las especies de alguna forma han sido sobreexplotadas con fines comerciales, Márquez *et al.* (1961) consideran que la explotación en México inicio desde 1961 donde la tortuga *L. olivacea* representaba el 90% de la explotación anual seguido de *C. mydas*, *C. caretta* y *E. imbricata*. A partir de entonces se observó una reducción en las poblaciones de tortugas por lo que la captura comenzó a descender al punto que las autoridades declararon una veda entre los años 1972 y 1973 (De la Torre *et al.*, 2013).

Debido a las reducciones de las poblaciones de tortugas marinas se encuentran protegidas por leyes ambientales nacionales siendo la norma oficial mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 e internacionales, estando enlistadas en diferentes estados de conservación que van de vulnerables a críticamente amenazados en la lista roja de la UICN; (Servicio Nacional de Pesquerías Marinas y Servicio de Pesca y Vida Silvestre de los Estados Unidos, 1998). Además, es difícil investigar a las tortugas marinas por la complejidad de su ciclo de vida, principalmente en las etapas que se llevan a cabo en el mar. A pesar de los esfuerzos de conservación dirigidos a las playas de anidación, es necesario investigar varios parámetros ecológicos para concluir sobre su estado de conservación (Díaz-Torres 2014, Raymundo-Gonzales, 2010).

El conocimiento de los ciclos reproductivos, la fecundidad, el crecimiento, así como la distribución en el espacio y el tiempo de las diferentes especies (Raymundo-Gonzales, 2010) son fundamentales porque permite evaluar el estado de las poblaciones e identificar las posibles amenazas a las diferentes etapas del ciclo de

vida de las tortugas marinas. Además, en el estado de Oaxaca las tortugas marinas son un recurso natural que permite el desarrollo económico regional mediante el aprovechamiento no extractivo a través de la observación en embarcaciones turísticas, actividad que se realiza ampliamente en la costa central del estado y que no está regulada (Márquez- Millan y Garduño- Dionate, 2014)

Los esfuerzos de conservación, protección e investigación de las tortugas marinas se han concentrado casi exclusivamente en las playas de anidación en Oaxaca y en todo el Pacífico mexicano, generando conocimiento en la etapa de anidación y el periodo de incubación de las especies, accediendo sólo a un segmento de la población total (las hembras reproductoras). Lo anterior da como resultado, que apenas se alcanza a estudiar un 0.05% de su tiempo de vida dado que el resto es difícil de observar para los investigadores, por lo que no se accede a los demás estadios del ciclo de vida de estas especies: juveniles, sub-adultos y machos adultos (Márquez- Millan y Garduño- Dionate, 2014).

Muchos de los aspectos de la biología de las tortugas son difíciles de estudiar, particularmente la distribución espacio-temporal y proporción de sexos de las tortugas, debido a la dificultad de observación de estos organismos en mar abierto, ya que las diferentes especies de tortugas marinas, únicamente pasan del 19 al 26% de su tiempo en la superficie flotando y alimentándose, orientándose y copulando. Los estudios de distribución de las tortugas se han realizado por medio de datos de barcos pesqueros por capturas incidentales, telemetría satelital y dispositivos con GPS y el marcado de tortugas (Márquez, 1996; Zepeda-Borja *et al.*, 2017). Actualmente los estudios realizados en la costa de Oaxaca se enfocan más en las hembras anidadoras (Camacho-Mosquera *et al.*, 2008, Colin-Aguilar, 2015, Cervantes-Hernández, 2017), huevos (Patiño-Martínez, 2010), organismos asociados y un trabajo de paternidad múltiple (Villegas-Zurita, 2008).

Por lo anterior este trabajo examinó la distribución espacio- temporal y proporción de sexos de las tortugas marinas frente a la costa central de Oaxaca durante el periodo 2015-2017. Lo que generará información prioritaria para el desarrollo de estrategias de uso y conservación.

II. MARCO TEÓRICO

Actualmente existen siete especies reconocidas de tortugas marinas pertenecientes a la Clase Reptilia (Antonio-Cahuich *et al.*, 2006, Colin-Aguilar, 2015), Orden Testudines (Charif, 2016; Villegas-Zurita, 2008), y a dos familias: Dermochelyidae, con una sola especie la tortuga laúd *Dermochelys coriacea*; y la Familia Cheloniidae, con cinco géneros y seis especies: la tortuga boba *Caretta caretta*, tortuga prieta *Chelonia mydas*, la tortuga carey *Eretmochelys imbricata*, tortuga lora *Lepidochelys kempii*, la tortuga golfina *Lepidochelys olivacea*, la tortuga plana de Australia *Natator depressus* (Gulko y Eckert, 2004). De éstas, sólo cinco se distribuyen en la costa de Oaxaca, teniendo como playa de anidación más importantes La Escobilla seguida de Chacahua, La Ventanilla, Morro Ayuta y Barra de la Cruz (Bastida-Zavala, *et al.*, 2013).

Con el fin de aclarar que para este estudio se tomaron en cuenta siete especies, ya que de acuerdo con Urbiola-Rangel y Chassin-Noria (2011), no se encuentran hasta la actualidad una prueba molecular y no morfológica que compruebe que *Chelonia agassizii* sea considerada una especie se toman siete especies, sin embargo, se recomienda realizar un análisis de toda la información biológica del género *Chelonia*.

2.1 Distribución

D. coriácea se distribuye en aguas templadas tropicales, subtropicales y subárticas de los océanos Atlántico, Pacífico e Índico (Pritchard y Montimer, 2000), en el Pacífico oriental, especialmente en los estados de Michoacán, Guerrero y Oaxaca (Chacahua y Llano Grande), México (Sarti, 2004), donde los principales meses de anidación para el Pacífico Mexicano abarcan desde octubre a marzo. Sus principales playas de anidación están en Centroamérica y las áreas de alimentación están en Perú y Chile (Márquez, 1996).

C. caretta se encuentra en aguas costeras de los mares tropicales y subtropicales del mundo (CONABIO, 2012). En el Océano Pacífico se distribuye desde Alaska hasta Chile, y de Australia a Japón, en el litoral del Pacífico mexicano, la especie no cuenta con zonas de anidación en México; la población identificada de tortuga caguama en Baja California Sur consta de juveniles y subadultos pertenecientes a la población que anida en Japón (Pritchard, 2004).

La presencia estacional de *C. mydas* en el Pacífico es común desde California, EUA, el Golfo de California, Michoacán donde se encuentra la playa más importante de anidación en México (Chassin-Noria *et al.*, 2004), hasta el norte de Perú, con áreas de concentración en el Golfo de California, en el sur de México en lagunas del Istmo de Tehuantepec en los meses de agosto a diciembre para el Pacífico Mexicano (Márquez, 1996; Pritchard, 2004).

La distribución de *E. imbricata* se da en la zona atlántica (playas de Cuba, Puerto Rico, Indonesia y en las islas Salomón) e indo-pacífica, en México se registra ocasionalmente en playas e islas de Michoacán, Jalisco, Sinaloa y Oaxaca, durante la temporada de anidación en los meses de julio a septiembre para el Pacífico Mexicano (Chacón-Chaverri, 2004; Márquez, 1996).

En los mares tropicales y subtropicales del mundo, y en el Océano Pacífico Oriental se observa la distribución de *L. olivacea*, desde el noroeste de la Península de Baja California y el Golfo de California, hasta Chile, con áreas de concentración en el suroeste de Baja California, sur de Sinaloa, Michoacán, Guerrero y Oaxaca (Chaves *et al.*, 2005), en México; también en Guatemala, El Salvador, Nicaragua y Costa Rica. Esta última, junto con México, tiene las poblaciones reproductoras más importantes del continente americano. En la zona entre Panamá y Colombia convergen gran parte de estas colonias para su alimentación. La playa de anidación más importante en el Pacífico Mexicano en la actualidad son las de La Escobilla y Morro Ayuta, Oaxaca (Márquez, 1996).

2.2 Identificación

Por otra parte, la identificación de las tortugas marinas usando las características externas, se basa en las escamas de la cabeza, la forma de las mandíbulas (Muccio, 2015), el número de dedos en las aletas (Azanza, 2009), el número y arreglo de las placas o escudos en el caparazón (concha superior e inferior), y el tamaño, siendo variable en adultos (Pritchard y Mortimer, 2000).

2.3 Ciclo reproductivo

El ciclo de vida en las siete especies de tortugas marinas es muy similar ya que son organismos heterosexuales presentando fecundación interna. Las hembras se encuentran en la zona de nidificación con los machos, los cuales poseen un hemipene que durante la cópula se convierte en un tubo que dirige el esperma hacia el fondo de la cloaca de la hembra. Durante la copula las parejas o mancuernas pueden ser avistadas en la superficie del mar durante varias horas y una misma hembra puede ser fecundada por varios machos, tras el encuentro, los machos regresan a la zona de alimentación y las hembras pasan la estación en la zona de nidificación. Las hembras se adentran en las playas buscando el sitio óptimo para el desove, se sabe que son guiadas a las playas donde nacieron para realizarlo; una vez que se ha producido el desove en la playa, las crías tardan en salir del huevo en un promedio de dos meses, esto dependiendo de cada especie, posteriormente se dirigen arrastrándose hacia el mar y sólo serán vistas de nuevo como juveniles dentro de las zonas de alimentación las cuales son compartidas con los adultos (Márquez, 1996; Pritchard y Mortimer, 2000; Contreras-Salazar, 2008; Ascensión, 2015).

2.4 Categorías de riesgo

Hoy en día todas las especies de tortugas marinas en el mundo son consideradas vulnerables, amenazadas o en peligro de extinción, las diferentes categorías de riesgo de extinción reflejan el estado de conservación de las especies a nivel mundial y criterios como el tamaño de las poblaciones, tendencias poblacionales, distribución y la probabilidad de extinción en el medio natural (Cuadro 1).

En México se clasifica a las especies en cuatro categorías de riesgo de extinción en la NOM-059-SEMARNAT-2010, sujeta a protección especial (Pr), Amenazada (A), en peligro de extinción (P) y probablemente extinta en medio silvestre (E) (DOF, 2010). A nivel internacional las categorías y criterios de las especies en nueve categorías: no evaluado, datos insuficientes, preocupación menor, casi amenazado, vulnerable, en peligro, en peligro crítico, extinto en estado silvestre y extinto (IUCN, 2021). La convención sobre el comercio internacional de especies amenazadas de fauna y flora silvestres, más conocida como CITES por sus siglas en inglés es un tratado internacional que agrupa a las especies en apéndices I, II, III (CITES, 2014)

Cuadro 1. Categorías de especies en peligro, para las tortugas marinas que se distribuyen en la costa de Oaxaca.

	IUCN	CITES	NOM-059-SEMARNAT-2010
<i>D. coriacea</i>	Peligro crítico (CR)	Apéndice I	Peligro de extinción (P)
<i>C. mydas</i>	En peligro de extinción (EN)	Apéndice I	Peligro de extinción (P)
<i>E. imbricata</i>	Peligro crítico (CR)	Apéndice I	Peligro de extinción (P)
<i>L. olivacea</i>	Vulnerable (VU)	Apéndice I	Peligro de extinción (P)
<i>C. caretta</i>	Vulnerable (VU)	Apéndice I	Peligro de extinción (P)

III. ANTECEDENTES

El conocimiento de los ciclos reproductivos, la fecundidad, el crecimiento, así como la distribución en el espacio y el tiempo de las diferentes especies es fundamental porque permite evaluar el estado de las poblaciones e identificar las posibles amenazas a las diferentes etapas del ciclo de vida, identificar las rutas migratorias y determinar el impacto del ambiente en el desove en tortugas *L. olivacea* y *L. kempii*, Para el cual el Instituto Nacional de Investigaciones Biológicas pesqueras (INIBP) inicio con el programa de marcaje de varias decenas de miles de tortugas en los diferentes campamentos tortugueros en el país con grapas de metal inoxidable; en 1966-1967 se inició la aplicación de placas de acero tipo monel y posteriormente se cambiaron a grapas inconel en 1997-2001; el programa dependía de la voluntad de las personas para regresar las placas y con eso se obtuvieron indicios de las rutas migratorias de las tortugas *C. mydas*, *L. kempii*, *L. olivacea* y *E. imbricata* y con el tránsito en aguas mexicanas y extranjeras (Marquez-Millan y Garduño-Dionate, 2014).

En 1998 se inició la aplicación de marcas subcutáneas (PIT-tag o Passive Integrated Transponder) en las tortugas *L. kempii* y *D. coriacea*; que inyectaron bajo la piel, en la aleta izquierda y se lee con equipo especial; los ejemplares se identificaban mediante claves alfanuméricas de diez caracteres. El uso de las marcas metálicas y electrónicas permitió calcular los parámetros de fecundidad, frecuencia de nidadas por hembras, mortalidad entre otros (Jiménez-Quiroz y Márquez-Millán, 2002).

Sarti (1999) en su trabajo menciona que se marcaron 55 hembras de tortugas laúd con marcas de acero monel. En Mexiquillo se identificaron 14 hembras diferentes, en Tierra Colorada 27 hembras diferentes, en Llano Grande 1, en Chacahuá 12, en Cerro Hermoso 4 y en Barra de la Cruz 6, utilizando métodos de conteo directo por censos aéreos en avionetas tipo Cessna, ubicando las tortugas por medio de rastros en una distancia de 7, 225 km de la costa desde Mexicali, Baja California Norte hasta Tapachula, Chiapas.

Uno de los grandes misterios de la historia de vida de las tortugas marinas es el lugar donde las tortugas jóvenes residen. Eckert (2002) en su trabajo la distribución de tortugas laúd (*D. coriacea*), recopiló datos de distribución de 100 tortugas juveniles, tomando los datos de fecha, ubicación y temperatura superficial del mar, con lo que la relación entre la distribución de la tortuga laúd juvenil y la temperatura del agua no fue gradual.

Trabajos relacionados con coleópteros de la especie *Omogus suberosus*, fueron registrados en los huevos de tortugas en La Escobilla, donde abundan en la región de máxima anidación de tortugas *L. olivacea*. Rosano-Hernández y Deloya (2002) encontraron la mayor cantidad de *O. Suberosus* entre 0 y 60 cm de profundidad en nidos con huevos de tortugas *L. olivácea* ($N=5$), dentro de los huevos podridos y alrededor de huevos con embriones vivos y cascarones intactos, sin encontrar rastros en suelo sin agujeros recién hechos por las tortugas y su abundancia fue en el mes de octubre.

Se llevó a cabo la primera investigación de la tortuga prieta (*C. mydas*) en hábitats de forrajeo neríticas del Océano Pacífico oriental, donde Seminoff *et al.* (2008) estudió 12 tortugas, desde 50,9 a 82,5 cm de longitud de caparazón recto y de 17 a 70 kg de masa, fueron rastreadas con radio y telemetría sónica en la Bahía de los ángeles, área de forrajeo en el Golfo de California, México. Donde las tortugas fueron registradas en profundidades de toda clase de regiones (de 0 - 10 m a 40 m) en el área de estudio, pero no se encontraron con igual frecuencia entre estas regiones. En este estudio muestra que la Bahía de los Ángeles sigue siendo una zona con una importante fuente de alimento.

Ávila y Meraz (2008) marcaron 50 nidos *in situ* entre el 5 de septiembre del 2004 hasta el 14 de marzo del 2005, periodo en el cual ocurrieron cinco arribazones. Las estaciones donde se marcaron y recolectaron los nidos se seleccionaron de forma aleatoria dentro de la zona de la playa La Escobilla, donde encontraron que el porcentaje de nidos localizados es elevado considerando el tipo de trabajo realizado. La probabilidad de perder nidos es elevada debido a la gran densidad de hembras de tortugas *L. olivacea* anidando de manera sincrónica.

CONANP (2008) nos menciona que el monitoreo permanente que desde 1992 realiza el personal del Parque Nacional Lagunas de Chacahua con la tortuga *L. olivacea* constituye el seguimiento de los programas de conservación de la especie, pues registra los nidos y sus huevos hasta su eclosión y posterior liberación. Y en el 2008 presentó un registro de un total de 4, 203 nidos de tortugas marinas, tres especies en fueron las que desovaron en el área protegida, *L. olivacea*, *C. mydas* y *D. coriacea*. La gran mayoría de nidos (4119) correspondió a la primera especie para el año 2008.

Villegas-Zurita en el 2008, evaluó los loci microsatelitales nucleares Ei8 y Cm84 en la colonia de escobilla, para determinar su frecuencia de paternidad múltiple y los patrones de contribución paterna a la fecundación de sus nidadas, donde evaluó 319 crías provenientes de 16 hembras de *L. olivacea*, durante la anidación 1999-2000, presentando una paternidad múltiple estimada alta, demostrando que la alta densidad de hembras anidadoras no es un factor que determine el nivel de paternidad múltiple en Playa Escobilla.

Castro-González *et al.* (2010) realizaron un estudio con el objetivo de analizar nutrimentalmente el huevo no eclosionado y liofilizado de *L. olivacea*, para su posible inclusión en la alimentación humana. Se colectaron 250 muestras de huevo liofilizado de 25 tortugas (procedentes de La Escobilla). Analizaron las proteínas, lípidos totales (LT), colesterol, vitaminas, aminoácidos esenciales, perfil de ácidos grasos y se realizaron análisis microbiológicos rutinarios para alimentos. Encontrando que el huevo liofilizado no eclosionado de *L. olivacea*, es una opción, con proteína de buena calidad e importantes cantidades de vitaminas y ácidos grasos n-3, para el desarrollo de productos alimenticios para humanos y para el enriquecimiento de alimentos balanceados, principalmente con EPA y DHA.

Estudios realizados en sitios de alimentación de *C. mydas* para el Pacífico sur de México, se ha documentado en las lagunas costeras del Istmo de Tehuantepec y en el complejo Lagunar Chacahua-Pastoria (CLCh-P) en el estado de Oaxaca. Donde Raymundo-González (2010) entre los meses de junio de 2009 y mayo de 2010 realizó el registro de 25 tortugas prietas de ambos sexos adultas capturadas dentro de CLCh-P. Todas las tortugas permanecieron entre uno y seis meses, la medida de la captura

por unidad de esfuerzo (CPUE) fue de 0.097, equivalente a uno de dos órdenes de magnitud mejor a los sitios de alimentación de Baja California, referente potencial a una población de mayor tamaño en el CLCh-P. Obteniendo muestras estomacales que revelaron que las tortugas prietas se alimentan principalmente del alga Rhodophyta (*Gracilariopsis lemaneiformis*), especie que se distribuye en los márgenes de la laguna, con lo que se concluyó que existen áreas de alimentación dispersas a lo largo de la costa del Pacífico mexicano, en donde las tortugas prietas actualmente se congregan a mayor abundancia.

En 2005 se realizaron prospecciones preliminares en las lagunas Mar Muerto, Superior, Inferior, Chacahua y Pastoría, con la finalidad de detectar áreas de distribución potencial de tortugas marinas en las lagunas costeras de Oaxaca; donde Karam-Martínez *et al.* (2014) en 2007-2008 realizaron visitas a las lagunas Chacahua y Pastoría, con el objetivo de caracterizar a las tortugas marinas presentes; donde tendieron redes de enmalle tortugueras por periodos de 24 hr en cada laguna y se registraron los avistamientos. En la prospección de 2005 se recabó evidencia indirecta de la existencia de tortugas marinas en las lagunas costeras de Oaxaca. Mientras que en los muestreos de 2007-2008, se recabó evidencia directa de la presencia en Pastoría de tortuga *L. olivacea*, a través de avistamientos; y de tortuga prieta, a través de avistamientos y dos capturas (macho y hembra, adultos). No se encontraron tortugas en Chacahua. Las características de la red y la forma de tendido no fueron apropiadas para capturar tortugas, y los avistamientos por sí mismos no proporcionaron datos de abundancia, proporción de sexos o distribución de tallas.

Ascensión (2015) determinó la distribución espacial de la tortuga *L. olivacea* en el Pacífico Central y Oeste de Guatemala con relación a las variables ambientales: profundidad, pendiente y distancia hacia la costa donde realizó 12 navegaciones comprendidas en los años 2011 y 2012, en la región costera, intermedia y oceánica del Pacífico Central y Oeste. Durante las navegaciones se registró la fecha, hora, coordenadas, condiciones climáticas generales y el comportamiento de las tortugas, en el Pacífico Central, realizando un esfuerzo total de 373:20hrs durante 37 días de observaciones y se registraron 1,211 tortugas; mientras que en el Pacífico Oeste realizó un esfuerzo total de 111:55hrs durante 11 días de observaciones y se

registraron 619 tortugas. En la Costa Central la menor distancia a la línea de costa a la que se registraron *L. olivacea* fue a 3.05 km y la mayor distancia a 227.00 km, mientras para la Costa Oeste la menor distancia fue a 10.98 km y la mayor distancia a 146.23km. Las áreas del Pacífico Central y Oeste de Guatemala donde obtuvieron más registros y altas densidades de *L. olivacea* presentaron las características siguientes: se localizan entre 25 y 50 km de la costa, son poco profundas (0-500mbnm), de fondo marino relativamente plano (pendientes entre 0 y 10%) y de hábitat bénticos en los que predominan los entornos de planicies, los resultados también demuestran que la zona costera Pacífica Central y Oeste de Guatemala además de ser centro de anidación y desove, también son zonas de apareamiento y alimentación por el comportamiento notado en las navegaciones.

Karam-Martínez *et al.* (2017). Determinaron las características demográficas, la captura por unidad de esfuerzo (CPUE), el índice de condición (I.C) y las preferencias alimentarias de las tortugas verdes en la Laguna Chacahua, Oaxaca, México, entre los meses de junio 2009 y mayo 2010, con una captura de 16 ejemplares, con redes de enredo y 25 capturas totales con un CPUE de media mensual de 0.095 tortugas /100 m netos/12 horas, y un I.C medio de 1.38, y un consumo de *Gracillariopsis lemaneiformis*, una especie de alga macroalga distribuida en varios parches de la laguna.

Zepeda-Borja *et al.* (2017) trabajó con la distribución espacial y temporal de tortugas marinas asociada a la temperatura superficial del mar y clorofila-a en aguas del Pacífico Central Mexicano, durante el año 2010, a bordo de un buque obteniendo las temporadas (primavera, otoño e invierno) que tuvieron como resultados cinco especies identificadas durante la temporada invernal (n=97) de las cuales 39 fueron identificadas durante la primavera, observaron dos especies (n=119), en el otoño repitieron dos especies con n=84 y 11 mancuernas de *L. olivacea*, y como preferencia de aguas costeras (0.53 km) en las tres temporadas

IV. OBJETIVOS

4.1 Objetivo general

- Examinar la distribución espacio- temporal y proporción de sexos de las tortugas marinas en la costa central de Oaxaca durante el periodo 2015-2017.

4.2 Objetivos específicos

- Determinar la ocurrencia espacial de tortugas marinas en la costa de Oaxaca durante el periodo 2015-2017.
- Determinar la ocurrencia temporal de tortugas marinas en la costa de Oaxaca durante el periodo 2015-2017.
- Estimar la abundancia relativa de tortugas durante el periodo 2015-2017.
- Estimar la proporción de sexos de tortugas durante la temporada de seca y lluvias.

V. ÁREA DE ESTUDIO

La costa de Oaxaca cuenta con un litoral de 579 km de largo, situada en el Pacífico Oriental Tropical. Guillén (2016) propuso tres zonas de igual longitud, para cada zona delimitada de aproximadamente 193 km, considerando los límites políticos de los municipios costeros correspondientes. Las zonas propuestas fueron: a) Costa Noroeste de Oaxaca (CNO), b) Costa Central de Oaxaca (CCO), y c) Costa Sureste de Oaxaca (CSO).

Las características de la CCO donde fue realizado el trabajo de campo se localizan entre las coordenadas 15°51' 36.73 N -97° 3' 40.91 O y 15° 54' 31.93 N - 97° 42' 42.80 O. Donde se encuentran importantes zonas turísticas como el complejo de Bahías de Huatulco y Puerto Escondido. Además, entre las zonas mencionadas se encuentran también Ventanilla, Mazunte, San Agustínillo, Zipolite y las Bahías de Puerto Ángel (Guillén, 2016). Pertenece a la provincia fisiográfica planicie costera del Pacífico, comprende una parte de la Planicie Costera del Pacífico Occidental y la Planicie Costera del Pacífico Oriental que se origina en Puerto Ángel y termina en colindancia con la Planicie Costera de Tehuantepec, en la Costa Sureste de Oaxaca. La planicie costa occidental, de relieve más suave, se distinguen llanuras, lagunas y lomeríos. Mientras que la planicie costera oriental, consiste en un relieve montañoso y de elevaciones medias y bajas que descienden hasta el mar con una línea de costa mixta de promontorios rocosos en los que se intercalan playas arenosas (Ortiz- Pérez *et al.*, 2004).

La zona de estudio comprende las costas de Playa Tijera, San Pedro Pochutla, (15°41'15.0"N y 96°26'37.91"O) y Barra de Tonameca en Santa María Tonameca (15°40'45.75"N y 96°36'45.99"O) (Figura 1). Es límite de la parte Oeste del Golfo de Tehuantepec, se caracteriza por una escasa plataforma continental, principalmente de litoral rocoso (Lara-Lara *et al.*, 2008).

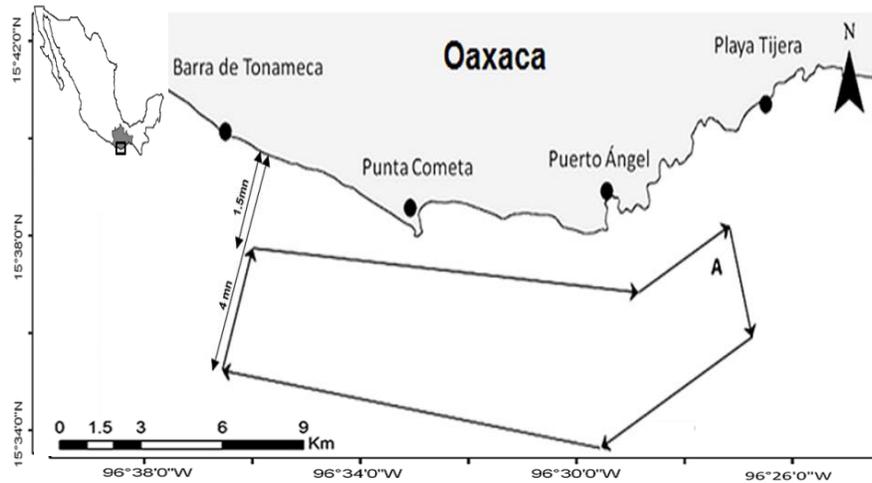


Figura 1. Área de estudio en la Costa Central de Oaxaca (CCO). Polígono representando el transecto recorrido a 1.5 y 4 millas náuticas de la línea de costa.

El área sólo cuenta con dos épocas climáticas: seca (noviembre-abril) y lluvias (mayo-octubre), y se ve influenciada de octubre a marzo por los vientos del Norte, llamados "Tehuano", que propician una mezcla de la capa oceánica superior, alterando las temperaturas superficiales (INEGI, 1988; Trasviña *et al.*, 1995)

Cuando los vientos tehuano pierden fuerza se reinicia el calentamiento progresivo del agua superficial, desaparece la surgencia eólica y se restablece la circulación superficial del Golfo de Tehuantepec y de las aguas adyacentes. Las surgencias representan una bomba de nutrientes que enriquecen las aguas adyacentes en el Pacífico oriental tropical y determinan una productividad alta (Robles-Jarero y Lara-Lara 1993).

La alta productividad provoca la agregación de diferentes organismos en la costa central de Oaxaca, provoca que la pesca y la actividad turística sean de las principales fuentes de empleo en la comunidad. El avistamiento de tortugas marinas en la costa central de Oaxaca ha sido uno de los principales intereses turísticos desde hace varias décadas, haciendo que diferentes prestadores de servicios turísticos ofrezcan viajes en lancha desde varios años atrás, para hacer la observación y nadar con los diferentes organismos avistados durante su recorrido, actividades que en la actualidad no son regularizadas por ninguna institución.

VI. METODOLOGÍA

6.1. Trabajo de campo

Se realizaron 120 muestreos con duración variable durante el periodo comprendido en los meses de febrero del 2015 a febrero del 2017, los cuales consistieron en un transecto paralelo a la costa, con un campo visual de una milla náutica (mn) a cada lado del transecto.

Cabe mencionar que los avistamientos fueron realizados durante los avistamientos del programa de monitoreo permanente de ballena jorobada en la costa de Oaxaca, en colaboración con la asociación civil, Mamíferos Marinos de Oaxaca, Biodiversidad y Conservación (MMOBIDIC A.C.). Cada navegación se realizó en horas luz de las 7:00 y 13:00 horas, dependiendo de las condiciones ambientales, utilizando embarcaciones menores tipo panga de fibra de vidrio, de seis metros de eslora, equipadas con un motor fuera de borda de 60 caballos de fuerza.

Durante los recorridos el grupo estuvo formado con un mínimo de cuatro observadores por recorrido, la búsqueda de tortugas marinas se realizó a ojo desnudo, mediante barridos visuales de 180° sobre el horizonte a cada lado de la embarcación, localizando a los organismos en una distancia de 100 m aproximadamente por medio del caparazón flotando en superficie y en ocasiones, aves perchadas, mancuernas, troncos en la deriva, o por la agregación de embarcaciones turísticas.

Una vez localizados los organismos la embarcación hizo un acercamiento hacia el organismo disminuyendo la velocidad, provocando poco movimiento en la capa superficial del agua, evitando que los organismos realizaran su buceo antes de tomar los diferentes registros. En el momento del avistamiento, los observadores tomaron las funciones de anotador, medidor de las variables ambientales y toma de fotografías de cabeza cuando respiraba y caparazón con la finalidad de realizar una buena identificación de especie, en gabinete. Una vez tomados los datos la embarcación recuperaba el transecto.

6.2. Registro de datos

Se utilizó un formato de campo para el registro de datos (Anexo 1). En este formato se registraron datos al inicio de cada recorrido, como la fecha, hora de salida, hora de regreso, número de pasajeros; así como datos ambientales, como la visibilidad, Beaufort, porcentaje de nubes y la temperatura superficial del agua.

Durante cada avistamiento se tomaron datos de hora, posición geográfica con gps de mano, visibilidad, Beaufort en una escala de 0-3 (mayor a tres se suspendía el esfuerzo de búsqueda), porcentaje de nubes, temperatura superficial del agua usando un termómetro digital con pantalla LCD con un margen de error de ± 1 ° C a una profundidad de un metro aproximadamente, también se anotó la especie la cual se identificaba al momento o por toma de fotografía para la confirmación de la especie en gabinete y el sexo identificándolas en el momento del acercamiento y si realizaban buceo por la observación de la longitud de la cola.

6.3. Trabajo de gabinete

6.3.1. Análisis de la distribución espacio- temporal

Para la determinación y análisis de la distribución espacial, se usaron los registros de coordenadas tomadas con el GPS registradas en el sitio de cada avistamiento. Convirtiendo las bases en archivos delimitados por comas (archivos CSV), estas se utilizaron para elaborar mapas de distribución espacial de las tortugas utilizando el programa QGis, y se elaboraron gráficas de frecuencia. Las capas de localidades y batimetría obtenidas del Laboratorio de Sistemas de Información Geográfica de la Universidad del Mar, Campus Puerto Ángel. Los valores se obtuvieron del programa ArcMap Versión 10.1, a partir de la capa SEMARNAT Mex_ADM, y Estados_UTMZ14N y para la profundidad se empleó el ráster GEBCO2014_120.0_10.

En el caso de la distribución temporal se consideraron la ausencia o presencia en las dos temporadas climáticas; La temporada de lluvias y la de seca. Para obtener los patrones de temporalidad, se realizaron gráficos de presencia y ausencia a lo

largo del año de acuerdo a Carrillo *et al.* (2010) y su asociación con las temporadas climáticas en el área de estudio.

6.3.2. Análisis de abundancia

La abundancia relativa se calculó de acuerdo con el número de avistamientos, para determinar la relación entre el número de tortugas marinas observadas y el esfuerzo de búsqueda en tiempo (horas) utilizando la siguiente fórmula para abundancia temporal y total.

$$APUE=n/E$$

Dónde:

n= Número de avistamientos

E= Unidad de esfuerzo en tiempo (h)

6.3.3. Análisis de proporción de sexos

Para la determinación de sexos se usaron los registros de identificación morfológica de colas, identificando a las hembras por morfología corta y machos por cola larga y pronunciada, así como los registros de copula tomando en cuenta para un macho y una hembra. Se elaboraron gráficas de frecuencias.

VII. RESULTADOS

Se realizaron un total de 120 navegaciones esto representa 531.75 horas, donde se registraron 1304 avistamientos en los cuales se identificaron cuatro especies de tortugas marinas *L. olivacea*, *C. mydas*, *E. imbricata* y *D. coriacea*. De estos avistamientos 228 mancuernas (228 hembras y 228 machos), 1410 solitarios haciendo un total de 1886 individuos (Cuadro 2), en varios casos no se determinó la especie (212) y el sexo (427), registrando los datos en cinco temporadas (seca 2015, lluvias 2015, seca 2015-2016, lluvias 2016 y seca 2016-2017).

Cuadro 2. Número de especies e individuos registrados por temporada, durante las cinco temporadas 2015-2017 en la Costa Central de Oaxaca.

Especie	TEMPORADAS					Total
	Seca 2015	Lluvias 2015	Seca 2015-2016	Lluvias 2016	Seca 2016-2017	
<i>L. olivacea</i>	244	352	485	41	413	1535
<i>C. mydas</i>	26	36	31	0	0	93
<i>E. imbricata</i>	1	0	3	9	12	25
<i>D. coriacea</i>	0	0	1	0	0	1
No determinado	7	25	50	5	12	99
Crías	0	0	113	0	0	113
Total de individuos	278	413	683	55	437	1866

Durante las cinco temporadas muestreadas para la CCO dentro de los años 2015- 2017 se registraron un total de 1535 individuos de *L. olivacea* siendo la especie con mayor registro, seguida de *C. mydas* con un total de 93 individuos mientras que *E. imbricata* y *D. coriacea* registraron 25 y un individuo respectivamente, así como el registro de 99 individuos sin determinar su especie y un total de 113 crías.

La temporada con mayor número de individuos registrados durante los avistamientos fue la temporada de Seca 2015-2016 donde se obtuvieron 683 registros, con 485 observaciones de *L. olivacea*, 31 de *C. mydas*, tres de *E. imbricata* y uno de *D. coriacea*, así como un total de 50 individuos sin identificar y en la única temporada donde se registraron crías (113 individuos).

En la temporada de lluvias 2015, se registraron 413 organismos, con sólo dos especies, siendo *L. olivacea* (352), *C. mydas* (36), y 25 organismos no identificados,

para la temporada de lluvias 2016 se registraron sólo 55 organismos siendo la temporada con menos registros, presentando dos especies *L. olivacea* (41), *E. imbricata* (9) y 5 organismos no identificados.

Como se menciona en los párrafos anteriores, no todas las especies fueron constantes durante todas las temporadas (Cuadro 3), siendo constante en los 21 meses de muestreo sólo *L. olivacea*, seguido de *C. mydas* con 13 meses registrados, *E. imbricata* se registró en 10 meses y *D. coriacea* se registró sólo en el mes de diciembre, siendo el único registro durante todo el muestreo.

Cuadro 3. Presencia y ausencia de las especies durante los meses comprendidos en febrero 2015- febrero 2017.

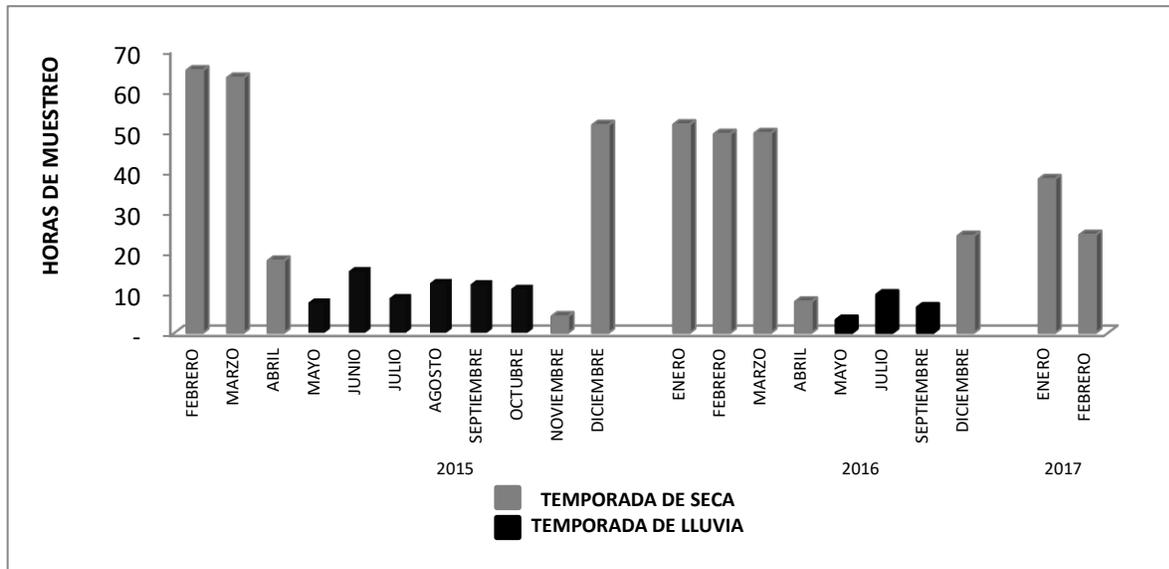
	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JULIO	SEPTIEMBRE	DICIEMBRE	ENERO	FEBRERO
<i>L. olivacea</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>C. mydas</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	.	X	X	X	X	.	.	.	.	.	.	.
<i>E. imbricata</i>	.	X	.	.	.	.	.	.	.	.	X	X	.	X	X	.	X	X	X	X	X
<i>D. coriacea</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	X	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

7.1. Esfuerzo de muestreo

Se realizó un esfuerzo de muestreo de 531.75 horas registradas en un total de 120 muestreos durante 21 meses durante los años 2015-2017, registrando mayor esfuerzo durante la temporada secas 2016 con 213.62 horas de esfuerzo seguido de la temporada de seca 2015 con 146.08 horas, mientras que en las temporadas de lluvias 2015, lluvias 2016 y secas 2016-2017, se registraron por debajo de las 100 horas de observación, con 66.58, 19.10, y 86.37 horas respectivamente.

Durante el año 2015 se realizó el mayor esfuerzo de muestreo durante 11 meses obteniendo 268.22 horas de muestreo (Gráfica 1), siendo los meses febrero, marzo y diciembre con mayor esfuerzo con 65.02, 63.18 y 51.45 horas de muestreo respectivamente, mientras que en ese mismo año los meses con menos horas de esfuerzo fueron mayo y noviembre con 7.48 y 4.10 horas.

Durante el año 2016 se abarcó un total de ocho meses con 201.18 horas de muestreo, con una diferencia de 67.03 horas de muestreo con respecto al año 2015. Los meses con mayor esfuerzo fueron enero, febrero y marzo con 51.60, 49.25, 49.47 horas respectivamente mientras que los meses de abril, mayo, julio, septiembre y diciembre se mantuvo un esfuerzo de muestreo por debajo de las 25 horas.



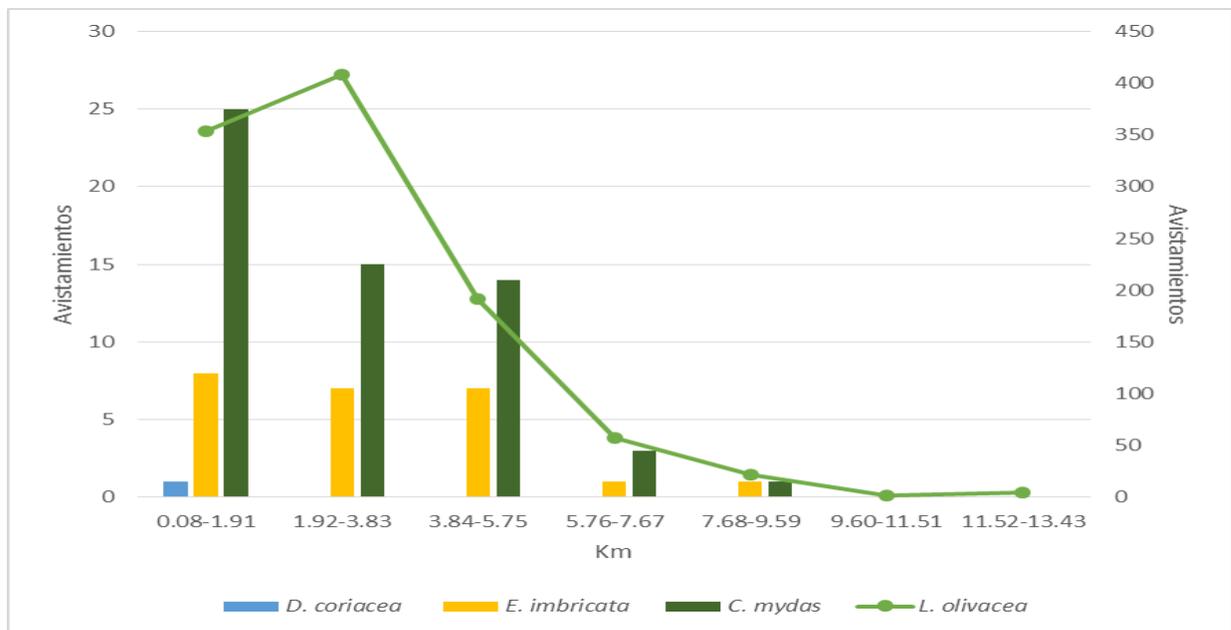
Gráfica 1. Esfuerzo de muestreo durante los años 2015-2017 y durante las cinco temporadas de muestreo.

7.2. Ocurrencia espacial

A partir de los registros de geoposición de cada uno de los avistamientos ($n=1123$) en la CCO, fue posible relacionar por primera vez, la distribución de tortugas marinas con respecto a la distancia a la línea de costa con una distancia mínima registrada de 0.08 km y una distancia máxima de 13.43 km, y un promedio de 3.05 km (cuadro 4), observando que las especies de tortugas se distribuyeron en toda el área de estudio (Gráfica 2).

Cuadro 4. Máximos, mínimos y promedios de distancias de las cuatro especies de tortugas marinas

	Max	Min	Prom
Total	13.43	0.08	3.05
<i>L. olivacea</i>	13.43	0.12	3.07
<i>D. coriacea</i>	1.89	1.89	1.89
<i>E. imbricata</i>	8.49	0.23	3.01
<i>C. mydas</i>	7.74	0.08	2.83



Gráfica 2. Distribución de tortugas marinas con respecto a la distancia a la línea de costa.

Se registraron n= 1040 avistamientos de *L. olivacea* (Figura 2) dentro de los rangos 0.12 a 13.43 km de distancia con respecto a la costa, con un promedio en 3.07 km, con su mayor registro n= 408 en el rango 1.92 - 3.83 km.

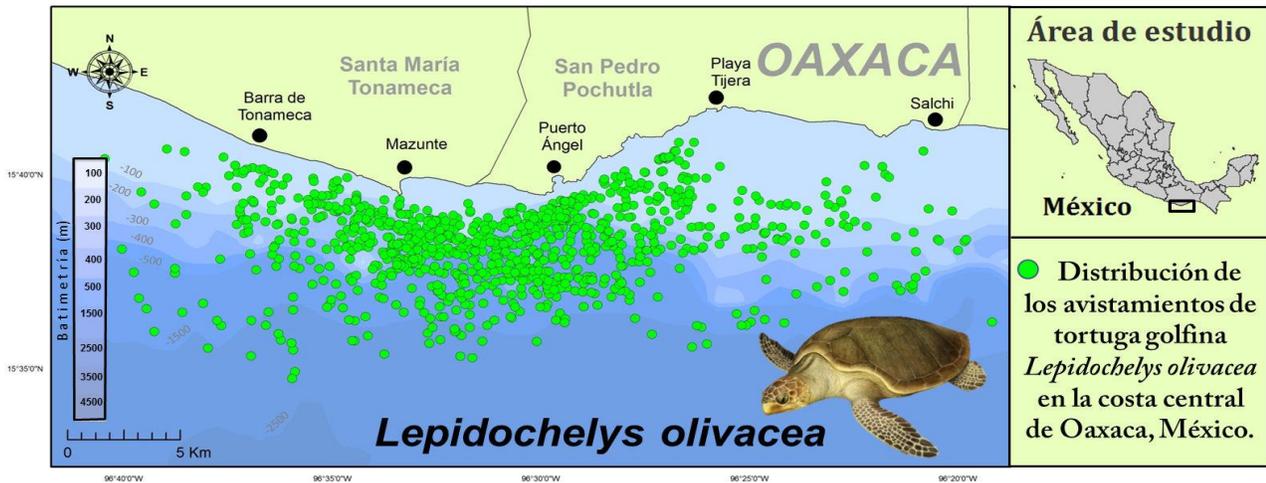


Figura 2. Distribución de los avistamientos acumulados en los años 2015-2017 de tortuga *L. olivacea* en la costa central de Oaxaca.

La distribución espacial registrada para *C. mydas* (n= 58) fue en los rangos de 0.08 - 7.74 km de distancia con respecto a la costa (\bar{X} = 2.83 km), con n= 25 en el rango de 0.08 – 1.91 km (Figura 3).

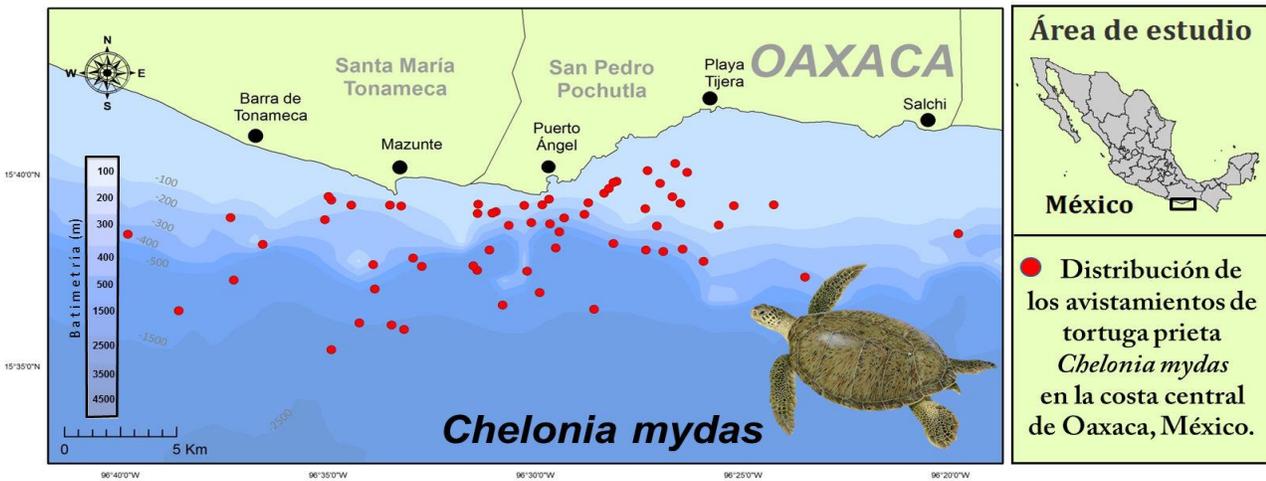


Figura 3. Distribución de avistamientos acumulados en los años 2015-2017 de tortuga prieta *C. mydas* en la costa central de Oaxaca.

La distribución de avistamientos acumulados para *E. imbricata* (n=8) se registró en un rango de 0.08 - 1.91 km de distancia con respecto a la costa con un promedio de 3.01 (Figura 4).

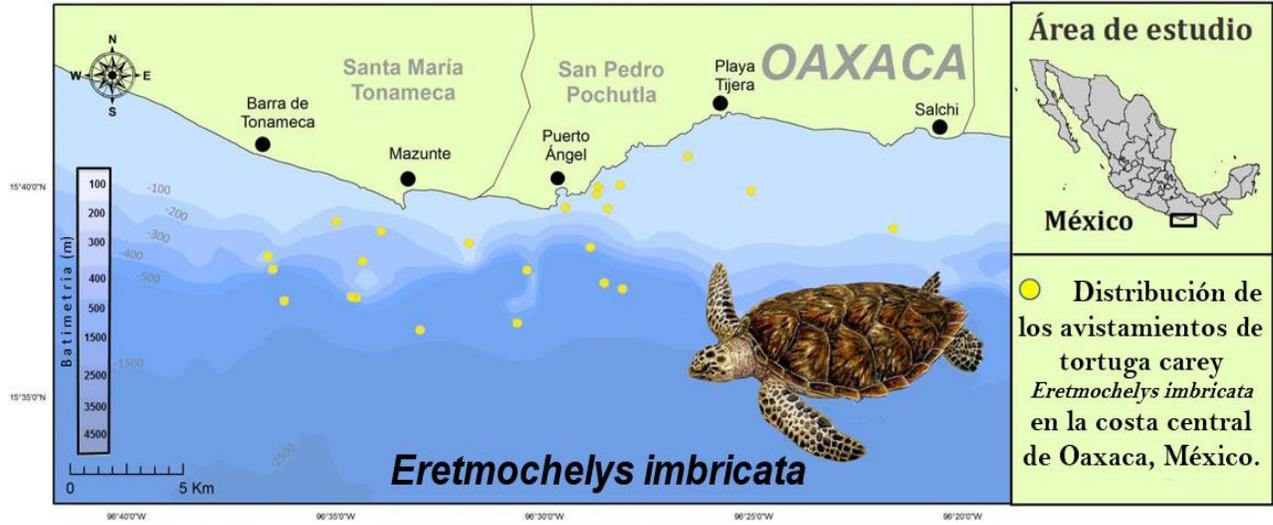


Figura 4. Distribución de avistamientos acumulados en los años 2015-2017 de tortuga Carey *E. imbricata* en la costa central de Oaxaca.

D. coriacea (Figura 5) fue la especie con sólo un registro de avistamiento con una distancia con respecto a la costa de 1.82 km y una profundidad de 200 m bnm.

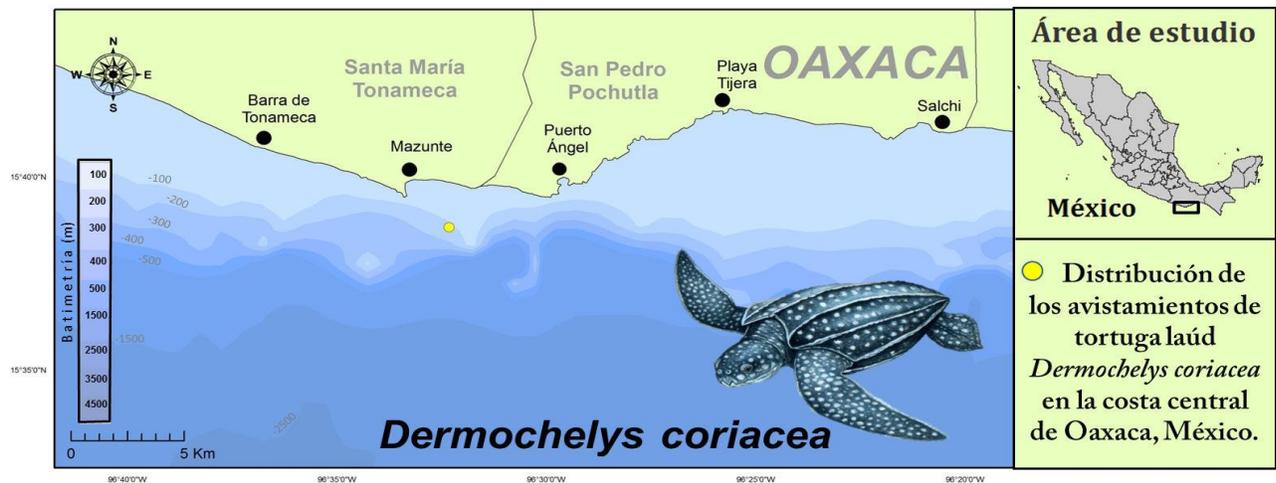


Figura 5. Distribución de avistamientos de tortuga laúd *D. coriacea* en la costa central de Oaxaca.

7.3. Ocurrencia temporal

Durante el monitoreo de tortugas marinas dentro de la CCO se registraron un total de cinco temporadas, siendo secas 2015 con 278 individuos registrando a *L. olivacea*, *C. mydas* y *E. imbricata*; lluvias 2015 con 413 individuos con presencia de *L. olivacea* y *C. mydas*; secas 2015-2016 con 683 individuos siendo la temporada donde se registraron las cuatro especies *L. olivacea*, *C. mydas*, *E. imbricata* y *D. coriacea*; lluvias 2016 y secas 2016-2017 con 55 y 437 individuos registrados respectivamente, registrando sólo a *L. olivacea* y *E. imbricata*.

La única especie concurrente dentro de todas las temporadas fue *L. olivacea*, mostrando ser la especie con más registros y presente durante todo el año con distancias variables a la línea de costa y tener mayor presencia de individuos durante la temporada de seca 2015 – 2016 (n= 485) seguida de la temporada seca 2016-2017 siendo n= 413 mostrando su baja presencia en la temporada de lluvias 2016 n= 41 (Figura 6, 7, 8).

La segunda especie con mayor ocurrencia temporal fue *E. imbricata* distribuida dentro de todo el polígono de navegaciones y encontrándose en cuatro temporadas, con mayor presencia de individuos dentro de la temporada de secas 2016- 2017 n=12 y con un registro de nueve individuos dentro de la temporada de lluvias 2016-2017 (Figura 9).

Se registró mayor número de individuos de *C. mydas* (n= 93) a diferencia de *E. imbricata* (n= 25) sin embargo sólo se registraron durante tres temporadas siendo la temporada de seca 2015, lluvias 2015 y seca 2015-2016, con n= 25, 36 y 31 individuos respectivamente demostrando estar distribuida en zonas cercanas a la costa y centro de nuestro polígono de navegaciones particularmente (Figura 10).

D. coriacea se encuentra distribuida dentro del polígono de muestreo, siendo el único registro a una distancia 1.89 km de distancia a la línea de costa en la temporada de seca 2015-2016 (Gráfica 3).

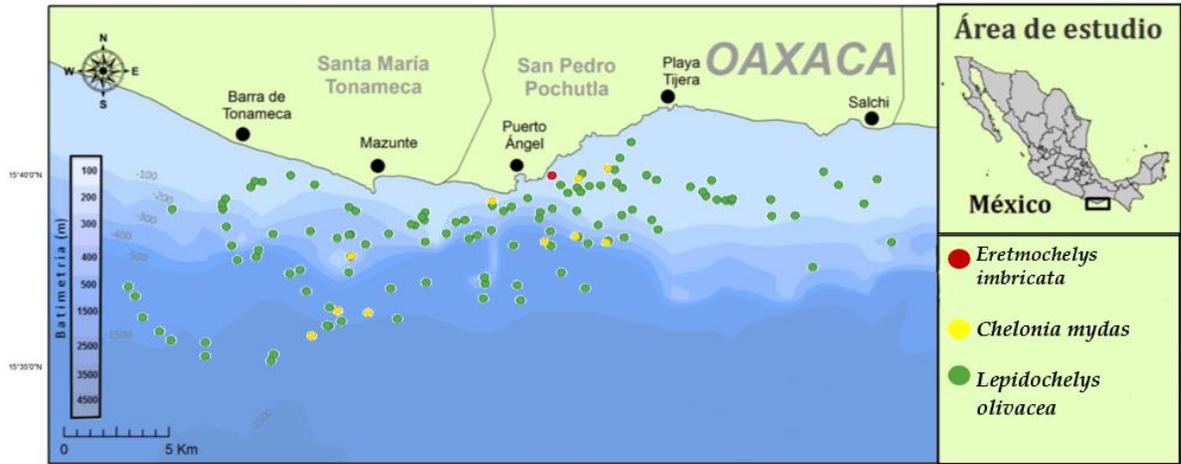


Figura 6. Distribución de las tortugas marinas durante la temporada seca 2015 en la CCO.

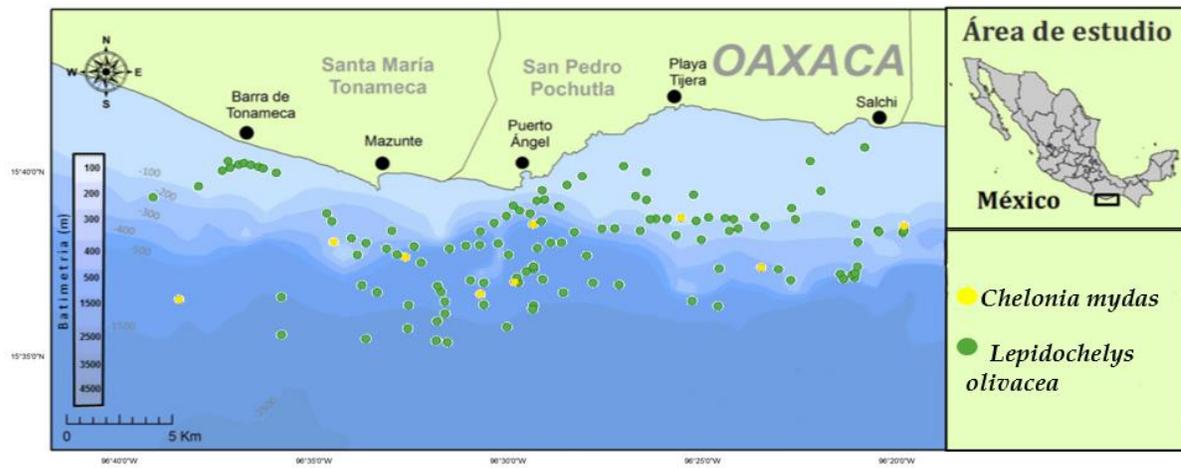


Figura 7. Distribución de las tortugas marinas durante la temporada de lluvias 2015 en la CCO.

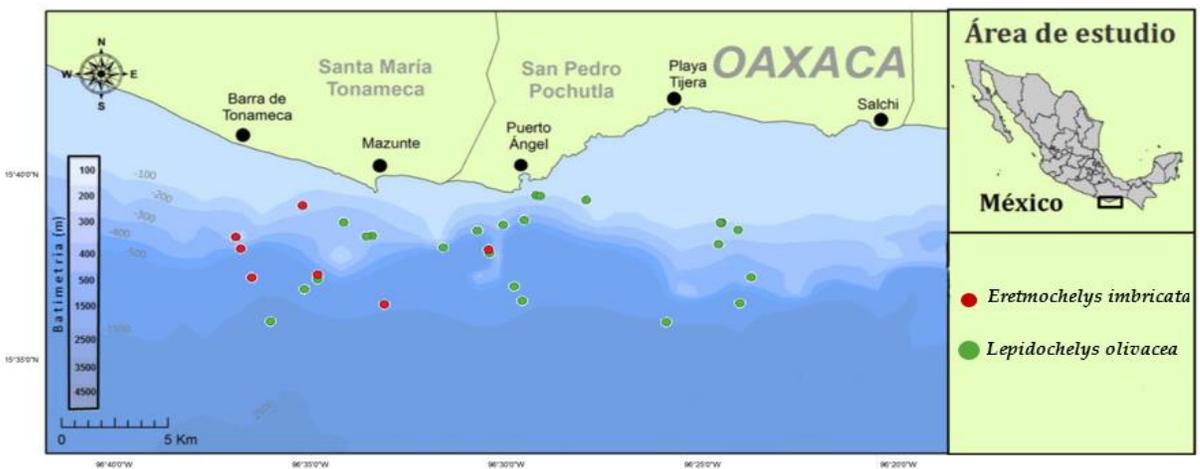


Figura 8. Distribución de las tortugas marinas durante la temporada de lluvias 2016 en la CCO.

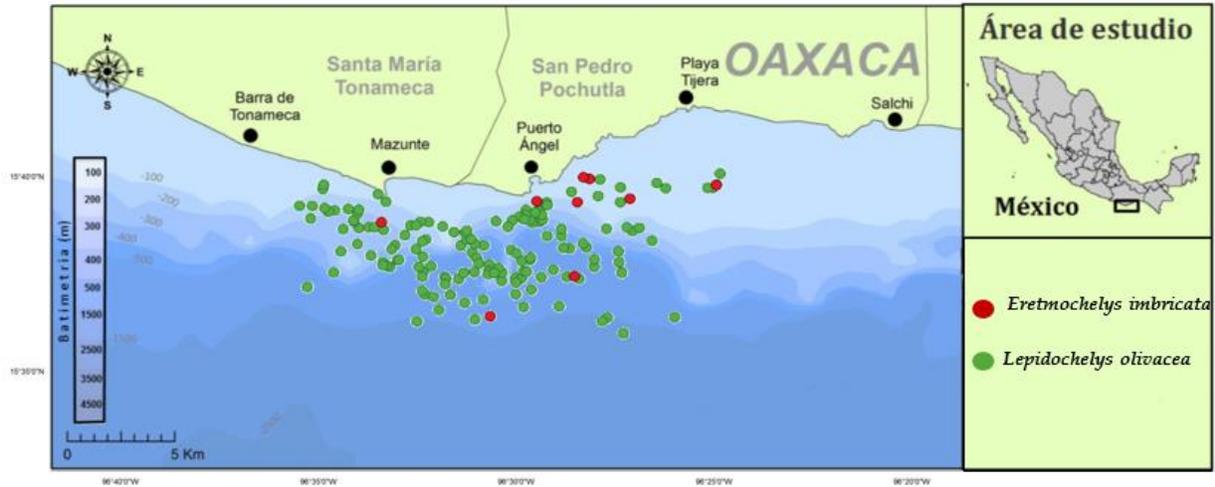


Figura 9. Distribución de las tortugas marinas durante la temporada seca 2016-2017 en la CCO.

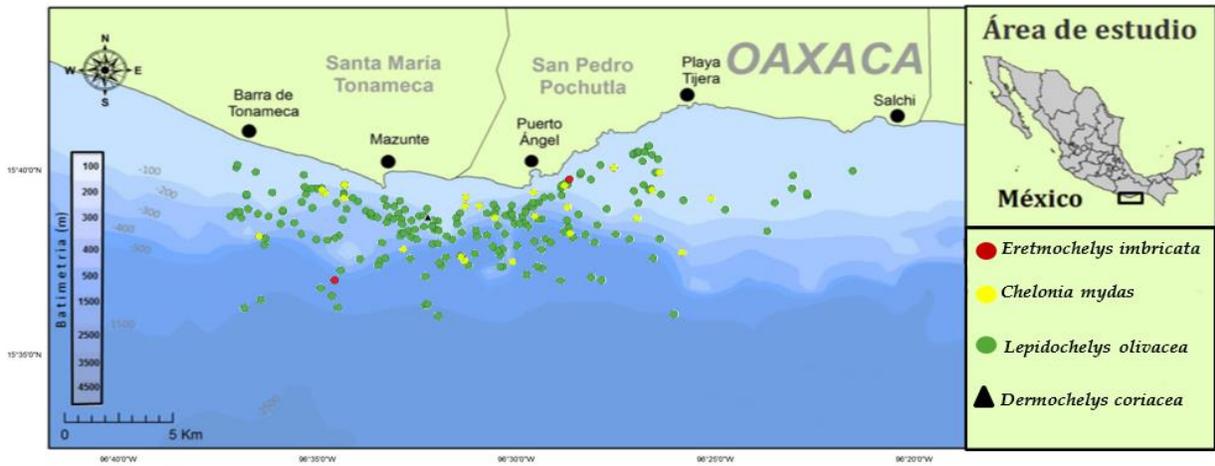
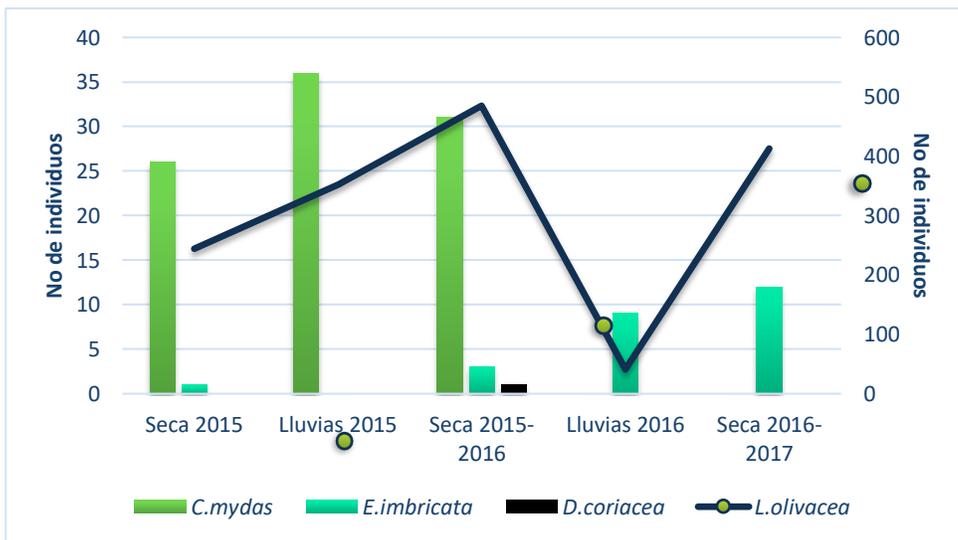


Figura 10. Distribución de las tortugas marinas durante la temporada seca 2015-2016 en la CCO.

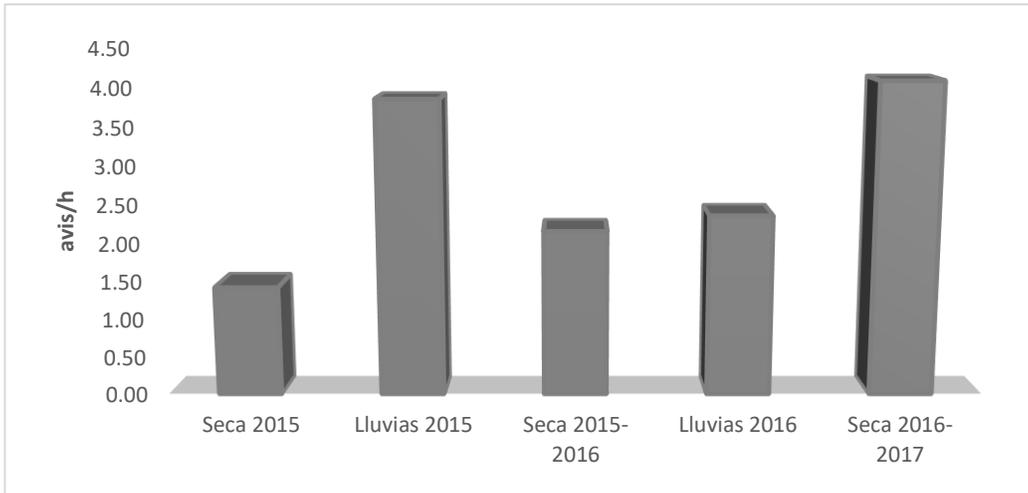


Gráfica 3. Número de individuos acumulados por especie durante cinco temporadas en la CCO.

7.4. Abundancia relativa

La estimación de la abundancia relativa fue determinada tomando 120 muestreos, con un total de 1320 avistamientos y 512.65 horas de muestreos convertidos en decimales, teniendo como APUE= 2.57 avistamientos/horas, durante todo el muestreo.

La abundancia relativa según la temporalidad fue determinada en avis/h (Gráfica 4). Para la temporada seca 2016- 2017 donde se registró un mayor APUE =4.08 avis/h, seguido de la temporada lluvias 2015, con un total de APUE= 3.84 avis/h, la temporada con menor abundancia relativa fue la temporada de seca 2015 con un APUE =1.42 avis/h.

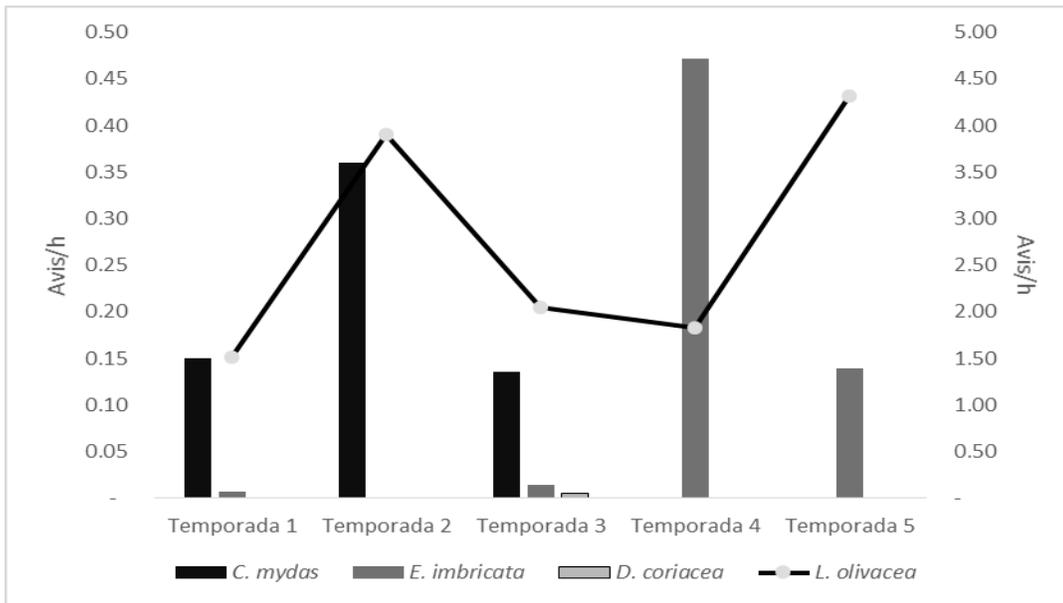


Gráfica 4. Abundancias relativas determinadas en avis/h, durante cinco temporadas.

Las abundancias con respecto a los individuos por especies reflejada en la Gráfica 5, nos muestran que *L. olivacea* presenta una abundancia por arriba de APUE =1.5 avis/h durante las cinco temporadas por ser la especie con mayor presencia en número de avistamientos, como número de organismos registrados durante todo el monitoreo, seguido de *C. mydas* que se presentó en la temporada de seca 2015, lluvias 2015 y secas 2015-2016, con un APUE de 0.15, 0.36, 0.14 avis/h respectivamente para las temporadas. Las especies con menos presencia fueron *E. imbricata* y *D. coriacea*, la primera mencionada presente en cuatro temporadas, pero

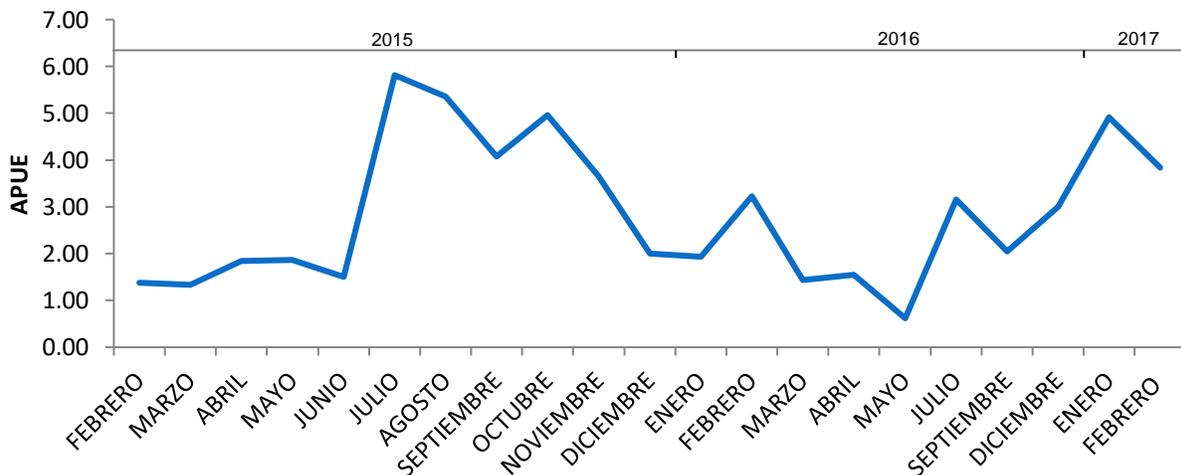
con menor número de avistamientos y número de organismos registrando un APUE de 0.01, 0.01, 0.47, 0.14 avis/h.

Por otra parte, *D. coriacea* sólo se presentó en una temporada teniendo este como único registro de la especie, presentado un APUE = 0.005 avis/h.



Gráfica 5. Abundancia con respecto a individuos por especie durante las cinco temporadas.

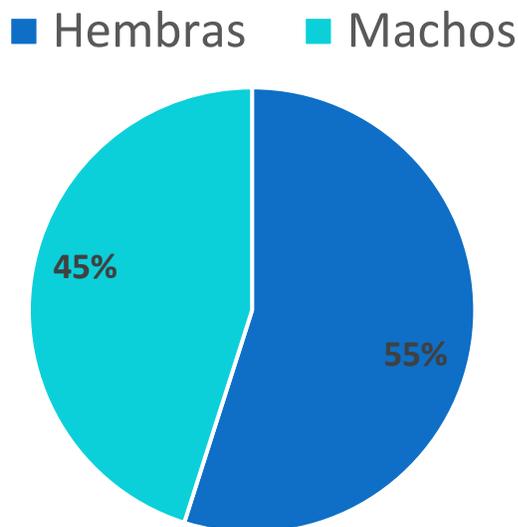
Durante los 21 meses de muestreo se registró una abundancia menor a 6 avis/h (Gráfica 6), siendo julio el mes con la mayor abundancia de 5.81 avis/h, seguido de agosto y octubre con 5.35 y 4.96 avis/h respectivamente y mayo el mes con menor abundancia con 0.62 avis/h.



Gráfica 6. Abundancia relativa de tortugas marinas en la CCO en 21 meses de muestreo durante los años 2015-2017.

7.5. Proporción de sexos

Se agruparon los datos (n=1180) tomando en cuenta sólo los organismos identificados a nivel de especie en Hembras y Machos, dando como resultados que la proporción de 1.22:1 (H:M), ya que las hembras representan un 55 % de los organismos y 45 % los machos (Gráfica 7).



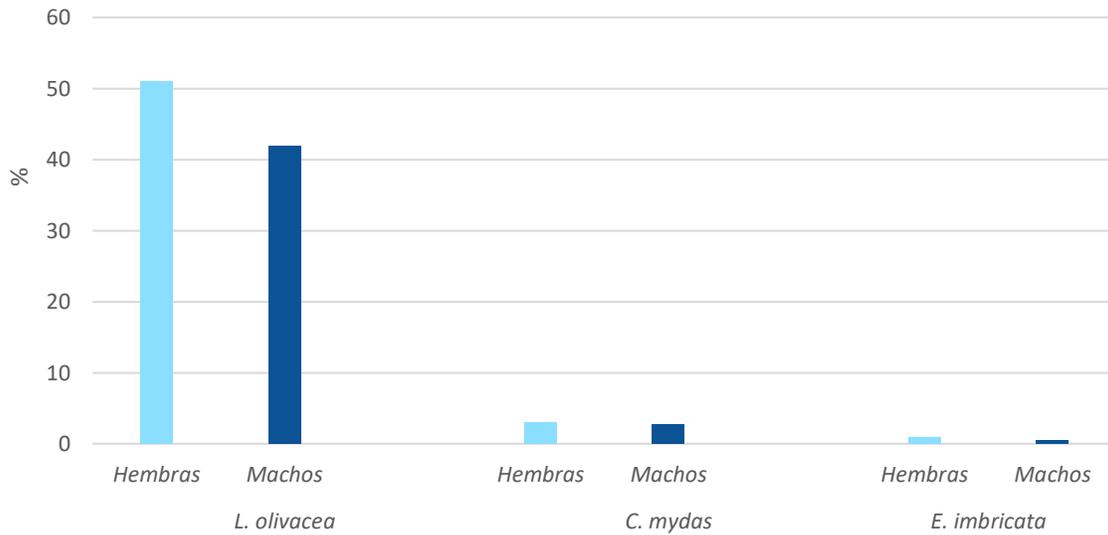
Gráfica 7. Proporción de sexos durante cinco temporadas, representada en porcentaje de las cuatro especies distribuidas en la CCO.

L. olivacea siendo la especie con mayor abundancia y distribución dentro de la zona de estudio, se registró con un valor de 92.9 % de la muestra de datos para proporción de sexos (Gráfica 8). Representando una proporción 1.2:1 (H:M), dado que las hembras de *L. olivacea* un representan un 51 % y los machos 41.9 %.

Para *C. mydas* la proporción es de 1:1 (H:M), representando un 5.7% total de avistamientos con sexo determinado, siendo un 3% de registro de hembras y 2.7% de machos.

Por otra parte, la proporción de sexos de *E. imbricata* es de 2:1 (H:M), siendo el 1.4 % total de la población y está representada en un 0.9% de hembras y 0.5 % de machos.

Dermochelys coriacea no fue posible estimarla ya que sólo se registró un avistamiento sin identificación de sexo.



Gráfica 8. Proporción de sexos por especie de tortugas marinas distribuidas en la CCO.

VIII. DISCUSIÓN

8.1 Ocurrencia espacio- temporal

Durante las navegaciones en la CCO se registraron cuatro de cinco especies de tortugas marinas registradas para la costa del Pacífico mexicano siendo *L. olivacea*, *C. mydas*, *E. imbricata* y *D. coriacea*, excluyendo a *C. caretta* por no encontrar ningún registro para la costa de Oaxaca. En un estudio con hembras anidando en playa García-Mendoza *et al.* (2004), registraron cinco especies *L. olivacea*, *D. coriacea*, *C. mydas*, *E. imbricata*, incluyendo a *C. caretta*. Mientras que Briseño y Abreu (1998) y Chacón y Araúz (2001) mencionan a las mismas cuatro especies anidadoras excepto a *C. caretta*, Sarti (2004) menciona a *D. coriacea* y Karam-Martínez *et al.* (2014) en el mismo año mencionan a *C. mydas* y *L. olivacea* para la costa oaxaqueña. Esto confirma que *C. caretta* es una especie rara para la costa de Oaxaca.

El área de estudio se encuentra adyacente o cercano a diversas áreas de anidación muy importantes para las especies registradas en este trabajo, lo que podría explicar la ocurrencia de dichas especies y sobre todo la observación de mancuernas o tortugas apareándose, es decir, como área de reproducción entre arribazones y de espera para la anidación en el caso de las hembras. Una de las playas de anidación con mayor importancia para la tortuga laúd (*D. coriacea*) en Oaxaca es la playa Barra de la Cruz y Chacahua, en la cual anida de octubre a marzo y para la tortuga *L. olivacea* la playa de anidación más importante en la actualidad son las de La Escobilla y Morro Ayuta, Oaxaca (Pritchard y Mortimer, 2000; Ávila y Meraz, 2008; Donoso y Dutton, 2010; Bastida- Zabala *et al.*, 2013), las de Ostional y Nancite en Costa Rica en las que anida durante todo el año con picos en septiembre y octubre, en las que pueden llegar a reunir en arribazones a más de 100,000 individuos (Márquez, 2002) y la tortuga prieta (*C. mydas*) que anida de octubre a enero (Chávez- Sánchez, 2011). Este estudio coincide con estos autores ya que se encontró similitud de avistamientos o la presencia de las especies de tortugas en la zona marina durante los meses mencionados por los autores para las áreas de anidación.

L. olivacea es la especie con mayor presencia durante todos los meses estudiados, así como amplia distribución homogénea en todos los sitios dentro del polígono de estudio, diferentes profundidades y distancia a la línea de costa, teniendo en cuenta que se encuentran muy cercanas hacia el este y el oeste las playas de anidación San Juan, Bahía de Chacahua (CONANP, 2008), Playa Escobilla (Ávila y Meraz, 2008) y Barra de la Cruz (Chávez- Sánchez, 2011). Así también Márquez (2002), Donoso y Dutton (2010) y Dávila - Pérez (2011), mencionan que es la especie con mayor abundancia a nivel mundial. Lo que explica que se hayan registrado un total de 1325 individuos en un esfuerzo de muestreo de 512.65 horas durante 21 meses, en comparación con las otras especies.

Para *C. mydas* se han realizado diferentes estudios dentro del Pacífico mexicano en diferentes playas ubicadas en Michoacán (Seminoff *et al.*, 2002), Nayarit y Jalisco (Alvarado y Figueroa, 1992), Península de Baja California (Cliffon *et al.*, 1995; Hilbert *et al.*, 2000 y Mariscal- Loza, 2002) y a través de los años se ha llegado a conocer la estructura poblacional, abundancia y tasa de crecimiento de las tortugas prietas en el área de Baja California sin embargo para dichos estudios se han realizado exclusivamente en la zona de playa. Para la costa de Oaxaca este es el primer estudio que registra a la especie en el ambiente marino a una distancia promedio de 2.83 km con respecto a la costa y una abundancia de 0.65 avis/h acumulados en tres temporadas climatológicas en la costa central de Oaxaca. Para esta especie se confirma que utiliza la zona cercana a la costa como área de reproducción ya que se registraron apareamientos en el área de estudio.

En la costa de Guatemala, zona relativamente más cercana al área del presente estudio o el único estudio que se ha registrado en relación con registros marinos para las distintas especies de tortugas Ascensión en 2015 registró que la tortuga golfinia tiene una preferencia de 25.81-57.95 km de distancia con respecto a la costa, contrariamente al autor para la CCO las tortugas golfinas tienen una mayor preferencia de 0.08-6.75 km de distancia. Independientemente de las diferencias en la amplitud de ambas zonas de estudio, lo anterior indica que frente a la costa de Guatemala las tortugas golfinas se encuentran a mayor distancia de la costa y en

Oaxaca se pueden encontrar extremadamente cercanas. Respecto a la similitud en la preferencia a la profundidad de 0-500 metros debajo del nivel del mar puede deberse a diferencias de la pendiente de la plataforma continental, mientras en Oaxaca se tiene una plataforma continental con alta pendiente y muy profunda cerca de la costa, en Guatemala es más amplia y somera. Debido a los pocos estudios enfocados en tortugas marinas donde evalúen la profundidad a la que se registran los avistamientos o que evalúen la variable de profundidad a la que se distribuyen, este trabajo es de relevancia ya que es el primer estudio para la costa Oaxaqueña que evalúa la variable conociendo la distribución de los avistamientos y las profundidades de estos sitios donde se observaron las tortugas.

8.2 Abundancia

En general, al considerar los avistamientos de todas las especies de tortugas marinas que se registraron en la CCO durante los 21 meses de muestreo, presentaron mayor abundancia en los meses de julio (5.81 avis/h), agosto (5.35 avis/h) y octubre (4.96 avis/h) correspondientes a la temporada de lluvias, presentan la misma estacionalidad en la región Pacífico sur mexicano y esto coincide con lo registrado de Zepeda-Borja *et al.* (2017) en su estudio realizado en el Pacífico central mexicano, en los meses de enero - octubre (finales de temporada de seca y temporada de lluvias) en el cual registraron que la distribución de las tortugas marinas fue homogénea en todo el área de estudio, encontrando mayor abundancia de individuos observados en el mes de octubre (0.32 avis) (temporada de lluvias) y menor en enero (0.06 avis) correspondiente a la temporada de seca.

Carr (1978), Márquez (2002), Ayala-Díaz y Gonzales- Contreras (2006) y El Centro Mexicano de la Tortuga (2018), registran que la época de anidación de la tortuga golfina en las costas del Océano Pacífico Oriental es en los meses de agosto-noviembre con picos en septiembre y octubre y coincidiendo con los autores mencionados este trabajo confirma que para la costa Oaxaqueña *L. olivacea* presenta una abundancia relativa de 3.90 avis/h a finales de la temporada de lluvias (agosto-septiembre) y de 4.32 avis/h en inicios de la temporada de secas (octubre-noviembre).

L. olivacea es una especie altamente gregaria presentando grandes arribazones en playa y en el mar se han visto flotillas (Araúz, R. 1996; Ayala-Díaz y Gonzales-Contreras, 2006), y una de las playas más importantes para el Pacífico Mexicano es playa La Escobilla con mayor número de agregaciones (Márquez, 2002; Pritchard, 2004 y Ávila y Meraz, 2008) la cual se encuentra a 25.8 km de distancia tomando como referencia a Puerto Ángel como área central del polígono de muestreo del presente estudio, por lo que en este trabajo la abundancia de avistamientos se ve incrementada en esta especie, por la cercanía a la playa de anidación más importante.

De acuerdo con Chacón y Araúz (2001), Eckert (2002) y Donoso y Dutton (2010) lamentablemente, la situación de la tortuga Laúd del Pacífico Oriental es crítica, el saqueo de huevos y la matanza de hembras a pesar de ser ilegales son comunes en la mayoría de las playas de anidación (Sarti, 2004). Esto la hace una de las especies con bajos números de individuos en sus poblaciones y por tanto éstas sólo pueden ser evaluadas a través de hembras anidadoras en playas. Márquez (2002) menciona que presenta una mayor abundancia en las playas de Chacahua y Barra de la Cruz para el estado de Oaxaca, sin embargo para las playas de anidación más importantes en la costa Pacífico de México, han mostrado un descenso muy drástico, de hasta un 90%, en las últimas décadas, siendo la tortuga marina en mayor peligro de extinción en el mundo, por lo que en este estudio sólo se registró un individuo durante los 21 meses muestreados, aun cuando su registro fue en octubre mes que registran Chávez- Sánchez (2011), Sarti (1999) y Márquez (2002) como inicio de temporada de anidación para la costa oaxaqueña. El registro de un sólo individuo de tortuga laúd a lo largo de 21 meses de este trabajo, demuestra el grado de amenaza de esta especie, por lo que se debe poner atención especial en los esfuerzos de conservación.

Por otra parte, Dávila-Pérez (2011) observó para la costa del Pacífico de Guatemala un sólo individuo de las tortugas carey (*E. imbricata*), prieta (*C. mydas*) y caguama (*C. caretta*) representando el 0.02% del total de individuos observados de cuatro especies (n=433). Coincidiendo con el autor, en la CCO se observaron *E.*

imbricata y *C. mydas* en una mejor proporción de las cuatro especies (n=1866) que representan el 6.32% de los registros de este estudio, sin observar a *C. caretta* pero observando a *D. coriacea*. Cabe señalar que en el estudio de Dávila-Pérez (2011) se cubrió un esfuerzo de muestreo de 74 horas en un periodo de 20 meses y en el presente trabajo se realizó un esfuerzo de muestreo de 21 meses con 531.75 horas.

La tortuga Carey en el Pacífico Oriental había sido considerada casi extinta por sus pocos registros y por los escasos y mayormente dirigidos monitoreos en juveniles o registros de comercialización de subproductos como la carne o escamas a nivel internacional (Meylan y Donnelly, 1999; Chacón y Araúz, 2001; Mortimer y Donnelly, 2008). En Pacífico Mexicano se observan desde el extremo norte de la península de Baja California hasta Chiapas y las principales playas de anidación en Jalisco y Nayarit (Abreu y Guzmán, 2009; Zabala 2020). Gaos *et al.* (2011) menciona que las hembras anidadoras de tortuga Carey utilizan los esteros con manglares como hábitat de forrajeo principal. Para la costa Oaxaqueña Karam - Martínez *et al.* (2014); En su trabajo preliminar no registran la especie en las lagunas Superior e Inferior en el estado de Oaxaca, seguido en su trabajo en el mismo año en el Complejo Lagunar Chacahua contrario a este trabajo, y a la cercanía del polígono de estudio con lagunas de Chacahua (124 km) se registraron 17 individuos de los cuales 11 fueron hembras y un APUE de 0.63 avis/h durante las cinco temporadas registradas. Lo cual indica que la especie sólo ocurre en la zona marina y que no ingresa o utiliza las lagunas costeras de Oaxaca como áreas de alimentación como sí sucede con *L. olivacea* y *C. mydas*.

Para la tortuga prieta, se obtuvo un APUE de 0.65 avis/h acumulado de tres de cinco temporadas en las que fue registrado dentro de la CCO, con un total de los 93 individuos registrados (34 hembras, 32 machos y 26 no identificado el sexo). En este sentido, el único estudio comparativo es el de Karam- Martínez *et al.* (2017) quienes realizaron el primer estudio poblacional de una agregación de alimentación de tortuga verde en la costa del Pacífico del sur de México dentro de Lagunas de Chacahua en la costa oeste de Oaxaca, donde registraron sólo un total de 16 tortugas de las cuales 14 fueron adultas (7 hembras y 7 machos). Esto demuestra que la tortuga prieta

puede emplear la zona marina muy cercana a la costa para la reproducción e ingresar ocasionalmente a lagunas costeras para la alimentación. Por esta razón es necesario que continúen los esfuerzos de muestreo a mediano y largo plazo en ecosistemas marino-costero y de los complejos lagunares para tener una mejor comprensión de la dinámica de la distribución y abundancia las distintas especies que se distribuyen en la costa de Oaxaca.

8.3 Proporción de sexos

Se registraron para la CCO un total de 648 hembras y 532 machos de las tres especies (*L. olivacea*, *C. mydas* y *E. imbricata*) y un total de 427 individuos en los que no se determinó el sexo. Cabe señalar que pueden existir sesgos en la determinación del sexo, que obedecen a tamaño, morfología y madurez sexual de los organismos y experiencia del observador, por lo que los datos presentados en este sentido deben emplearse con reserva. De acuerdo con Chacon-Chaverri (2004) en todo estudio de tortugas marinas no reproductoras referente sólo a la morfología externa, se plantea siempre la cuestión del grado de exactitud de la determinación del sexo ya que un macho sin caracteres sexuales secundarios es imposible de distinguir de una hembra. Además, el criterio de la "talla de reproducción mínima" no es fiable para clasificar un animal como maduro, pues una proporción importante de tortugas alcanza la madurez sexual después de adquirir un tamaño "considerablemente mayor que la talla de reproducción promedio" (Márquez, 2002). Por otra parte, la longitud de la cola de algunas hembras anidadoras podría malinterpretarse como característica masculina (Meylan y Meylan, 2000 y Pritchard y Mortimer, 2000). Dada esta situación, se sugiere que en estudios posteriores puedan realizarse metodologías más certeras, como la captura de organismos con permisos de respaldo, para la obtención de tallas de caparazón, cola y toma de muestras de tejidos para identificación del sexo a través de métodos moleculares.

Considerando lo anterior en este trabajo se registró una proporción de sexos favorable para hembras de *L. olivacea* 1.2:1 (H:M) y *E. imbricata* 2:1 (H:M) con una igualdad en *C. mydas* de 1:1 (H:M). León y Diez (1999) determinaron que la proporción entre sexos es favorable hacia las hembras de tortuga *E. imbricata* 4:1 (H:

M), y reafirmando la condición favorable hacia hembras Peñaflores *et al.* (2000) registraron una proporción de hembras 6:1 en *L. olivacea*.

Este es el primer estudio para el Pacífico sur mexicano y la costa de Oaxaca a partir de censos en el mar sobre la abundancia y distribución espacio temporal de las tortugas marinas *L. olivacea*, *C. mydas*, *E. imbricata* y *D. coriacea*, cuyos resultados muestran que para las especies registradas el área de estudio es importante como hábitat dado que en él realizan sus actividades vitales, especialmente reproductivas. Esto es relevante ante la falta de conocimientos sobre los aspectos mencionados ya que son especies marinas que se encuentran en grave peligro de extinción por su susceptibilidad a grandes amenazas, como las diversas actividades humanas en el mar, incluida la pesca irresponsable, el tránsito de embarcaciones y las malas prácticas de actividades turísticas. El conocimiento generado en este estudio no es suficiente aún, por lo que se considera necesario continuar con mayores esfuerzos de investigación de mediano y largo plazo que contribuyan a documentar los aspectos relacionados con su ecología. Finalmente, la información aportada por este estudio puede servir como línea base para que los tomadores de decisiones la utilicen para generar políticas de conservación, uso y manejo de estas especies a nivel local y regional, así como de poner en marcha los mecanismos de protección existentes e implementar otras medidas, que permitan acelerar resultados positivos para la supervivencia de las tortugas marinas y reducir sus amenazas.

IX. CONCLUSIONES

- En el área marina frente a la costa central de Oaxaca se registraron cuatro especies de tortugas marinas: *L. olivacea*, *C. mydas*, *E. imbricata* y *D. coriacea*.
- *L. olivacea* se registró a una distancia a la costa de entre 0.12 km y 13.43 km (\bar{X} = 3.07 km), *C. mydas* entre 0.08 km y 7.74 km (\bar{X} = 2.83 km), *E. imbricata* entre 0.23 km y 8.49 km (\bar{X} = 3.01 km) y *D. coriacea* de 1.89 km.
- Se registró para *L. olivacea* en temporada de seca un total de n=1142 y n=393 en temporada de lluvias, seguida de *C. mydas* con n=57 para secas y n=36 para lluvias, *E. imbricata* se registró sólo en temporada de seca con n=4 en el periodo 2015-2017 y *D. coriacea* n=1 presente sólo en la temporada de seca.
- La especie que presentó mayor abundancia relativa fue *L. olivacea* (APUE =2.72 avis/h), seguida de *C. mydas*, (APUE = 0.129 avis/h) *E. imbricata* (APUE = 0.126 avis/h) y *D. coriacea* con un APUE de 0.005 avis/h.
- En la Costa Central de Oaxaca la proporción de sexos en *L. olivacea* fue de 1.2:1 (H:M), para *E. imbricata* fue de 2:1 (H:M) y para *C. mydas* fue de 1:1 (H:M) en el caso de laúd no fue posible estimarla ya que sólo se registró un avistamiento a lo largo del periodo de estudio.

X. PROPUESTAS Y RECOMENDACIONES

- Se recomienda incrementar el área de estudio y el esfuerzo de muestreo para toda la costa de Oaxaca a largo plazo, con la intención de registrar los cambios durante las temporadas climatológicas de seca y lluvias y que también permitan observar variaciones de largo plazo por efecto del Niño o Niña, generando datos comparativos de abundancia por especie.
- Realizar estudios de preferencia y uso de hábitat para las diferentes especies distribuidas en la costa de oaxaqueña.
- Es necesario desarrollar y aplicar mejores metodologías de identificación de especies en sus diferentes etapas de vida para evitar el sesgo de identificación a nivel especie.
- Emplear metodologías más precisas como técnicas moleculares y datos merísticos de tallas para la identificación de sexos en las diferentes especies de tortugas distribuidas en la costa oaxaqueña.

XI. REFERENCIAS DOCUMENTALES

- Abreu-Grobois, A. y Guzmán V. 2009. Tortuga Carey Pacífico Oriental. En Sarti, L., Barragán A., y Aguilar C. (comp.) Memorias de la Reunión Nacional sobre Conservación de Tortugas Marinas. Veracruz, Ver. 25 28 de noviembre 2007. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, SEMARNAT, México. 129 p.
- Alvarado, J. y Figueroa, A. 1992. Recapturas post-Anidatorias de hembras de tortuga marina negra (*C. agassizii*) Marcadas en Michoacán México. BIOTROPICA 24(4):560-566.
- Antonio-Cahuich A., Mena-Celis G.E., Ojeda-Sarabia C. Y Pech-Domínguez C.J. 2006. Conservación de la tortuga marina (*C. mydas*) en Cozumel. Teoría y Praxis. (3):127-136.
- Araúz, R. 1996. A description of the Central American shrimp fisheries with estimates of incidental capture and mortality of sea turtles. In: J.A. Keinath and D.E. Barnard, J.A. Musick and B.A. Bell (compilers) Proceedings of the Fifteenth Annual Symposium on Sea Turtle Biology
- Ascensión C.J. 2015. Distribución espacial de la tortuga parlama (*L. olivacea*) en el Pacífico Central y Oeste de Guatemala. Título de tesis. Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Ávila B.J. y Meraz H. J. 2008. Metodología de una marcación de nidos in situ de *L. olivacea* en La Escobilla, Oaxaca, México. Ciencia y Mar. XII (34) 25:28.
- Ayala D.M., y Gonzales C.I. 2006. Epibiontes de Tortuga golfina (*L. olivacea*) en las costas de San José del Cabo, Baja California Sur. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de Baja California Sur. 63p.
- Azanza, R.J. 2009. Estrategia reproductiva de la tortuga verde, *C. mydas* (Testudines, cheloniidae) y su impacto en la estructura genética de las

áreas de anidación del occidente del Archipiélago cubano. Tesis de doctorado. Centro de investigaciones marinas, universidad de la Habana. La Habana, Cuba.

Bastida-Zavala J.R., García-Madrugal M.S., Rosas-Alquicira E.F., López- Pérez R.A., Benítez-Villalobos F., Meraz-Hernando J.F., Torrez-Huerta A.M., Montoya-Márquez A. y Barrietos-Luján N.A. 2013. Marine and coastal biodiversity of Oaxaca, Mexico. 9(2):329-290.

Briseño-Dueñas, R. y F. A. Abreu-Grobois. 1998. Las tortugas y sus playas de anidación en México. Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología. Informe final SNIBCONABIO proyecto No. P066. México D. F.

Camacho- Mosquera L., Amorocho, D.F., Mejia-Ladino L.M., Palacio M.J., y Rondón G.F. 2008. Caracterización genética de la colonia reproductiva de la tortuga marina golfina (*L. olivacea*) en el Parque Nacional Natural Gorgona (Pacífico Colombiano) a partir de secuencias de ADNmt. Boletín de investigaciones marinas y costeras. Colombia 31(1) 77-92.

Carr, A.F. 1978. Handbook of turtles. Cornell University Press. E.U.A 542 pp.

Carrillo, M., Pérez-Vallazza, C., y R. Álvarez-Vázquez. 2010. Cetacean diversity and distribution off Tenerife (Canary Islands). Marine Biodiversity Records 3:9 pp.

Castro-González I., Miranda-Becerra D. y Pérez-Gil R.F. 2010. Tortuga golfina (*L. olivacea*): Análisis nutrimental del huevo no eclosionado para su posible inclusión en la alimentación humana.

Centro Mexicano de la Tortuga 2018. Documento oficial con número de oficio F00.-DRFSIPS/CMT/238/18. Datos no publicados.

- Cervantes-Hernández P., Pérez-Vives E., y Gómez-Ponce M.A. 2017. Arribada y explotación de la tortuga golfina en la playa Escobilla, Oaxaca. México. Rev.Mar. Cost. 9(1):91-107.
- Chacón D. y Aráuz R. 2001. Diagnostico regional y planificación estratégica para la conservación de las tortugas marinas en Centroamérica. Red Regional de para la conservación de las tortugas marinas de Centroamérica. Red Regional para la conservación de las Tortugas Marinas en Centroamérica. Fundación Acceso. Programa Regional Ambiental para Centroamérica-USAID/G-CAP. 136 pp.
- Chacón-Chaverri, D. 2004. Tortuga carey del Caribe; biología, distribución y estado de conservación. Programa de Conservación de las tortugas marinas de América Latina y el Caribe, del Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF). Costa rica. 52pp.
- Charif T.G. 2016. Ficha de antecedente de especie: *L. olivacea*. Secretaría Técnica RCE. 13pp
- Chassin-Noria, O., Abreu-Grobois, A., Y Dutton, P.H. Genética. 2004. Conservation Genetics of the East Pacific Green Turtle (*C. mydas*) in Michoacán, Mexico. Genetica. 121: 195–206.
- Chaves G., Morera R., Avilés J.R., Castro J.C. y Alvarado M. 2005. Trends of the nesting activity of the "Arribadas" of the olive ridley (*L. olivacea*), Eschscholtz 1829, in the Ostional National Wildlife Refuge. 1971-2003. San José, Costa Rica.23-39pp.
- Chávez- Sánchez B.T. 2011. Propuesta del programa de conservación y manejo de humedal de importancia internacional barra de la cruz Oaxaca, como playa de anidación de la tortuga laúd, *D. coriacea*. Título de tesis. Universidad nacional autónoma de México.
- CITES. 2014. Index of CITES species. Consultado el 18 de enero de 2021. En <http://checklist.cites.org>

- Cliffton, K., cornejo D.O. y Felger R.S. 1995. Sea turtles of the Pacific coast of Mexico. In: Biology and conservation of sea turtles. D.K.A. Bjorndal. Smithsonian institution press. U.S.A. 199-209.
- Colin- Aguilar, A.G. 2015. Anidación y conservación de la tortuga golfina (*L. olivacea*) en dos playas de la costa occidental de Baja California Sur, México: 1995-2013. Tesis de maestría en ciencias centro de investigación científica y de educación superior de Ensenada, Baja California.
- CONABIO. 2012. Fichas de especies prioritarias. Tortuga Caguama (*Caretta caretta*) Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México D.F.
- CONANP. 2008. Programa de Monitoreo de la Tortuga Golfina (*L. olivacea*) en el Parque Nacional Lagunas de Chacahua. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. Disponible en internet desde: <http://www.conanp.gob.mx/acciones/fichas/chacahua/info/info.pdf>
- Contreras- Salazar, P. 2008. Las Tortugas Marinas y Nuestro Tiempo. Acta Universitaria, 18, 32-35.
- Dávila-Pérez, C.V. 2011. Diversidad y Abundancia de la megafauna pelágica (Ballenas, Delfines, Tortugas Marinas, Peces Pico y Rayas), presente en el Pacífico de Guatemala. Tesis de licenciatura. Universidad de San Carlos de Guatemala. 136 pp.
- De la torre Y.A., Viadiu I.M., Peñaflores S., Albavera P.E., Harfush M.M.R. 2013. Guía Ilustrada de Tortugas Marinas. Fondo Oaxaqueño para la conservación de la Naturaleza. 61p.
- Díaz-Torres E. 2014. Basura marina: agente de disturbio biológico en el Pacífico Central Mexicano. Tesis de Maestría, Facultad de Ciencias Marinas, Universidad de Colima, Manzanillo, Colima, 137 pp.

- DOF. 2010. Proyecto de Modificación del Anexo Normativo III, Lista de especies en riesgo de la 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, publicada el 30 de diciembre de 2010. Consultado el 18 de Enero de 2021. En http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5420810&fecha=21/12/2015
- Donoso M., y Dutton P.H. 2010. Sea turtle bycatch in the Chilean pelagic longline fishery in the southeastern Pacific: Opportunities for conservation. *Biological Conservation* 143:2672–2684.
- Eckert, S.A 2002. Distribution of juvenile leatherback sea turtle (*D. coriacea*) sightings. *Marine ecology progress series* 230; 289-293.
- Gaos R.A., Lewison L.R., Yañes L.R., Wallace P. B., Liles J.M., Nichols J. W., Baquero A., Hasbún R. C., Vasquez M., Urteaga J., Seminoff J.A. 2011. Shifting the life history paradigm: discovery of novel habitat use by hawksbill turtles. *Biology Letters* 8(1): 54-56.
- García-Mendoza, A.J.; Ordóñez M.J. & Briones-Salas M. 2004. Biodiversidad de Oaxaca. México: Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Fondo Oaxaqueño para la Conservación de la Naturaleza y World Wildlife Fund. México.
- Guillen, J. J. 2016. Riqueza, incidencia y distribución espacio-temporal de varamientos de mamíferos marinos en la costa de Oaxaca, México, durante el periodo 2001-2014. Tesis de licenciatura, Universidad del Mar. Puerto Ángel, México.
- Gulko D.A & Eckert K.L. 2004. Sea turtles:and ecological guide. Mutual publishing, Honolulu, HI.128pp.
- Hilbert, S.C., S.C. Gardner, W.J. Nichols, L.M. Campell, H.A. Schoonover, J. Ward, and K. Zilinskas. 2002. Feedings habits of Black Turtles (*C. mydas agassizii*)

in the Magdalena Bay region, Baja California Peninsula, México. Pp. 143–145
In Proceedings of the Twentieth Annual Symposium on Sea Turtle
Biology and Conservation. Mosier, A., A. Foley, and B. Brost (Comp.).
National Oceanic and Atmospheric Administration, Technical
Memorandum, NMFS–SEFSC–477, Miami, Florida, USA.

INEGI.1988. Carta Hidrológica de aguas superficiales. Instituto Nacional de
Estadística Geografía e Informática. Puerto Escondido, México No. D14-3

IUCN .2021. The IUCN red List of Threatened Species. Consultado el 23 de febrero
de 2021. En <http://www.iucnredlist.org/details/8005/0>

Jiménez-Quiroz M.M. y Márquez Millán R., 2002, Pérdida de marcas metálicas en la
tortuga marina lora (*L. kempi*) que anida en Rancho Nuevo, Tamaulipas,
México. Anuales del Instituto de Biología, UNAM, México, Serie Zoología.
73(2):193-203.

Karam- Martinez S.G., Raymundo-Gonzalez I., Montoya-Marquez J.A., Villegas-
Zurita F. Y Becerril-Bobadilla F. 2017. Characterization of green turtle (*C.
mydas*) foraging aggregation along the Pacific coast of Southern
Mexico. Herpetological Conservation and Biology 12(2):477-487.

Karam-Martínez, S.G., Montoya-Márquez J.A., y Flores-Cabrera P.E. 2014. Tortugas
marinas en las lagunas Chacahua y Pastoría, Oaxaca, México. Ciencia y
Mar. XXI (53) 25:32.

Lara-Lara, J.R., F.V. Arenas, G.G. Bazán, C.V. Díaz, B.E. Escobar, G.A de la Cruz,
C.G. Gaxiola, J.G. Robles, A.R. Sosa, G.L. Soto, G. M Tapia & J.E. Valdez-
Holguín. 2008. Los ecosistemas marinos. In: Capital natural de México, vol. I:
Conocimiento actual de la biodiversidad. CONABIO, México, 135-159p.

León, Y. M. And C. E. Diez. 1999. Population structure of hawksbill turtles on a
foraging ground in the Dominican Republic. Conservation and Biology. 3
(2): 230-236.

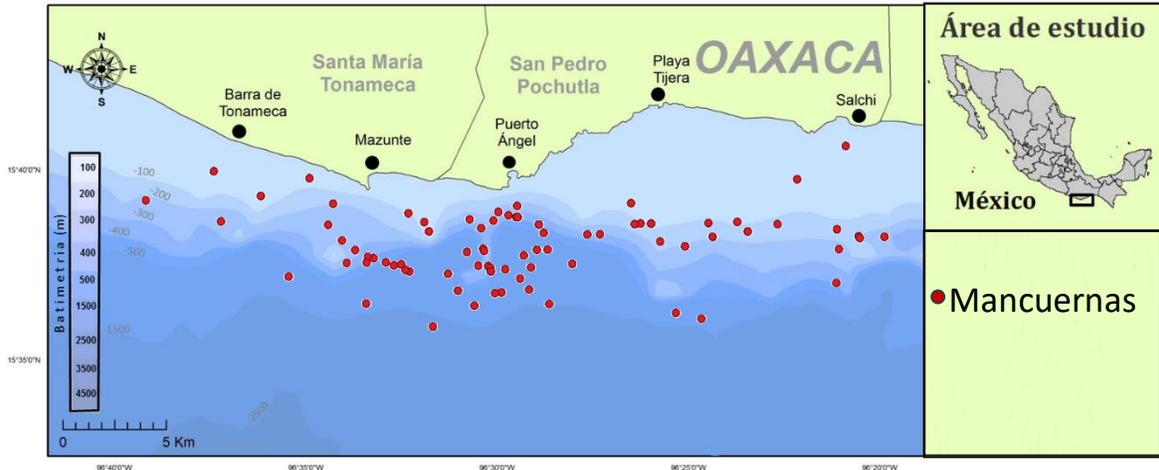
- Márquez M.R. 1976. Estado actual de la pesquería de tortugas marinas en México. 1974. Instituto nacional de pesca. Inf.146: 1-27 .
- Márquez M.R. 1996. Las tortugas marinas y nuestro tiempo. Secretaria de educación pública. Universidad de Texas. 197pp
- Márquez- Millan R. y Garduño- Dionate M. 2014. Tortugas Marinas. Instituto Nacional de Pesca. México.96pp.
- Marquez R. 2002. las tortugas marinas y nuestro tiempo. 3ª ed. México. FCE, SEP CONACYT. 200p.
- Meylan, A. B., y Meylan, P. A. 2000. Introducción a la evolución, historias de vida y biología de las tortugas marinas. Técnicas de investigación y manejo para la conservación de las tortugas marinas. IUCN/SSC Publicación 3-5 p.
- Meylan, A.B., Donnelly, M. 1999. Satus Justification for Listing the Hawksbill Turtle (*E. imbricata*) as Critically Endangered in the 1996 IUCN Red List of Threatened Animals. C.n Conservation and Biology, 3(2), 200–224.
- Motimer J.A y donelly M. 2008. *E.imbricata*. En IUCN Red List of Threatened Species. Version 2010.1. www.iucnredlist.org
- Muccio, C. 2015. Guía para la conservación de las tortugas marinas en Guatemala, con énfasis en el manejo de tortugarios. ARCAS. Guatemala. 53 p.
- Ortiz-Pérez, M. A., J.R. Hernández-Santana y J.M. Figueroa-Mah-Eng. 2004. Reconocimiento fisiográfico y geomorfológico. En: García-Mendoza, A.J., MJ. Ordoñez-Pérez y M. Briones-Salas (eds.). Biodiversidad de Oaxaca. Instituto de Biología, UNAM, Fondo oaxaqueño para la Conservación de la Naturaleza y WWF. 43-54 p.
- Patiño-Martinez, J., Marco A., Quiñones L., y Calabuig C.P. 2010. Los huevos falsos (SAGs) facilitan el comportamiento social de emergencia en las crías de la tortuga laúd *D. coriacea* (Testudines: Dermochelyidae). Revista de biologia tropical. 58(3): 943-954.

- Peñaflores C., Vasconcelos, J., Albavera E., y Marquez, R. 2000. Twenty five years nesting of olive ridley sea turtle *L. olivacea* in Escobilla. In: Abreu Grobois F.A. Briseño-Dueñas R., Marquez R. y Sarti L. (Comps) Proceedings of the 18th Annual Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation. US Dept. Commerce. NOAA Tech. Memo NFS-SEFSC-436.
- Pritchard P.C.H. 2004. Estado Global de las Tortugas Marinas: Un Análisis. INF-001 preparado para la Convención Interamericana para la Protección y Conservación de las Tortugas Marinas Primera Parte.
- Pritchard, P. y J. Mortimer. 2000. Taxonomía, Morfología externa e Identificación de las especies. En: K.L. Eckert, K.A. Bjorndal, F.A. Abreu-Grobois, M Donnelly (editors). Técnicas de investigación y manejo para la conservación de las Tortugas marinas. UICN/CSE Grupo especialista en Tortugas Marinas. Publicación N° 4. 274pp-
- Raymundo-Gonzales I. 2010. Caracterización de las tortugas prietas (*C. mydas*) del complejo lagunar Chacahua-Pastoria. Título de tesis. Universidad del mar. Oaxaca.
- Revuelta O. Y Tomás J. 2010. Tortuga carey- *E. imbricata* (Linnaeus, 1766). Enciclopedia virtual de los vertebrados españoles. Madrid España. 25pp.
- Robles-Jarero, E.G., y J.R. Lara--Lara. 1993. Phytoplankton biomass and primary productivity by size classes in the Gulf of Tehuantepec, Mexico. Journal of Plankton Research 15: 1341--1358.
- Rosano-Hernandez, M.C y Deloya C. 2002. Interacción entre troglidos (Coleoptera: troglidae) y tortugas marinas (Reptilia: Cheloniidae) en el Pacífico Mexicano. Acta Zool. Mex. 87:29-46.
- Sarti M. A. L. 2004. Situación actual de la tortuga Laúd (*D. coriacea*) en el pacífico mexicano y medidas para su recuperación y conservación. SEMARNAT. 20pp.

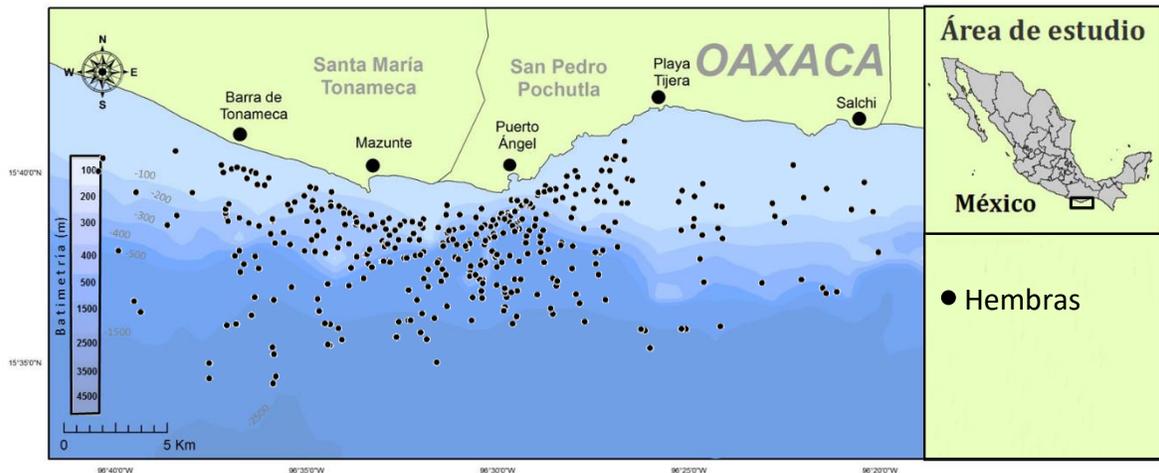
- Sarti Martínez, A. L., 1999. Estimación del tamaño de la población anidadora de tortuga laúd *D. coriacea* y su distribución en el Pacífico mexicano durante la temporada de anidación 1996-1997. Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Ciencias. Informe final SNIB-CONABIO proyecto No. H105. México D. F.
- Seminoff J.A., Zarate P., Coyne M.S., Foley A., y Parker D.M. 2008. Post-nesting migrations of Galápagos green turtles *C. mydas* in relation to oceanographic conditions: integrating satellite telemetry with remotely sensed ocean data. *Endangered Species*.
- Trasviña A., E.D. Barton, J. Brown, H.S. Vélez, M. Kosro and R.L. Smith, 1995. Offshore Wind Forcing in the Gulf of Tehuantepec, Mexico: the asymmetric circulation. *Journal of Geophysical Research: Oceans* 100 (10):20649-20663.
- Urbiola-Rangel E. y Chassin-Noria O. 2011. Relaciones filogenéticas del genero *Chelonia*. *Biológicas revistas de la DES, ciencias biológico-agropecuarias*. Universidad michoacana de San Nicolás de Hidalgo. 13(2):41-47.
- Vega B.J.A. 2016. Respuesta de anidación de la tortuga golfina (*L. olivacea*) con relación a las características ambientales en Baja California Sur y Oaxaca. Tesis de maestría. Universidad Autónoma de Baja California Sur. México.
- Villegas- Zurita. 2008. Frecuencia de paternidad múltiple en tortuga golfina *L. olivacea* (Eschscholtz, 1829) de la playa escobilla, Oaxaca, durante la temporada de anidación 1999-2000. Tesis de maestría. Universidad del Mar. Oaxaca. México. 4:57-72
- Zabala A. M.F. 2020. Efecto del tamaño corporal sobre el crecimiento y uso de hábitat de la tortuga Carey (*E. imbricata*) en la zona de forrajeo de la costa de Mayo-Tehuamixte, Jalisco, México. Tesis de Maestría. Centro de Investigación Científica y de la Educación Superior de Ensenada, Baja California. 60pp.
- Zepeda-Borja K.M., Ortega-Ortiz C. D., Torres-Orozco E. y Olivos-Ortiz A 2017. Distribución espacial y temporal de tortugas marinas asociada a la

temperatura superficial del mar y clorofila-a en aguas del Pacífico Central Mexicano. *Revista de biología marina y oceanografía*, 52(2), 375-385.
<https://dx.doi.org/10.4067/S0718-9572017000200016>.

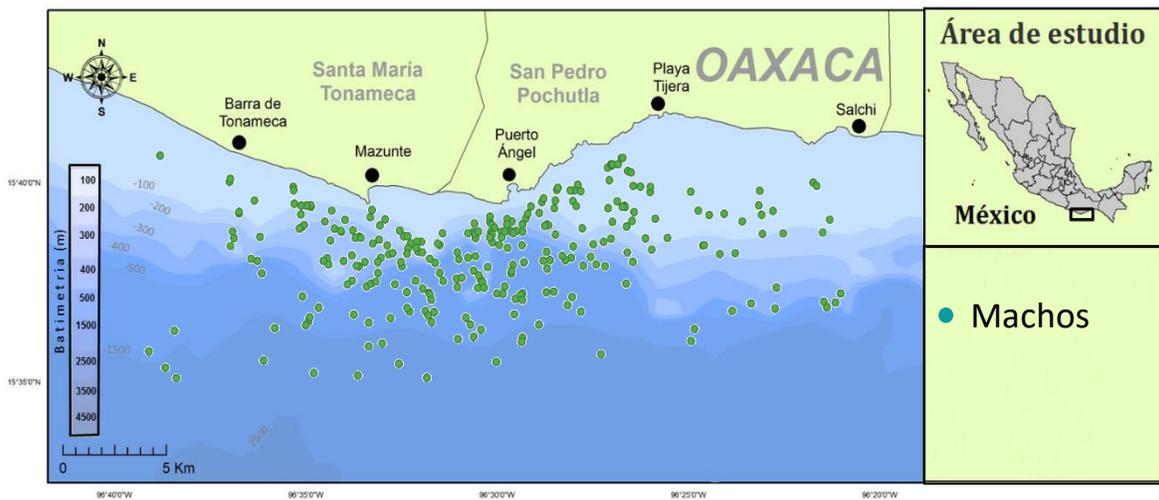
ANEXO 2



Distribución de avistamientos de mancuernas de tortugas marinas dentro de la CCO.



Distribución de avistamientos de tortugas marinas hembras en la CCO.



Distribución de avistamientos de tortugas marinas machos en la CCO.