



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA SUR
ÁREA DE CONOCIMIENTO DE CIENCIAS DEL MAR Y DE LA TIERRA
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE CIENCIAS MARINAS Y
COSTERAS

TESIS

**ANÁLISIS DE LOS VARAMIENTOS REPORTADOS PARA EL GOLFO
DE ULLOA EN TORTUGAS MARINAS DURANTE LOS AÑOS 2013-
2016**

QUE COMO REQUISITO PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

BIÓLOGA MARINA

PRESENTA:

VALERIA LUCERO SILVA

DIRECTORA

DRA. MARÍA MÓNICA LARA UC

LA PAZ, Baja California Sur, Octubre de 2018.



Fecha: 01 Octubre 2018

**DR. ENRIQUE ALEJANDRO GÓMEZ GALLARDO UNZUETA,
JEFE DEL DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE CIENCIAS
MARINAS Y COSTERAS,
PRESENTE.**

Los abajo firmantes, Miembros de la Comisión Revisora del **TRABAJO DE TESIS TERMINADO** titulado: **"ANÁLISIS DE LOS VARAMIENTOS REPORTADOS PARA EL GOLFO DE ULLOA EN TORTUGAS MARINAS DURANTE LOS AÑOS 2013-2016"**; que presenta el (la) pasante de la Carrera de Biólogo Marino C. VALERIA LUCERO SILVA, comunicamos a usted, que otorgamos nuestro **voto aprobatorio** y consideramos que dicho trabajo está listo para su defensa a fin de obtener el título de Biólogo Marino.

Juan Manuel López Vivas

[Firma]

PRESIDENTE

Nombre Completo

Firma

Jesús Eduardo Reséndiz Morales

[Firma]

SECRETARIO

Nombre Completo

Firma

María Mónica Lara Uc

[Firma]

VOCAL

Nombre Completo

Firma

María Mónica Lara Uc

[Firma]

DIRECTOR DE TESIS

Nombre Completo

Firma



- C.c.p. Dirección de Servicios Escolares.
- C.c.p. Interesado
- C.c.p. Archivo

DEDICATORIA

Por ser mi motor, por enseñarme que no importa que tan difícil sea la situación,
siempre vale la pena luchar por tus sueños.

Gracias familia, por siempre ser los mejores, y apoyarme en esta gran aventura que
es el mundo de la biología

Esto es para ustedes!!!

El presente trabajo fue financiado por el proyecto

PROCER 2016 con número de oficio: F00.DRPBCPN/696/2016, “Condición y Distribución de las tortugas marinas en el Golfo de Ulloa y Playa San Lázaro, Baja California Sur: de CONANP con permiso de colecta: SGPA/DGVS/05533/16 y SGPA/DGVS/07915/16

Con un Agradecimiento especial a Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA) por los datos proporcionados de *Caretta caretta*, tortuga amarilla, 2013-2016.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Autónoma de Baja California Sur (UABCS), por ser parte fundamental en mi preparación profesional, por todo el apoyo brindado durante la carrera y por impulsar a sus estudiantes a cumplir sus metas.

Al laboratorio de Oceanografía de la UABCS, por brindarme un espacio para la redacción de este trabajo.

Al proyecto Salud tortugas marinas-UABCS, por adoptarme y permitirme colaborar, desarrollarme y crecer como persona, científica y tortuguera.

A la Dra. María Mónica Lara Uc, por aceptarme como parte del proyecto “Salud tortugas marinas-UABCS”, por todo el apoyo incondicional no solo para la escritura de este trabajo, si no en mi formación como tortuguera, por todas las largas charlas, consejos, asesorías y por permitirme colaborar dentro de sus proyectos. Por ser mucho más que mi asesora de tesis, por toda la confianza brindada.

Al Dr. Eduardo Reséndiz, por todos los conocimientos transmitidos, por todas tus enseñanzas, por todos tus consejos y de la misma manera por todo el apoyo brindado para la elaboración de esta tesis, sus múltiples revisiones, comentarios y por ser más que un asesor, por ser un amigo para mí.

Al Dr. Juan Manuel López Vivas, por ser parte de este comité, por sus revisiones y por todo el apoyo brindando para la elaboración de este trabajo y fuera de este.

A la Dra. Abril Romo, por todo el apoyo moral brindado a lo largo de la elaboración de este trabajo, por sus consejos y revisiones.

Al Dr. Gustavo Hinojosa, porque a pesar de encontrarse lejos, siempre estuvo en la mejor disposición de ayudar, por sus consejos y por sus siempre tan asertivos comentarios para mejorar el trabajo.

Al personal docente del Departamento de Ciencias Marinas y Costeras, por siempre estar en la mejor disposición de ayudar, por todos los conocimientos transmitidos, sesiones de laboratorios compartidas y salidas de campo.

A la Dra. Eleonora Rebolledo por su orientación y asesorías en toda la parte estadística.

A las instancias gubernamentales, por la facilitación de los datos y recursos brindados para la obtención de los mismos.

A mis compañeros y amigos de generación, los comelunches, por todos esos momentos de diversión y risas compartidos durante y después de la carrera.

A mi gran amigo Dilan, por estar ahí conmigo apoyándome y echándome porras durante todo el proceso de este trabajo, por sus asesorías y sobre todo por ser mi amigo y compañero dentro del proyecto en este asombroso mundo que son las tortugas.

A mi amiga Yutzin, por todo su apoyo incondicional antes, durante y después de la elaboración de este trabajo, por ser una gran amiga y por siempre estar para mí por eso y más muchas gracias.

A mis amigas y compañeritas dentro del proyecto, Sofi, Sol y Helena por todos los grandes momentos en el laboratorio y monitoreos por ser increíbles personas y todo su apoyo moral.

A mi familia por ser siempre un apoyo, por dejarme cumplir este sueño, por siempre estar orgullosos de mí y lo que hago, Mami y Papi, sin ustedes nada de esto hubiera sido posible, ya que ustedes siempre fueron un motor para mí y ayudarme a cumplir mis sueños, además de apoyarme durante todas las decisiones tomadas para mi formación.

A mis hermanos Jorge y Ana, que a pesar de todos los pleitos ustedes también se encuentran orgullosos de mí y siempre estarán ahí apoyándome, gracias por todo familia.

A todas aquellas personas que de alguna manera influyeron a lo largo de toda mi formación como bióloga marina o en la elaboración de mi trabajo de tesis, a las que por alguna razón o circunstancia no forman parte de mi vida ya, pero dejaron algo positivo.

A todos ustedes muchas gracias, cada uno fue parte fundamental en mi formación y pusieron su granito de arena y me hicieron crecer y ser una mejor persona.

Por creer en mí y en este trabajo que representa la culminación de mi etapa universitaria.

Gracias!!!

INDICE

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTOS	iv
LISTA DE FIGURAS.....	viii
LISTA DE TABLAS.....	x
ABREVIACIONES	xi
RESUMEN.....	xii
1) INTRODUCCIÓN	1
1.1 Tortugas marinas del mundo.....	1
1.2 Tortugas en México	2
1.3 Problemática de tortugas marinas.....	8
1.4 Varamientos como herramienta de investigación	9
2) ANTECEDENTES	11
3) JUSTIFICACIÓN	16
4) OBJETIVOS	18
4.1 Objetivo general.....	18
4.2 Objetivos particulares	18
5) ÁREA DE ESTUDIO	18
6) METODOLOGÍA.....	21
7) RESULTADOS	23
8) DISCUSIÓN	38
9) CONCLUSIONES.....	48
10) RECOMENDACIONES.....	48
11) LITERATURA CITADA.....	49
12) ANEXOS.....	56

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ejemplar juvenil de <i>C. caretta</i> , capturado en el GU.	3
Figura 2. Ejemplar juvenil de <i>C. mydas</i> , capturado el Golfo de Ulloa.	5
Figura 3. Ejemplar de <i>L. olivacea</i> , capturado durante monitoreo en GU.....	6
Figura 4. Ejemplar juvenil de <i>E. imbricata</i> , capturado en Parque Nacional Archipiélago Espíritu Santo.	7
Figura 5. Ejemplar de <i>C. mydas</i> encontrado varado en Playa San Lázaro.	10
Figura 6. Ubicación del Golfo de Ulloa en la Costa Occidental de Baja California Sur, en rojo se muestra Playa San Lázaro, zona de mayor incidencia de varamientos. ...	20
Figura 7. Proporción de juveniles y adultos encontrados para GU durante los cuatro años de monitoreo.	24
Figura 8. Varamientos reportados para las cuatro especies de tortugas marinas para el año 2013	26
Figura 9. Varamientos reportados para tortugas marinas en el año 2014.....	28
Figura 10. Varamientos reportados para el Golfo de Ulloa para el año 2015.....	29
Figura 11. Varamientos de tortugas marinas reportados para el Golfo de Ulloa en el año 2016.....	30
Figura 12. Tallas de Largo curvo del caparazón (LCC) para la especie <i>C. caretta</i> a lo largo de los cuatro años de monitoreo dentro del GU.	31
Figura 13. Talla de Largo curvo del caparazón (LCC) para la especie <i>C. mydas</i> a lo largo de los cuatro años de monitoreo dentro del GU.	32
Figura 14. Talla de LCC para la especie <i>L. olivacea</i> a lo largo de los cuatro años de monitoreo dentro del GU.....	33
Figura 15. Frecuencia de tallas para tortugas marinas en GU, en el periodo 2013-2015. En línea punteada se marca la talla en la que cada especie alcanza la madurez sexual.	34
Figura 16. Distribución de LCC para las especies presentes en el GU, en el año 2013.....	35
Figura 17. Distribución de LCC para las especies presentes en el GU, en el año 2014.....	36

Figura 18. Distribución de LCC para las especies presentes en el GU, en el año 2015.....	37
Figura 19. Distribución de LCC para las especies presentes en el GU, en el año 2016.....	38

LISTA DE TABLAS

Tabla I. Tallas y pesos reportadas para la transición de juveniles a adultos para cada especie de tortugas marinas (Márquez, 2002).	22
Tabla II. Número de tortugas varadas en Playa San Lázaro por especie.....	23
Tabla III. Número de varamientos y porcentajes para cada una de las especies de tortugas marinas presente en Golfo de Ulloa, para cada año de monitoreo.	25
Tabla IV. Proporción de juveniles y adultos encontrados para tortugas marinas en Golfo de Ulloa, para cada año de monitoreo.	27
Tabla V. Clasificación de la condiciones de los cadáveres de acuerdo a su estado (Reséndiz y Lara-Uc, 2017).	56
Tabla VI. Categorización de la causa de muerte, de acuerdo al estado del cadáver (Reséndiz y Lara-Uc, 2017).	58

ABREVIACIONES

GU: Golfo de Ulloa

BCS: Baja California Sur

LCC: Largo curvo del caparazón

ACC: Ancho curvo del caparazón

C.caretta: *Caretta caretta*

C.mydas: *Chelonia mydas*

L.olivacea: *Lepidochelys olivacea*

IUCN: Unión Internacional para la conservación de la Naturaleza

BAC: Centro de Actividad Biológica (por su siglas en Inglés)

SAGARPA: Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación

CONAPESCA: Comisión Nacional de Pesca y Acuicultura

TSM: Temperatura superficial del mar

CONANP: Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas

SEMARNAT: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales

PROFEPA: Procuraduría Federal de Protección al Ambiente

PROCER: Programa de Recuperación Repoblación de Especies en Riesgo

UABCS: Universidad Autónoma de Baja California Sur

CICIMAR: Centro Interdisciplinario de Ciencias Mar

CIBNOR: Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste

RESUMEN

El Golfo de Ulloa (GU), es un área considerada como un centro de actividad biológica (BAC), por ser un área altamente productiva, puede albergar una cantidad de ambientes y con ellos una gran cantidad de organismos. Es considerada un área importante para alimentación y crecimiento de tortugas marinas, la más abundante *C. caretta*. Durante el periodo de muestreo 2013- 2016, se realizaron un total de 1,147 recorridos en Playa San Lázaro, encontrándose un total de 1,475 organismos varados. Se encontró que el 96% de los organismos fueron organismos juveniles y solo el 4% organismos adultos. El año con más varamientos reportados, fue el año 2013 con un total de 914 varamientos, siendo 82% para la especie *C. caretta*. Durante todos los años de monitoreo se contó con varamientos de las especies *C. mydas*, *L. olivacea* y *E. imbricata*; siendo esta última solo presente durante los años 2013 y 2014. Los meses de mayo-septiembre fueron los de mayor incidencia, los demás meses se tuvieron varamientos, pero en menor proporción. Las tallas de los organismos más frecuentes fueron de 60-80 cm de largo curvo del caparazón (LCC), considerándose organismos juveniles para la mayoría de las especies presentes en el área. El área a pesar de contar con un número alto de varamientos año con año, se muestra como un área de importancia para las especies que convergen en el área, y que se mantienen por largos periodos dentro de GU. La tortuga que más varamientos reporto fue *C. caretta* despues *C. mydas* y por ultimo *L. olivacea*.

Palabras clave: varamientos, *C. caretta*, *C. mydas*, *L. olivacea*, Golfo de Ulloa

1) INTRODUCCIÓN

1.1 Tortugas marinas del mundo

Las tortugas marinas pertenecen al orden Cryptodira, que se encuentran divididas en dos familias: *Cheloniidae* y *Dermochelyidae*, en donde podemos encontrar a las siete especies de tortugas marinas actuales. Dentro de la familia *Dermochelyidae* encontramos a la tortuga laúd (*Dermochelys coriacea*), la cual no posee un caparazón óseo y es el único representante vivo dentro de esta familia (Márquez, 1996).

La familia *Cheloniidae* alberga la mayoría de las especies de tortugas marinas, caracterizadas por presentar un caparazón óseo. Incluye a la tortuga verde del Pacífico Oriental (*Chelonia mydas*), tortuga golfina (*Lepidochelys olivacea*), tortuga lora (*Lepidochelys kempii*), tortuga carey (*Eretmochelys imbricata*), tortuga amarilla (*Caretta caretta*) y tortuga plana (*Natator depressus*). Esta última siendo endémica de Australia, el resto las podemos encontrar en las costas mexicanas, conociendo así a México como el país de las tortugas (Márquez, 2002).

En el estado de Baja California Sur (BCS), cuenta con la presencia de cinco de las seis especies de tortugas marinas presentes en México siendo la tortuga lora (*Lepidochelys kempii*) endémica del Golfo de México (Meylan y Meylan, 2000).

Tienen un ciclo de vida bastante complejo, en donde requieren de diversos ecosistemas para desarrollarse, incluyendo el medio terrestre, donde se incluyen las playas de anidación en las cuáles las hembras salen a desovar, depositan sus huevos y se lleva a cabo el desarrollo embrionario.

También necesitan de ambientes neríticos en donde se alimentarán y terminarán de crecer, además necesitan de mar abierto en donde los organismos alcanzarán la madurez sexual para dirigirse a zonas de alimentación (Aguilar-González, 2009).

Si bien es un ciclo complejo, con diversidad de ambientes para poder completarse, además con tiempos muy diversos para cada etapa y especie; representando un gran reto en cuanto a medidas de conservación se refiere.

En conjunto, todos estos aspectos sobre la ecología de las tortugas marinas, las ponen en un gran riesgo, considerando a todas estas en alguna categoría de riesgo, viéndose propensas a diversas actividades antropogénicas en su mayoría, en alguna fase de su ciclo de vida (Abreu-Grobois, 2016).

1.2 Tortugas en México

De las siete especies de tortugas marinas en el mundo, en México podemos encontrar seis de ellas, se localizan en áreas de anidación o en áreas de alimentación.

C. caretta, es una especie altamente migratoria y, se caracteriza por presentar una cabeza grande triangular con una coloración de caparazón café rojizo, los adultos presentan medidas de entre los 76-122 cm de largo (CONANP, 2011; Gómez-Gallardo Unzueta *et al.*, 2014).

Poseen un caparazón moderadamente ancho, ligeramente aserrado, con aletas delanteras relativamente cortas y con dos uñas en cada aleta (Fig. 1).



Figura 1. Ejemplar juvenil de *C. caretta*, capturado en el GU.

La temporada de anidación de esta especie es de mayo a septiembre, aunque sus picos reproductivos son en junio y julio, en México las playas prioritarias de anidación se encuentran en el estado de Quintana Roo, aunque pudiéndose presentar esporádicamente anidaciones a lo largo del Golfo de México (Tamaulipas, Veracruz y Yucatán).

Se reproducen cada 2-3 años, depositando 111 huevos en promedio por nido, saliendo a desovar hasta cuatro veces en una misma temporada de anidación, con un periodo de incubación de 55 a 65 días, esto dependiendo de las temperaturas de la arena (CONANP, 2011).

La población del Pacífico mexicano, forma parte de las tortugas que nacen en las costas japonesas y que viaja a las costas de la península de Baja California, principalmente al conocido Golfo de Ulloa (GU), para alimentarse.

La costa occidental de la península de Baja California, se presenta como un área importante de forrajeo para la subpoblación de *C. caretta* en el Pacífico mexicano, al encontrarse con agua ricas en nutrientes, fomentando un área con las condiciones idóneas para que esta especie permanezca por largos periodos alimentándose y creciendo antes de regresar a sus playas de anidación (Koch *et al.*, 2016).

Esta población está integrada principalmente de organismos juveniles (Peckham *et al.*, 2007) y adultos (Merino-Zavala *et al.*, 2018).

C. caretta, es una especie que podemos encontrar a lo largo de todo el año, presentando las mayores abundancias durante los meses de verano (Koch *et al.*, 2006; Senko *et al.*, 2014), sin embargo la presencia de esta y otras especies en la región se traslapan con la pesquería de escama que se lleva a cabo en la misma temporalidad, donde suelen caer algunos ejemplares en las artes de pesca utilizados, a pesar de esto, la mayoría de los ejemplares encontrados muertos en playa no presentan evidencia de marcas de redes o anzuelos, siendo encontrados con un alto grado de descomposición siendo casi imposible determinar la causa de muerte (CONANP, 2011, Gómez- Gallardo Unzueta *et al.*, 2014).

A pesar que *C. caretta* es la que presenta la mayor problemática en GU, no es la única especie que podemos encontrar en la zona.

Se ha reportado la presencia de es *C. mydas*, ya que su rango de distribución va desde la península de Baja California hasta el sur de Perú (Pritchad y Mortimer, 1999; Inohuye-Rivera, *et al.*, 2004). Esta especie presenta una variación de tonalidades en el caparazón de acuerdo a su distribución y a sus hábitos alimenticios (Seminoff *et al.*, 2002; Chassin-Noria *et al.*, 2004).

C. mydas, tiene una cabeza pequeña con respecto al tamaño de su cuerpo, presenta un par de escamas frontales y dos pares de escamas post-orbitales (Fig. 2). El largo

curvo del caparazón (LCC) promedio es de 85 cm con un peso promedio de 65 a 125 kg. Está considerada por la IUCN como en peligro de extinción (CONANP, 2011).



Figura 2. Ejemplar juvenil de *C. mydas*, capturado el Golfo de Ulloa.

Otra de las especies presente en el GU es *L. olivacea*, es la tortuga más pequeña, con un caparazón redondo con una longitud de 67.7 cm hasta los 78 cm, posee una cabeza triangular mediana, con dos pares de escamas pre-frontales, un pico corneo no aserrado, presenta una coloración gris olivacea (Fig. 3).



Figura 3. Ejemplar de *L. olivacea*, capturado durante monitoreo en GU.

A pesar de que las poblaciones de esta tortuga a nivel mundial se han estado recuperando y que está considerada como la especie más abundante está catalogado por la IUCN como vulnerable. Esta especie presenta anidaciones masivas llamadas arribadas en donde miles de tortugas salen a desovar al mismo tiempo. Este fenómeno solo se observa en ciertas regiones del mundo, como México, Nicaragua, Costa Rica, Panamá e India; siendo la costa de Oaxaca en México uno de los sitios más importantes para la observación de este fenómeno (Pritchard y Mortimer, 1999; CONANP, 2011).

Por último, aunque con un menor número, se han reportado avistamientos en la región de *E. imbricata*. Se distingue del resto de las especies por presentar los escudos del caparazón sobrepuestos uno encima de otro, presenta dos pares de escamas prefrontales, con dos uñas en cada aleta, presenta una coloración marrón, con rayos amarillos y en tonalidades café (Fig. 4).



Figura 4. Ejemplar juvenil de *E. imbricata*, capturado en Parque Nacional Archipiélago Espíritu Santo.

Se encuentra asociada a arrecifes coralinos y rocosos siendo su principal alimento corales y esponjas. Presenta una longitud promedio de 70 cm, aunque la región de la península de Baja California presenta tallas pequeñas ya que se trata principalmente de juveniles de 25-55cm de LCC.

Esta especie ha sido la más explotada en todo el mundo, debido a la caza ilegal para realizar artesanías, joyería, esto debido a las coloraciones en tonalidades ámbar que

llega a presentar el caparazón, es por esto que está catalogada por la IUCN como en peligro crítico de extinción (SEMARNAT, 2011).

1.3 Problemática de tortugas marinas

El conocimiento de la mortalidad por eventos naturales o amenazas antropogénicas es importante para el manejo y la conservación de los organismos marinos (Lewison *et al.*, 2004). Todas las especies de tortugas marinas, y muchos mamíferos marinos están incluidos en la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN) (IUCN, 2012), y en gran parte, se ha estimado que estos organismos pueden tener altas tasas de mortalidad por captura incidental o captura dirigida (Koch *et al.*, 2006; Chaloupka *et al.*, 2008).

Baja California Sur (BCS) es una de las áreas en el mundo con mayor frecuencia de varamientos reportados de tortugas marinas y mamíferos, especialmente el Golfo de Ulloa (Peckham *et al.*, 2007; Peckham *et al.*, 2008; Mancini *et al.*, 2011; Koch *et al.*, 2013; Reséndiz y Lara-Uc, 2017) y las principales causas de muerte que se han reportado son las capturas incidentales en las redes de enmalle, las pesquerías con palangre (Peckham *et al.*, 2007; 2008) y la pesca furtiva (Koch *et al.*, 2006; Mancini *et al.*, 2011).

En los últimos años, la mortalidad de tortugas marinas en BCS, han sido asociadas a las pesquerías de pequeña escala, ya que sus actividades con redes de enmalle han sido consideradas como una de las principales fuentes de captura incidental de tortugas marinas (Koch *et al.*, 2006; Peckham *et al.*, 2007; Peckham *et al.*, 2008; Mancini *et al.*, 2011; Koch *et al.*, 2013).

Estos autores indican que las tasas de captura incidental son mayores cuando existe una superposición entre las áreas de pesca y áreas de forrajeo de las tortugas marinas. La mortalidad por captura incidental puede ser factor determinante para la disminución de la población de las tortugas marinas y otras especies de megafauna marina (Lewison *et al.*, 2004), siendo las pesquerías en pequeña escala, que a menudo son poco estudiadas, las que tienen mucho más impacto global de lo que se

pensaba anteriormente (Koch *et al.*, 2013).

El estudio de tortugas marinas, más específicamente en *C. caretta* en sección de la media península iniciaron en los años 80's, en donde se determinaron aspectos sobre biología y ecología de la especie, sin embargo la pesca dirigida para tortugas marinas se encontraba en su apogeo, matando miles de tortugas, siendo México uno de los principales proveedores de tortugas a nivel mundial, pero no fue hasta el año de 1990, cuando entro en rigor una veda permanente para la captura de tortugas marinas y comercialización de productos derivados de ellas, con el fin de proteger a las poblaciones de estas, que ya se encontraban en un punto crítico (Mancini, 2009; Gómez-Gallardo Unzueta *et al.*, 2014; DOF, 2015; López-Ramírez, 2018.)

1.4 Varamientos como herramienta de investigación

Se conoce como un varamiento, a la llegada a la costa de un organismo ya sea vivo o muerto, que pueden ser provocados por distintos factores como lo son fenómenos naturales dentro de los que se incluyen los problemas de salud o enfermedades, o bien antropogénicos como lo pueden ser la contaminación o incluso los efectos causados por las pesquerías (Ortega y Gordillo, 2004).

Cuando los animales llegan frescos los varamientos permiten determinar la(s) causa(s) de muerte y las tendencias de mortalidad de las especies marinas (Geraci y Lounsbury, 2005).

Estos aportan información importante sobre la distribución-espacio temporal y la condición de las especies, como lo son su biología, morfología, fisiología, etc. (Epperley *et al.*, 1996). Los varamientos proveen datos de aspectos ambientales y físicos de donde se desarrollan los organismos y proveen información relevante sobre la estructura demográfica de una población, por lo que sirven como indicadores de impactos ambientales y antropogénicos (Mancini, 2009).

Al encontrar organismos varados, en algunos casos es posible tener indicios de las posibles causas de muerte (Fig. 5), como pueden ser marcas de enmalle, golpes por embarcaciones, entre otras (Mercuri, 2007); sin embargo, en múltiples ocasiones el

avanzado estado de descomposición en el que se encuentran nos puede brindar información errónea o incluso limita la posibilidad de demostrar fehacientemente las causas de muerte (Bellido *et al.*, 2007).

La probabilidad de varamientos varía ampliamente en el espacio y el tiempo, y generalmente no supera el 10-20% de la mortalidad total incluso en aguas cercanas a la costa, ya que depredadores, carroñeros, vientos y corrientes impiden que los cadáveres lleguen a la costa (Hart *et al.*, 2006).

A mayores distancias de la costa, la probabilidad de varamientos disminuye aún más y los animales que mueren en alta mar quizá nunca lleguen a varar. Por lo tanto, es extremadamente difícil estimar la mortalidad total cuando se usan solamente frecuencias de varamientos, incluso en aguas cercanas a la costa (Mancini *et al.*, 2011).



Figura 5. Ejemplar de *C. mydas* encontrado varado en Playa San Lázaro.

Otros aspectos importantes a considerar para el uso de información proveniente de varamientos son: a) donde se encuentra el organismo varado no es precisamente el lugar en donde murió, ya que por función de las corrientes y vientos, estos organismos pueden desplazarse por distancias considerables (Bellido *et al.*, 2007) y b) en el caso de las tortugas marinas, al morir en altamar se van al fondo, donde los cambios degenerativos tisulares y la fermentación del contenido gastrointestinal provocan la producción y acumulación de gases que estimulan la flotación posterior del cuerpo. El cadáver viaja con las mareas, de no perforarse por presión interna o depredación, y seguirá su curso hasta llegar a la playa (Reséndiz y Lara-Uc, 2017).

2) ANTECEDENTES

Cuando se trata de varamientos de organismos marinos, podemos encontrar una amplia gama de trabajos, siendo los más abundantes aquellos realizados con mamíferos marinos.

A nivel mundial existen diversos trabajos del varamiento de tortugas marinas, destacando el de Bertolero (2003), que realiza una compilación de los varamientos y capturas incidentales presentes en la región del Delta del Ebro (España) entre los años de 1981 al 2001.

Observaron que las tortugas más abundantes en la región es *C. caretta* y en menor cantidad *C. mydas*. El 53.4% de los organismos encontrados para *C. caretta*, fueron encontrados en la playa muertos, sin encontrar una aparente causa de muerte, además también fueron encontrados organismos varados vivos, los cuales fueron marcados y regresados a mar. Concluyeron que las tortugas utilizaban la zona para alimentación y como zona de invernación.

Otro estudio realizado en la costa española es el de Bellido *et al.*, 2007, en donde comparan las capturas y talla de caparzones de *C. caretta* obtenidas por la flota palangrera y la de los organismos varados en la costa Mediterránea de Andalucía. Se reportaron que los ejemplares varados eran más pequeños que los ejemplares

capturados por palangre, por lo que concluyeron que los varamientos no fueron causados por los palangres.

Rosales *et al.*, 2010, realizaron un trabajo en la región de Tumbes, Perú en donde la presencia de varamientos no encontró la causa aparente y la especie con más presencia de varamientos fue *C. mydas*, concluyeron que la mayoría de los organismos fueron ejemplares sub-adultos por lo que la región presenta una importancia para el forrajeo y protección de tortugas marinas, y que es importante crear programas para su protección.

El trabajo alrededor de la cosa italiana realizado por Casale y colaboradores (2010), revela que la causa de muerte más importante para *C. caretta* fue por actividades antropogénicas, principalmente la interacción con redes, pesca incidental e interacciones con embarcaciones, además de algunos problemas con contaminación.

La investigación analizó bases de datos de diferentes proyectos y páginas oficiales donde tortugas fueron reportadas, flotando en el mar y, algunos organismos varados; sin embargo, aunque ellos concluyen que un alto porcentaje de los organismos mueren por interacción con la pesca o interacciones con embarcaciones (52%), y que estos dos son los factores más importantes para el área que analizaron (Mediterráneo).

Otro estudio importante es el realizado por Gutiérrez-Expósito *et al.*, (2012), teniendo como área de estudio el Parque Nacional Doñana, España. Reportaron que los varamientos ocurridos desde 1986 hasta el 2011, fueron de cetáceos, sin embargo con el paso de los años, estos empezaron a ocurrir con mayor frecuencia. La mayoría de los organismos encontrados varados pertenecen al grupo de los odontocetos, cabe resaltar que en el artículo solo se tomaron en cuenta los varamientos de organismos muertos, ya que se presentó un varamiento masivo de delfines mulatos vivos y estos no fueron considerados.

El trabajo realizado por Menéndez-Macías (2015) en la península de Santa Elena en Ecuador, reportan 21 varamientos en playa de tres especies de tortugas marinas en donde, debido a alto grado de descomposición de los cadáveres no se pudieron

realizar los estudios de laboratorio, presentando evidencia de interacciones con artes de pesca, como son redes, anzuelos en la boca y algunas lesiones por posible choque con embarcaciones.

El autor hace énfasis en que la toma de muestras fue imposible debido al alto grado de descomposición en el que se encontraban los organismos, esto es muy importante a considerarse al momento de trabajar con organismos muertos, ya que el estado y condición de las células puede verse alterado y arrojar resultados erróneos. Al no haber realizado la parte del análisis de los organismos, el cual era el objetivo principal del trabajo, este sirvió base para establecer distribución y aspectos de ecología de *C. mydas* y *L. olivacea* en el área.

Por último, se presenta el trabajo realizado por Suárez-Yagual (2015) en las costas de la Península de Santa Elena, Ecuador. Se evaluaron los varamientos reportados en distintas playas de esta península de tortugas marinas, siendo la principal causa de muerte la interacción con diferentes artes de pesca; además se encontró, que la mayoría de los cadáveres llegan en un alto grado de descomposición, y solo un bajo porcentaje llega relativamente fresco. La mayoría los organismos presentaron fracturas de caparazón y de cráneo, así como la presencia de anzuelos en algunos organismos, revelando una evidente interacción con la pesquería practicada por las comunidades cercanas.

Los estudios enfocados en varamientos de tortugas marinas en México son menos abundantes, siendo principalmente enfocados en mamíferos marinos. Pudiendo destacar el realizado por los autores Ortega y Gordillo (2004), sobre la red de varamientos en Veracruz. El trabajo mostró un panorama sobre los trabajos de protección dentro de este estado y no tanto un análisis de los varamientos reportados durante los años de existencia de la red de varamientos.

Aguilar-González (2009) realiza una investigación en Guasave Sinaloa, implementando un monitoreo sistemático de varamientos en tres islas, relacionándolos con actividades antropogénicas, complementándolo con encuestas a personas de las comunidades cercanas.

En donde compara los resultados de las necropsias, con lo descrito por pescadores de la región; encontrando, que las posibles causas de los varamientos están más relacionadas con enmalles, fracturas y arponeadas; es decir pesca dirigida e incidental, que con contaminación; siendo las especies más afectadas en la región: *L. olivacea*, *C. mydas* y *C. caretta*.

En la región de BCS, se han realizado algunos trabajos que aun que no se encuentran enfocados a varamientos, resultan bastante importantes y a pesar de ser un poco antiguos nos brindan información relevante sobre el uso de los hábitats de las tortugas presentes en el estado.

A pesar de no ser un trabajo enfocado a varamientos el trabajo realizado por Olguín-Mena (1990), resulta como base, ya que describe para todo el litoral de BCS, la presencia de tortugas marinas. Brindando información importante sobre abundancias y presencia-ausencia de tortugas marinas a lo largo del año.

En la región de la península de Baja California hay algunos trabajos enfocados en varamientos de tortugas marinas, más en específico en la región del GU y Bahía Magdalena. Entre los más importantes podemos destacar el elaborado por Koch *et al.* (2006), en donde analiza las posibles causas de muerte de tortugas que encuentran varadas en las playas de bahía magdalena, propusieron que *C caretta* fue la más abundante seguida por *C mydas*.

Otro trabajo fue el realizado por Mercuri (2007), en donde relaciona los varamientos de mamíferos marinos con factores físicos y biológicos. Determinaron que la cantidad de organismos varados puede relacionarse con la abundancia de organismos presentes en la zona y que a su vez estos se relacionan con la productividad biológica de acuerdo a la estacionalidad.

Peckham *et al* (2008), determinaron la mortalidad por años de *C. caretta* en BCS asociando las altas mortalidades a captura incidental, consumo humano y varamientos realizando monitoreos para determinar la muerte de *C. caretta* anualmente.

Mancini (2009), realizó un estudio en el que determinó las causas de muerte de tortugas marinas en BCS, así como las tasas de mortalidad, estudió algunas zonas de riesgo para las tortugas marinas; además, utilizando las tallas de los organismos determinó sus estadios de madurez, concluyendo que la mayor proporción de organismos muertos son de tallas pequeñas, las cuales corresponden a juveniles o subadultos.

Tobar-Hurtado (2011), realizó una investigación enfocada al varamiento de cetáceos relacionándolo con factores oceanográficos y algunos factores antropogénicos en ambas costas de BCS. Encontró que el mayor número de varamientos ocurren en la costa del Pacífico, y que estos tienen cierta relación con los patrones de viento y con las corrientes que corren perpendiculares a la costa, además que el mes con mayor número de varamientos fue en el mes de Julio.

El Grupo Tortuguero de las Californias (GTC) en el 2012, realizó una propuesta, en la que establece las medidas de conservación y protección dentro del GU. Consideraron áreas de forrajeo y zonas de mayor agregación (Hotspots) de *C. caretta*.

Koch *et al.*, (2013), realizaron un trabajo en donde estiman la mortalidad de tortugas marinas y la frecuencia con la que ocurren los varamientos en el GU. Mediante varios experimentos, relacionaron que las muertes de las tortugas están poco influenciadas por la captura incidental, presentando una mayor relación con las temporadas de pesca.

Uno de los trabajos en lo que se trató de integrar todas las posibles causas de la muerte y varamiento de las tortugas marinas en el GU, es el informe técnico realizado por Gómez-Gallardo Unzueta (2014) siendo una colaboración con diferentes instituciones gubernamentales y centros de investigación (CONANP-UABCS-CICIMAR-CIBNOR).

En este trabajo, diversos investigadores de las instituciones, identificaron las posibles causas de muerte de *C. caretta*; llegando a la conclusión, que la interacción con las

pesquerías fue una causa de la muerte en la región, sin embargo, no fue la única causa, existiendo otros factores, sugiriendo la realización de más trabajos en el área.

Reséndiz y Lara-Uc (2017) cuantifican los varamientos de tortugas marinas por especie en el Golfo de Ulloa describiendo y clasificando los cambios *postmortem* de los organismos encontrados.

Finalmente, López-Ramírez (2018), determinó estimaciones de la mortalidad natural de *C. caretta* en el GU, mediante un modelo de interacciones ecotróficas (Ecopath), realizando simulaciones con variables ambientales y antropogénicas. Determinando que las variables ambientales, como la temperatura superficial del mar (TSM), tienen un mayor impacto en las poblaciones de *C. caretta*.

3) JUSTIFICACIÓN

A nivel mundial, los estudios de varamientos son abundantes, sin embargo, para la región del GU son pocos los trabajos realizados y en su mayoría están enfocados hacia la distribución espacio-temporal de mamíferos marinos, siendo en menor cantidad los relacionados con tortugas marinas.

Estos trabajos, tratan de relacionar los varamientos con actividades antropogénicas como posibles causas de muertes, siendo principalmente relacionadas con la pesca ribereña y en menor cantidad la pesca industrial.

El GU es una zona de gran importancia debido a sus condiciones oceanográficas, como lo son las surgencias estacionales, lo cual trae consigo una alta productividad primaria y aunado a esto cientos de organismos, haciéndolo una región primordial para la alimentación de mamíferos marinos y de tortugas marinas, mismos que se encuentran en números considerables en la zona. También es un área privilegiada para realizar actividades pesqueras, resultando en interacciones entre ambos usos.

En esta zona, frecuentemente se encuentran organismos varados muertos, siendo Playa San Lázaro, la zona índice (Hot spot), no obstante, el avanzado estado de descomposición en el que los organismos son encontrados, en muchos casos no

permite demostrar fehacientemente que los ejemplares varados tuvieron contacto directo con las pesquerías.

Otros factores a considerar para complementar la información sobre los varamientos de tortugas marinas en esta zona, es determinar los meses con mayor número de varamientos y cuáles son las especies más afectadas.

El tener una descripción del estado y condición en el que los organismos llegan a varar a las playas, nos permitió confirmar o descartar si las medidas de que se están tomando en pro de la conservación de tortugas marinas son las adecuadas. Finalmente, estos datos nos permiten estimar el estado y condición de la estructura de tallas y poblacionales en la región.

Otro aspecto importante es que, de los estudios ya mencionados anteriormente, en ninguno de ellos se evalúa los varamientos como tal, ya que todos o la mayoría de ellos se encuentran enfocados en determinar las causas de muertes, siendo una de las principales causas de muerte, actividades antropogénicas como lo es la pesca ya sea de manera incidental o dirigida. Es por eso que reside la importancia de este trabajo ya que, a pesar de las grandes mortalidades registradas para el Golfo de Ulloa, y de la problemática social y ambiental que este ha traído consigo, el presente estudio pretende analizar los varamientos como tal y las condiciones corporales, así como el grado de descomposición en las que los ejemplares llegan a la playa.

4) OBJETIVOS

4.1 Objetivo general

Analizar los datos colectados por la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente sobre los varamientos de tortugas marinas en Playa San Lázaro, dentro de GU de los años 2013 al 2016.

4.2 Objetivos particulares

- Realizar un análisis de los varamientos reportados para Playa San Lázaro, por cada año de muestreo.
- Comparar las tallas de los organismos varados por especies a lo largo de los años de monitoreo.
- Conocer las diferentes clases de tallas de las tortugas varadas presentes en GU.
- Determinar el grado de madurez sexual de las tortugas varadas

5) ÁREA DE ESTUDIO

GU se encuentra localizado en la costa occidental de BCS entre los 25° y 27° latitud Norte y los 112° y 114° longitud Oeste, desde el sur de Punta Abreojos hasta Cabo San Lázaro (Fig. 6).

La zona se caracteriza por presentar ambientes muy diversos en donde destacan estuarios, marismas, bahías poco profundas, manglares y humedales. Debido a esta variedad, es importante el desarrollo de pesquerías ribereñas a pequeña escala en donde destacan las pesquerías de moluscos, crustáceos, tiburones, rayas y peces (SAGARPA, 2014; Valdez-Leyva, 2012).

GU se caracteriza por estar bajo la influencia del sistema de corriente de California y la presencia de surgencias estacionales que favorecen a una alta productividad (Ramírez *et al.*, 2010). Este proceso genera una zona de transición templado-

tropical, generando una elevada productividad biológica en toda la región que le permite ser reconocida por su importancia ecológica y pesquera (Tobar-Hurtado, 2011).

Las mareas son del sistema mixto-semidiurno, con dos pleamares y dos bajamares al día (González-Rodríguez, 2008; Tobar-Hurtado, 2011).

Se ha determinado por medio de imágenes satelitales de TSM, la actividad de las surgencias costeras en la Península de Baja California, se ha determinado que la intensidad de estas, varía de acuerdo a fenómenos locales como lo son la dirección e intensidad de los vientos y batimetría de la zona, por lo que determino que, al sur de los 28°N, se localizan las zonas de mayor permanencia de surgencias en Baja California (González-Rodríguez, 2008).

Se ha determinado a estas zonas, como Centros de Actividad Biológica (BAC, por sus siglas en inglés), que se definen como, áreas costeras pequeñas de dimensiones constantes, que presentan permanentemente una alta productividad, en comparación con otras áreas.

La presencia de los BAC's, se da por combinación de varios fenómenos, en los que podemos mencionar surgencias, frentes oceánicos, estructuras de mesoescala (remolinos, frentes, meandros). En la costa Occidental de la Península de Baja California se han identificado tres de ellos, Punta Baja, Bahía de Sebastián de Vizcaíno y el GU (Del Monte-Luna, 2004; González-Rodríguez, 2008).

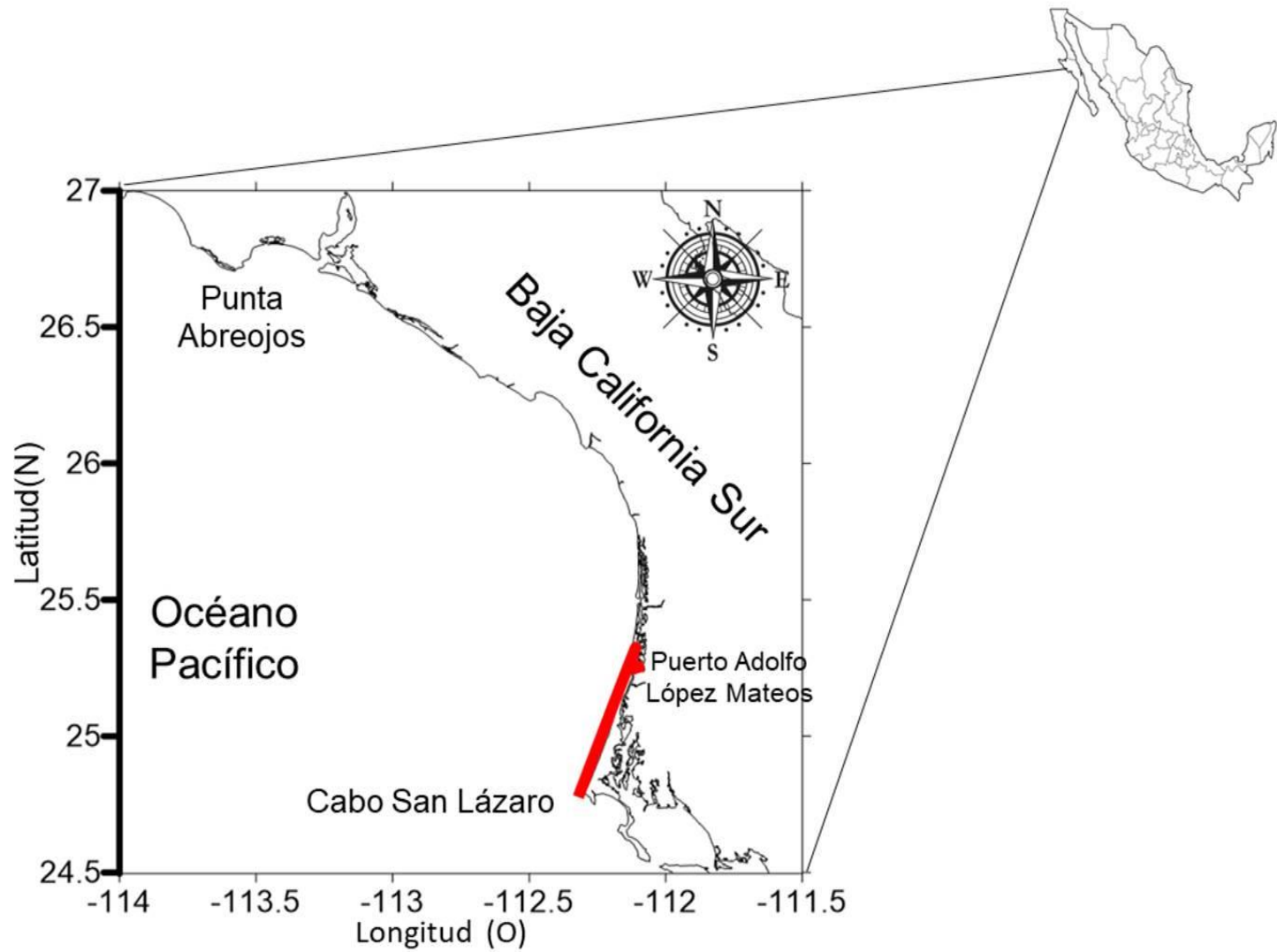


Figura 6. Ubicación del Golfo de Ulloa en la Costa Occidental de Baja California Sur, en rojo se muestra Playa San Lázaro, zona de mayor incidencia de varamientos.

6) METODOLOGÍA

Los datos utilizados para este estudio fueron tomados de los reportes de campo llenados por la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA) durante el periodo 2013-2016 y comparados con los tomados para el año 2016 por el Programa de Recuperación y Repoblamiento de Especies en Riesgo (PROCER) dentro del proyecto “Distribución y condición de las tortugas marinas en el Golfo de Ulloa y Playa San Lázaro, BCS” con número de oficio F00.DRPBCPN/696/2016. El periodo comprendido de agosto-diciembre de 2016, los datos fueron colectados en conjunto por PROFEPA y participantes del proyecto.

La colecta de los datos de varamientos, se realizaron por medio de recorridos terrestres en la playa San Lázaro (45 km) en cuatrimoto y en camioneta 4x4 siguiendo la metodología descrita por Gardner y Nichols (2001).

Los cadáveres, fueron identificados a especie según la clave de identificación propuesta por Pritchard (1999) y Wineken (2000).

Se tomaron las medidas de LCC y ACC con una cinta métrica en centímetros (cm) como indica Bolton (1999). Se tomó una fotografía para la base de datos y se registró su posición geográfica utilizando un GPS (Marca Garmin). Adicionalmente, se examinó el caparazón para encontrar una posible causa de muerte (Koch *et al.*, 2006).

Se describieron y clasificaron las condiciones de los cadáveres de acuerdo a la metodología modificada por Reséndiz y Lara-Uc. (2017) (Anexo, tabla V) y cuando fue posible, se identificó la causa de muerte con base en el estado del cadáver (Anexo, tabla VI). Los datos fueron acomodados y procesados en una tabla en EXCEL 2013 para su posterior análisis.

Se realizaron histogramas de frecuencia, en donde se utilizaron los organismos encontrados en playa para cada año de muestreo y para cada especie de tortuga.

Se realizó una prueba de Kolmogorov-Smirnov para verificar la normalidad de los datos y una prueba para la homocedasticidad, una vez comprobados la

homocedasticidad y normalidad de los datos, se utilizó estadística paramétrica para el análisis de los datos.

Se realizaron ANDEVAS de una vía, donde se compararon los LCC de las especies por años, posteriormente se realizaron pruebas *aposteriori* de Tukey para conocer la estructura de tallas de la población de tortugas marinas en la región de Playa San Lázaro. Los ANDEVAS, fueron realizados con ayuda del programa MathLab.

Se utilizó la clasificación propuesta por Márquez, 2002, para determinar si los organismos varados en playa son organismos juveniles o adultos estos utilizando el LCC (tabla I).

Tabla I. Tallas y pesos reportadas para la transición de juveniles a adultos para cada especie de tortugas marinas (Márquez, 2002).

Especie	Talla y peso reportadas para adultos
<i>Caretta caretta</i>	91.2 cm LCC y 80kg
<i>Chelonia mydas</i>	77.5 cm LCC y 52.2 kg
<i>Lepidochelys olivacea</i>	67.6 cm LCC y 38.1 kg
<i>Eretmochelys imbricata</i>	82.2 cm LCC y 53.9 kg

7) RESULTADOS

Se llevaron a cabo un total de 1,147 recorridos en tierra, realizados en Playa San Lázaro (tabla II). Analizando de manera general los LCC de las tortugas marinas, se encontró una mayor proporción de juveniles que adultos, utilizando las tallas establecidas por Márquez, 2002 (Fig. 7).

Tabla II. Número de tortugas varadas en Playa San Lázaro por especie

<i>Caretta caretta</i>	<i>Chelonia mydas</i>	<i>Lepidochelys olivacea</i>	<i>Eretmochelys imbricata</i>
1093	267	110	5
Total			1475

Es importante resaltar que para *E. imbricata*, solo se reportaron 5 ejemplares varados a lo largo del monitoreo, siendo excluidos de los análisis estadísticos.

El año 2013 fue en el que más varamientos se reportaron para las cuatro especies de tortugas, y el año 2015 en el que menos varamientos se reportaron, solo encontrando tres especies de tortugas marinas (tabla III).

Proporción de juveniles y adultos tortugas marinas 2013-2016

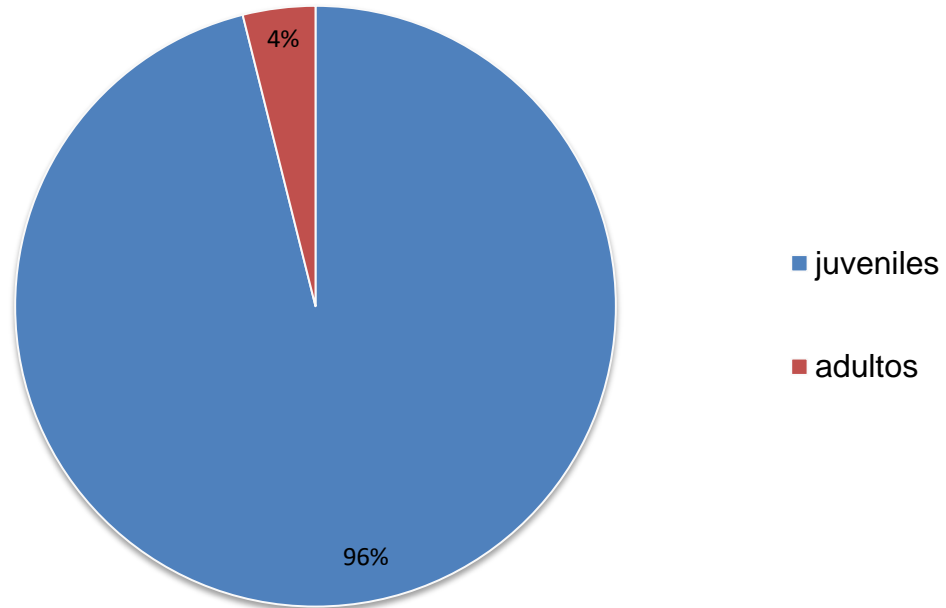


Figura 7. Proporción de juveniles y adultos encontrados para GU durante los cuatro años de monitoreo.

Para el año 2013 se realizaron un total de 242 recorridos terrestres. Se reportaron un total de 914 especímenes de tortugas marinas para ese año (tabla III). El mes julio fue donde más organismos varados se encontraron, con un total de 212 varamientos, encontrándose que 189 correspondían a *C. caretta*. En contraste durante los meses de enero y febrero solo se reportaron siete varamientos para cada uno de estos meses, presentándose el mayor número de varamientos para *C. caretta* (Fig. 8).

Tabla III. Número de varamientos y porcentajes para cada una de las especies de tortugas marinas presente en Golfo de Ulloa, para cada año de monitoreo.

Año	<i>C. caretta</i>		<i>C. mydas</i>		<i>L. olivacea</i>		<i>E. imbricata</i>		TOTAL
	N° org. varados	% org. varados	N° org. varados	% org. varados	N° org. varados	% org. varados	N° org. varados	% org. varados	
2013	754	82.49	117	12.80	40	4.38	3	0.33	914
2014	144	67.29	36	16.82	32	14.95	2	0.93	214
2015	69	43.95	62	39.49	26	16.56	0	0.00	157
2016	126	66.32	52	27.37	12	6.32	0	0.00	190

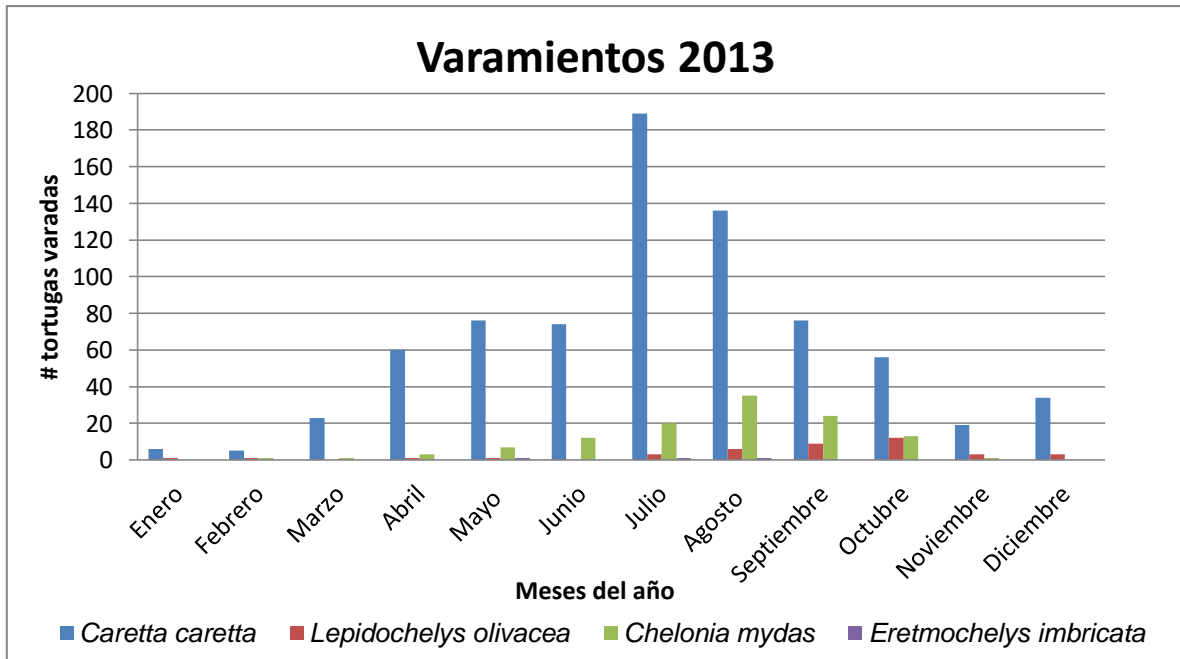


Figura 8. Varamientos reportados para las cuatro especies de tortugas marinas para el año 2013

De todos los organismos no se logró obtener las medidas morfométricas (LCC y ACC), debido al estado de descomposición en el que se encontraban o simplemente no fueron reportadas. Para *C. caretta* se obtuvieron las medidas de LCC y ACC de 615 individuos. Para *C. mydas* se obtuvieron las medidas morfométricas de 105 organismos, 30 medidas para *L. olivacea* y solo dos para *E. imbricata*.

Se clasificó a los organismos en juveniles y adultos, utilizando las medidas de LCC (tabla IV).

Año	<i>C.caretta</i>				<i>C. mydas</i>				<i>L. olivacea</i>				<i>E. imbricata</i>			
	Juveniles	% Juveniles	Adultos	% Adultos	Juveniles	% Juveniles	Adultos	% Adultos	Juveniles	% Juveniles	Adultos	% Adultos	Juveniles	% Juveniles	Adultos	%Adultos
2013	604	99.51	3	0.49	94	91.26	9	8.74	20	66.67	10	33.33	2	100	0	0
2014	134	100	0	0	34	100	0	0	18	56.25	14	43.75	2	100	0	0
2015	65	100	0	0	61	98.39	1	1.61	22	84.62	4	15.38	0	0	0	0
2016	118	97.52	3	2.48	49	96.08	2	3.92	8	72.73	3	27.27	0	0	0	0

Tabla IV. Proporción de juveniles y adultos encontrados para tortugas marinas en Golfo de Ulloa, para cada año de monitoreo.

Para el 2014 se realizaron un total de 355 recorridos terrestres en playa San Lázaro obteniendo un total de 214 varamientos. La especie con más varamientos durante este año fue *C. caretta*, se identificaron varamientos de otras tres especies de tortugas marinas (tabla III).

Se encontró que el mes con el mayor número de varamientos fue abril, con un total de 42 organismos varados, en ese mismo mes se reportó la mayor cantidad de organismos varados para *C. caretta*. Caso contrario ocurrió en el mes de noviembre, en donde solo se reportaron 3 organismos, siendo todos para *C. caretta* (Fig. 9).

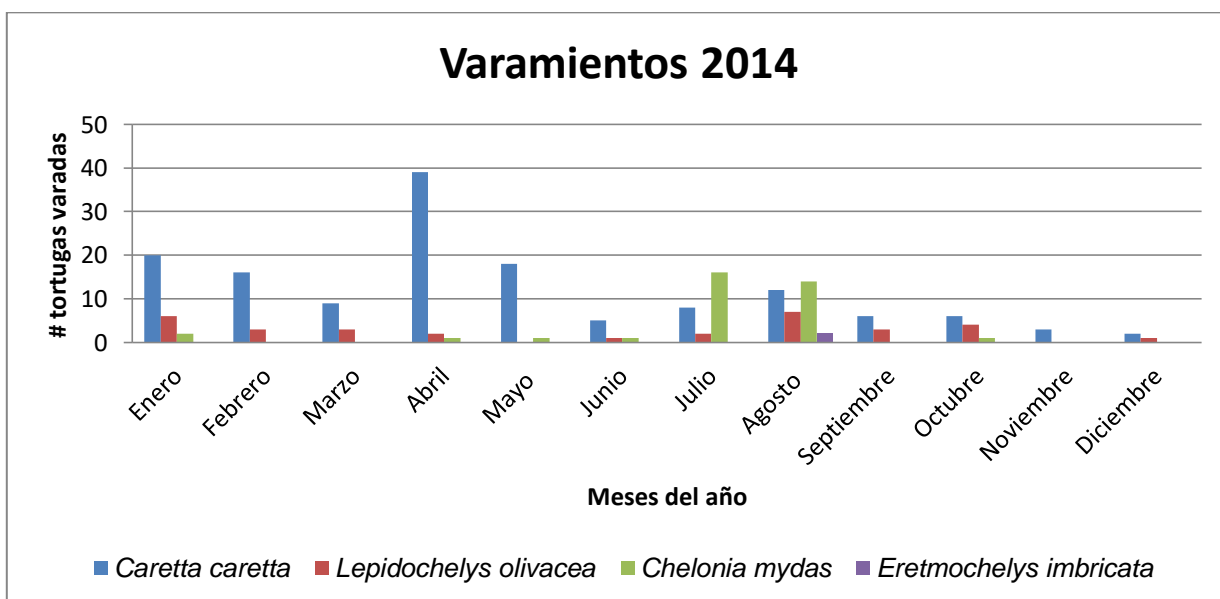


Figura 9. Varamientos reportados para tortugas marinas en el año 2014.

Al igual que para el año 2013 no se obtuvieron todas las medidas de los caparazones teniendo un total de 134 organismos para *C. caretta*, 34 para *C. mydas*, 32 para *L. olivacea* y 2 para *E. imbricata*. Con estas medidas se determinó que para las cuatro especies existen una mayor proporción de organismos juveniles (tabla IV).

Para el año 2015 se realizaron un total de 324 recorridos por Playa San Lázaro con 157 varamientos, siendo *C. caretta*, la especie con el mayor número de organismos varados en ese año (tabla III). Este mismo año, se presentó la menor cantidad de organismos varados con respecto a los años anteriores.

El mes de agosto, fue en el que se encontró la mayor cantidad de organismos varados con 39 organismos, siendo el mayor número de estos para *C. mydas*; el máximo número de organismos varados fue para *C. caretta* con 25 organismos para el mes de julio (Fig. 10). Con respecto al LCC, se encontró una mayor proporción de juveniles que adultos (tabla IV).

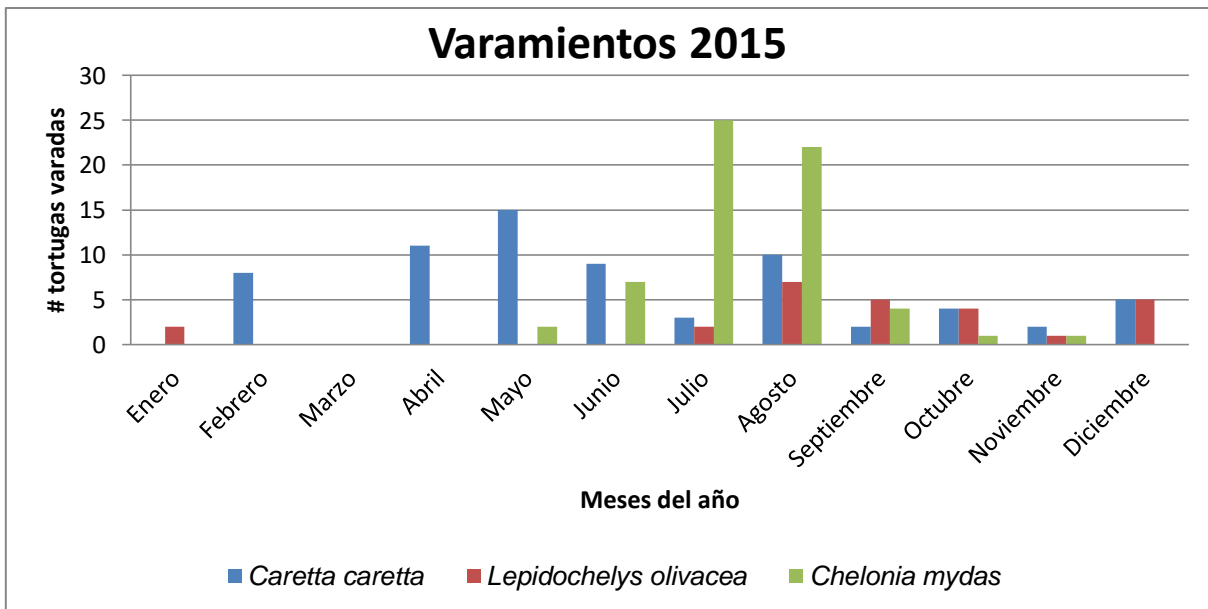


Figura 10. Varamientos reportados para el Golfo de Ulloa para el año 2015.

Por último, para el año 2016, se realizaron un total de 223 recorridos en Playa San Lázaro, reportándose 190 ejemplares de tortugas marinas varadas (tabla III). La mayor proporción fue de juveniles para las tres especies reportadas en ese año (tabla IV). El mes de mayo fue en el que se encontró una mayor cantidad de tortugas varadas, siendo 46 las encontradas; *C. caretta* la más afectada.

Este año a partir del mes de septiembre, se presentó una disminución del número de organismos encontrados varados (Fig. 11).

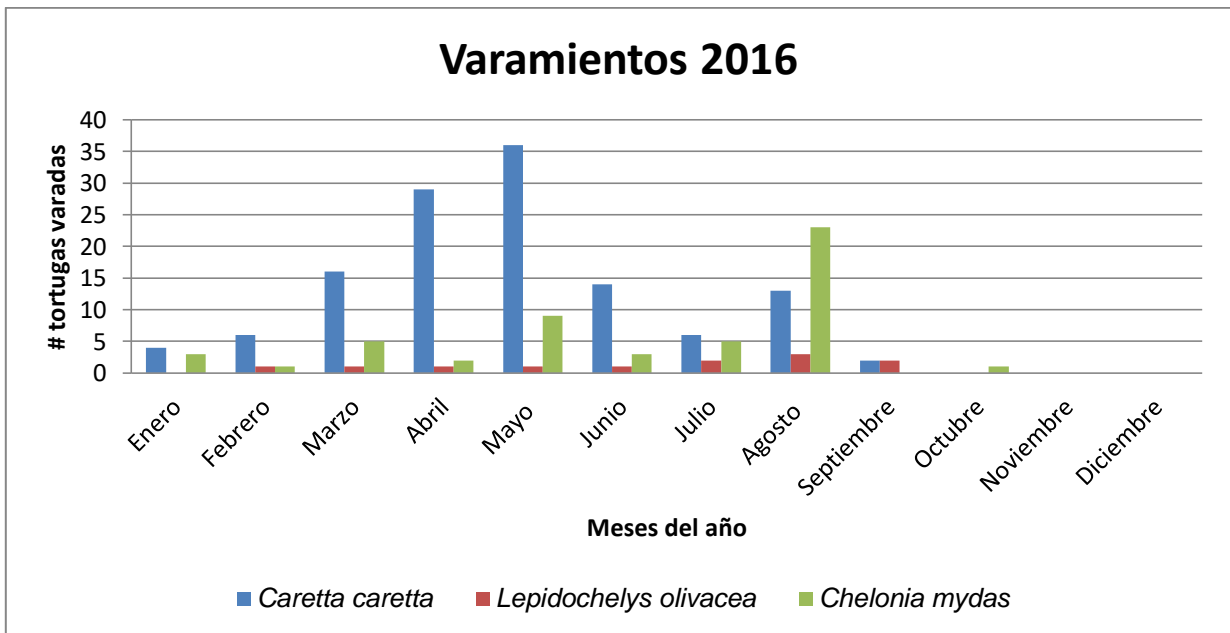


Figura 11. Varamientos de tortugas marinas reportados para el Golfo de Ulloa en el año 2016.

Al analizar el LCC de *C. caretta* tenemos que el 95% confianza y con una $p=0.0332$, tenemos que existen diferencias significativas entre las tallas del año 2013 y 2016, encontramos que las tallas de todos los años son similares al año 2015 (Fig. 12). Con una media para el año 2013 de 68.02 cm ($n=606$), para el 2014 $x= 67.91$ cm ($n=134$), el año 2015, $x=69.54$ ($n=65$) y por último para el año 2016, $x =70.11$ ($n=113$).

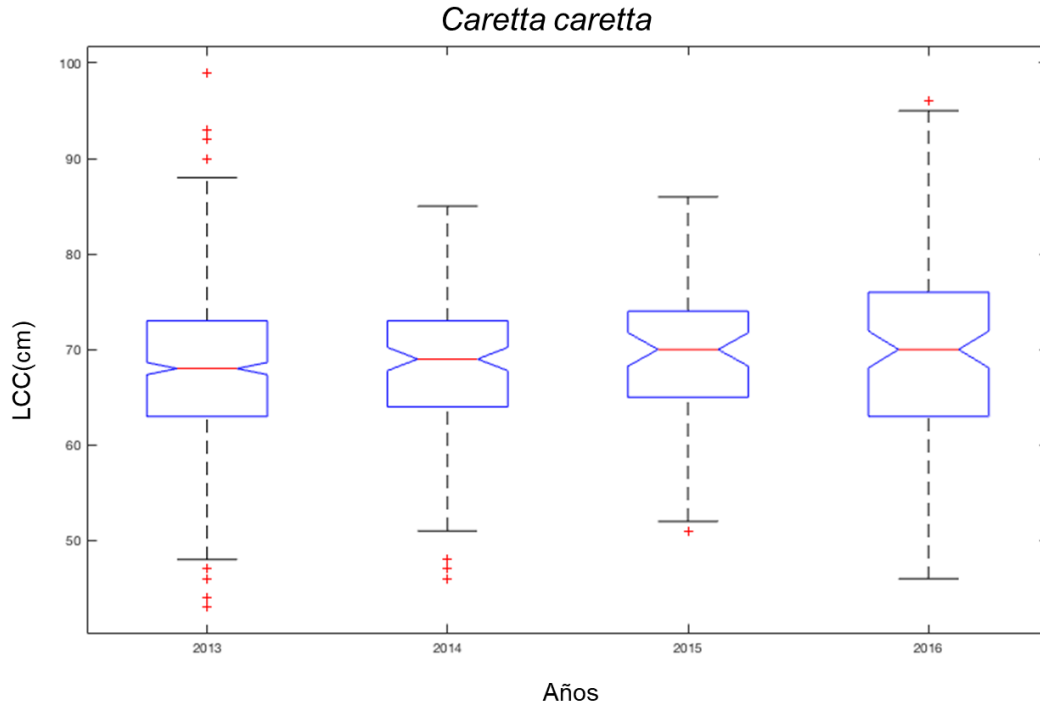


Figura 12. Tallas de Largo curvo del caparazón (LCC) para la especie *C. caretta* a lo largo de los cuatro años de monitoreo dentro del GU.

El análisis de LCC para *C. mydas*, nos indican que el 95% de confianza y con valor de $p=0.0630$, se encontró que no hay diferencias significativas en las tallas de los caparazones para esta especie, siendo todas las tallas similares a lo largo de los años de monitoreo (Fig. 13). Presentando en el año 2013 una $x= 63.29$ ($n=103$), en el año 2014 $x=60.33$ ($n=34$), en el año 2015 $x=60.23$ ($n=63$) y por último en el año 2016 $x=60.08$ ($n=59$).

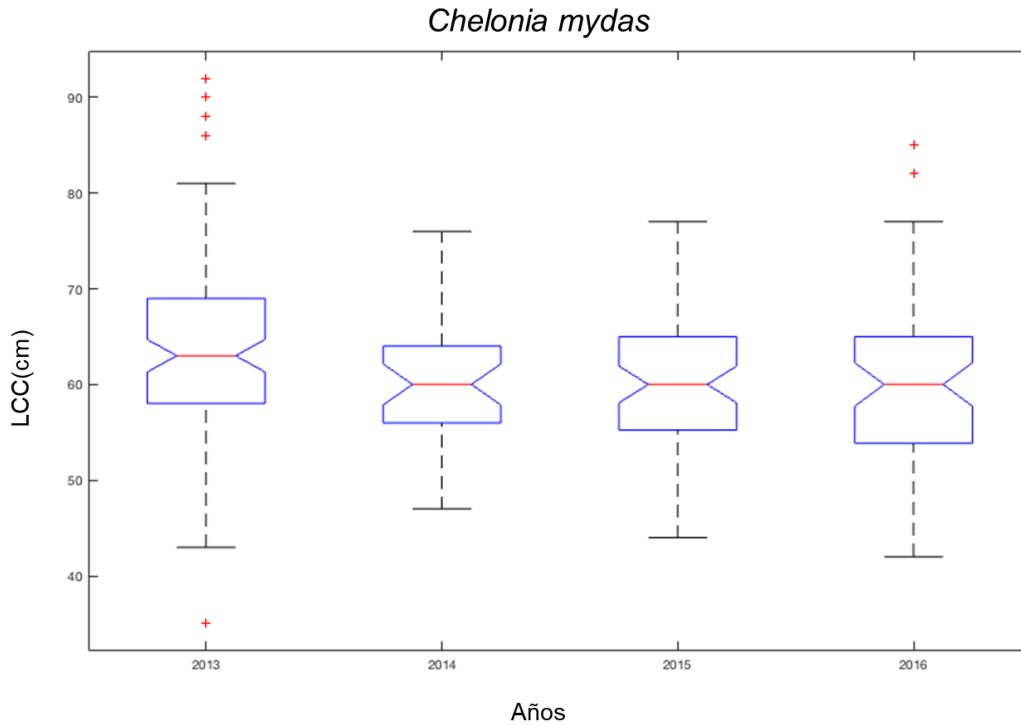


Figura 13. Talla de Largo curvo del caparazón (LCC) para la especie *C. mydas* a lo largo de los cuatro años de monitoreo dentro del GU.

Por otro lado, al analizar LCC, para *L. olivacea* durante los años de muestreo, se encontró que un 95 % con una $p=0.71$, no existen diferencias significativas entre las tallas de los organismos (Fig. 14).

Para esta especie en particular, se encuentra un traslape mayor entre los años debido a que existe una mayor similitud entre las tallas, además de tener un valor alto para p . Se encontró una $x=63$ cm ($n=30$) para el año 2013, para el año 2014 $x=64.9$ ($n=32$), para el año 2015 $x=63.76$ ($n=25$) y por último para el año 2016 $x=63.07$ ($n=11$).

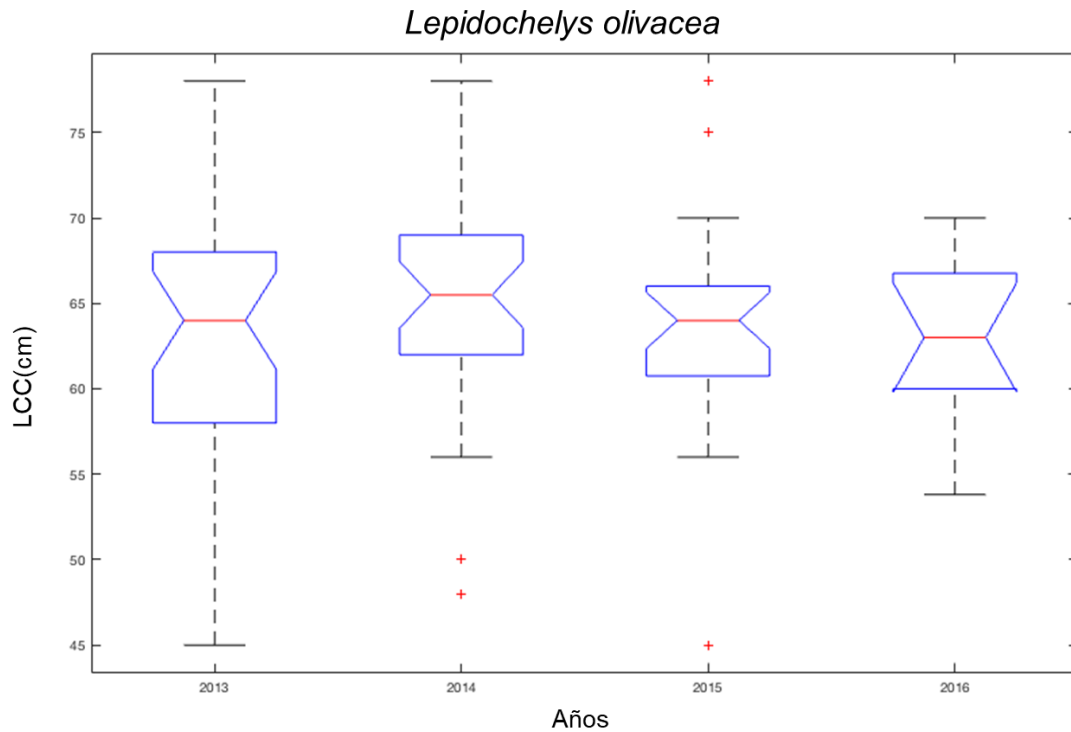


Figura 14. Talla de LCC para la especie *L. olivacea* a lo largo de los cuatro años de monitoreo dentro del GU.

Se analizaron las tallas de LCC para cada una de las especies a lo largo de todos los años de monitoreo, en donde la categoría de 66-70 cm de LCC, fue en la que se encontró la mayor cantidad de tortugas varadas.

Fue en esta misma categoría de talla, donde coincide que el mayor número de organismos para las especies *C. caretta* y *L. olivacea* vararon en Playa San Lázaro. Para la especie *C. mydas* se encontró que la mayor cantidad de organismos se encuentra en la categoría 56-60 cm.

La mayor cantidad de varamientos fueron tallas intermedias, teniendo pocos organismos de tallas chicas y tallas grandes. Se reportó que el organismo más pequeño midió 35 cm LCC y fue de la especie *C. mydas* y el más grande 99 cm de LCC para la especie *C. caretta* (Fig. 15).

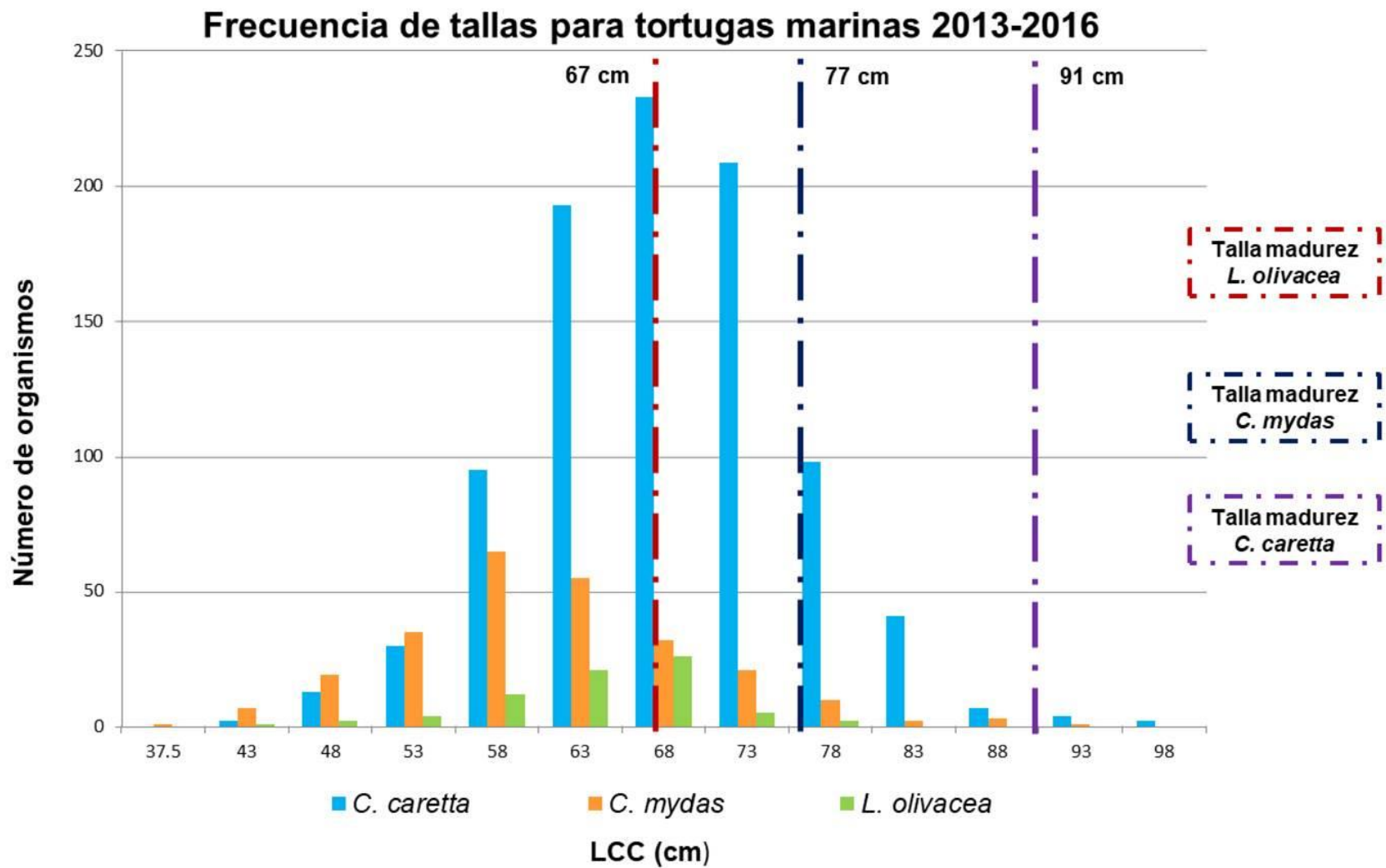


Figura 15. Frecuencia de tallas para tortugas marinas en GU, en el periodo 2013-2015. En línea punteada se marca la talla en la que cada especie alcanza la madurez sexual.

Al analizar los rangos de tallas para el año 2013, encontramos que en el rango de clase 60-70 cm, fue donde se encontró el mayor número de organismos varados, siendo el máximo de 300 organismos, coincidiendo esta misma clase para las tres especies principales encontradas en el área (Fig. 16).

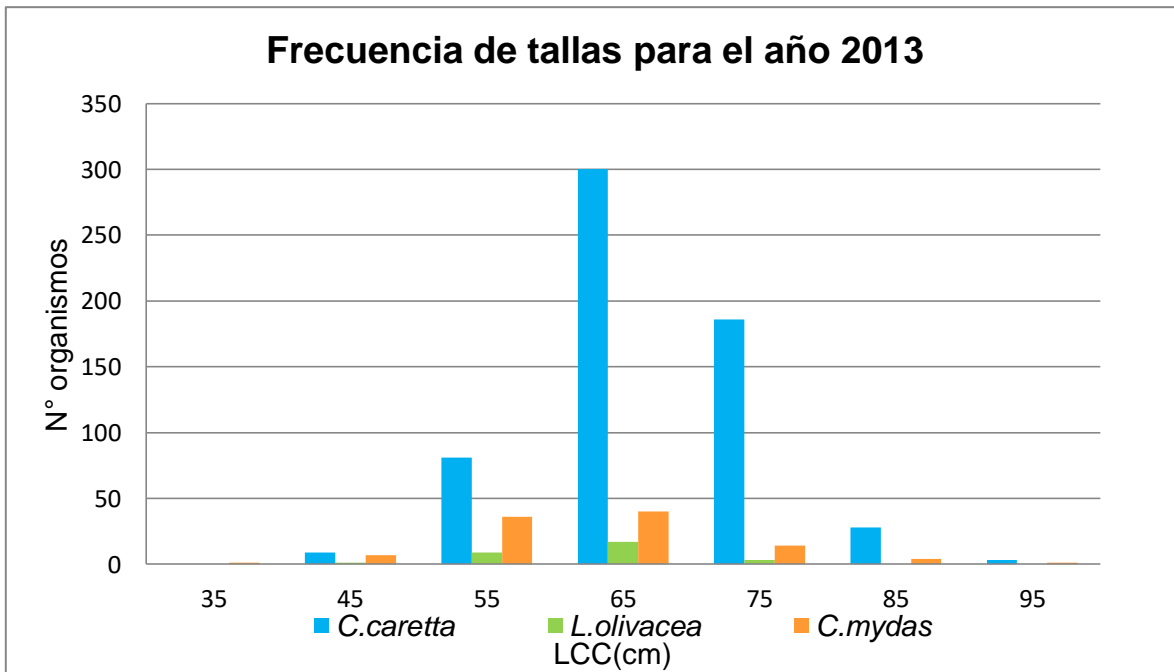


Figura 16. Distribución de LCC para las especies presentes en el GU, en el año 2013.

Al analizar los datos para el año 2014, encontramos que el rango de talla con más frecuencias fue de 66-75 cm, esto para las especies de *C. caretta* y *L. olivacea*. Por otro lado, para *C. mydas*, el rango de tallas más frecuente fue de 56-65 cm.

A diferencia con el año anterior (2013), las frecuencias máximas coinciden más entre las tres especies, aunque siendo la más afectada *C. caretta*. Volviéndose a encontrar que, de las 4 categorías de clase realizadas para ese año, las mayores frecuencias se encuentran en las categorías intermedias (Fig. 17).

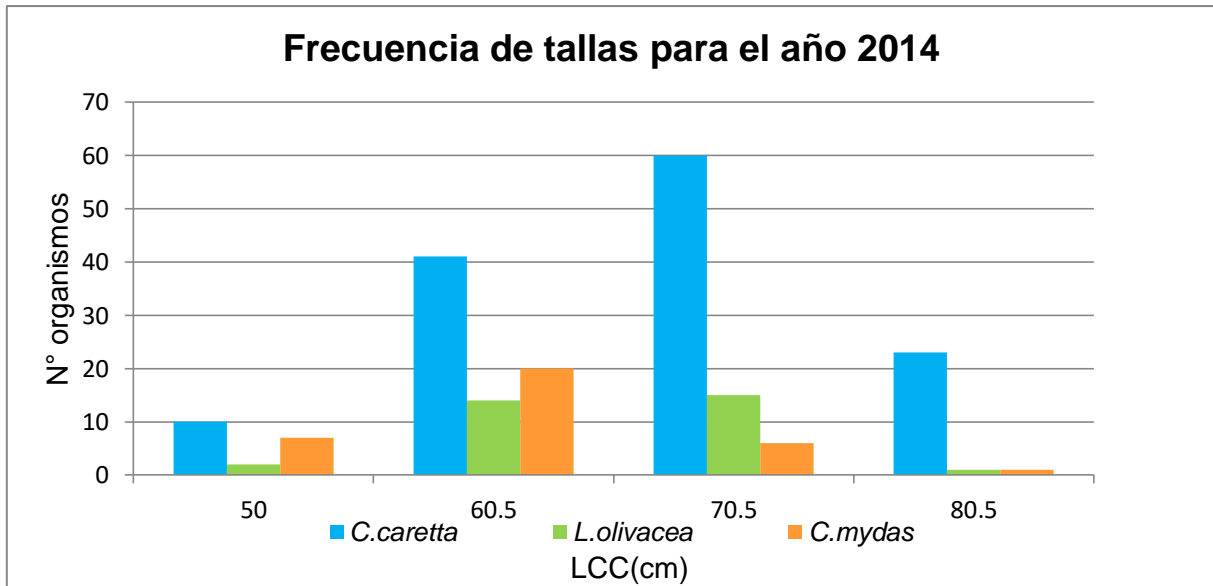


Figura 17. Distribución de LCC para las especies presentes en el GU, en el año 2014.

El año 2015, la categoría de clase con más frecuencias fue de 61 a 70 cm, presentando valores similares en cuanto al número de frecuencia, nuevamente para *C. caretta* y *L. olivacea*.

Para *C. mydas*, la categoría de clase con mayor frecuencia de varamientos fue de 51-60 cm de LCC.

Nuevamente los organismos se encontraron más concentrados a tallas intermedias, el organismo más pequeño fue para la especie *C. mydas* con 44 cm de LCC y el organismo más grande fue para *C. caretta* con 86 cm de LCC (Fig. 18).

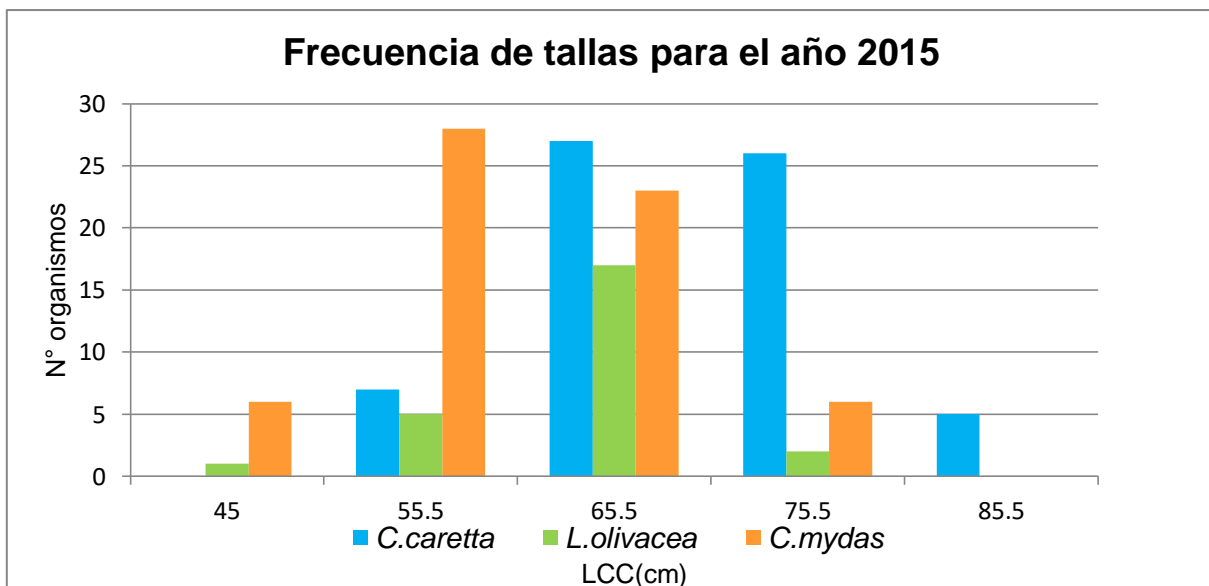


Figura 18. Distribución de LCC para las especies presentes en el GU, en el año 2015.

Por último, para el año 2016, se encontró que la categoría de clase con mayores frecuencias fue de 61 a 70 cm de LCC, siendo esta categoría en la que se encontró el mayor número de varamientos, encontrando organismos varados para las tres especies de tortugas marinas reportadas para ese año.

Sin embargo, en la categoría de 71 a 80 cm fue donde se encontró el mayor número de organismos para la especie *C. caretta*.

Por otro lado, para la especie *C. mydas* la categoría de clase más frecuente fue de 51 a 60 cm (Fig. 19).

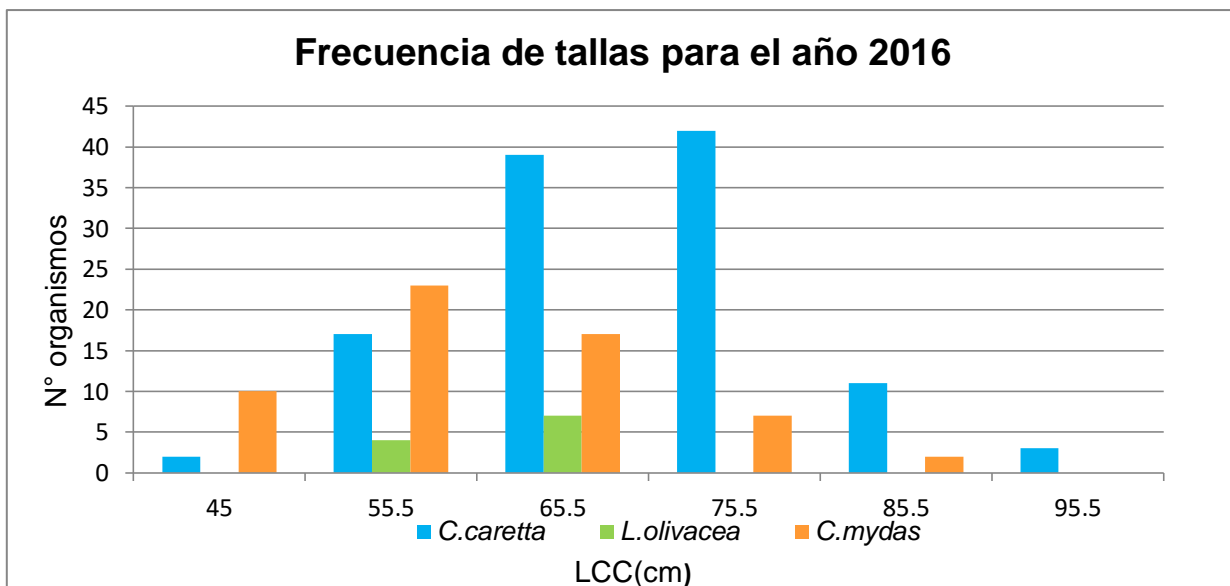


Figura 19. Distribución de LCC para las especies presentes en el GU, en el año 2016.

8) DISCUSIÓN

El GU presenta características similares a aquellos asociados a corrientes de frontera occidental. Algunos de estos sistemas, como el Sistema de Corriente Canaria y el de la Corriente de Benguela, en la costa occidental de África, presentan altos niveles de producción primaria neta.

En el caso particular del GU, la situación es más compleja ya que las surgencias ocurren con mayor intensidad y por periodos más largos a los reportados para la corriente Canaria; además la estructura de la línea de costa permite la formación de frentes y giros (González-Rodríguez, 2008), estas condiciones de alta producción resultan en BAC, importante como el GU. Las condiciones oceanográficas pudieran ser uno de los factores más importantes, ya que el comprender mejor la dinámica de las corrientes superficiales y profundas permitiría saber la dispersión de los organismos muertos y conocer el origen de aquellos encontrados en la playa.

Estos BAC, como es conocido el GU, descrito por varios autores (Lluch-Belda, 2000; González-Rodríguez, 2008), presenta características muy similares a otros grandes sistemas de corriente, lo cual lo hace muy productivo, favoreciendo la biodiversidad marina, atrayendo así a muchas especies, incluidas las tortugas marinas.

El GU es bien conocido por su calidad y abundancia en cuanto a pesquerías, siendo un área productiva, dentro de las principales pesquerías están la de camarón, almejas, pulpo, pelágicos menores, tiburón, pepino de mar, langostas, jaiba, recurso escama entre otros.

Siendo este último (recurso escama), el de mayor importancia en la interacción pesca-tortugas, debido a que se ha visto que existe una fuerte relación entre los meses en que se lleva a cabo esta pesquería en los meses de mayo a agosto, con un incremento en el número de varamientos en esta misma temporada (Valdez-Leyva, 2012; DOF, 2015). La presencia de la especie se ve influenciada por las agregaciones ocasionadas por la langostilla roja (*Pleuroncodes planipes*), uno de los principales componentes de su dieta.

Las tortugas varadas son principalmente juveniles, encontrando organismos muy alejados a sus tallas de madurez sexual, lo cual resulta un gran problema para la conservación de las especies, no dejándolos llegar a reproducirse, aunque sea una vez en su vida; trayendo implicaciones graves en las poblaciones de tortugas marinas, no solo de manera local si no de manera general en las poblaciones a nivel mundial.

Un aspecto importante, es que los organismos varados presentan tallas de LCC muy similares entre sí y en el rango de los 51- 80 cm de LCC, considerados organismos juveniles, sin presentar diferencias significativas entre especies, lo cual nos indica que las tortugas utilizan el área como una zona de refugio y crecimiento debido a que este presenta las condiciones necesarias para que las tortugas permanezcan por largos periodos de tiempo.

C. caretta presentó el mayor número de tortugas encontradas en playa varadas, aunque no fueron las únicas, ya que en el área también podemos encontrar algunas otras especies de tortugas e incluso mamíferos marinos, siendo los más comunes delfines y lobos marinos. Existe una alta tasa de varamientos en el área no solo para tortugas marinas sino también para otras especies, lo que pone como un foco rojo a México, surgiendo la necesidad por conocer que es lo que ocurre en el área que provoca estos decesos.

A pesar de que existen diversos trabajos en GU sobre tortugas marinas, encontrándose enfocados a identificar causas de muerte (Seminoff *et al*, 2004; Peckham *et al*, 2007; Peckham *et al*, 2008; Senko *et al*, 2010; Koch *et al*, 2013; Senko *et al*, 2014; Seminoff *et al*, 2014; Gómez-Gallardo Unzueta *et al.*, 2014). Una de las principales causas de muerte que se exponen es la pesca ribereña, esto debido a que es la actividad más importante en la región, y que además las zonas de incidencia de varamientos coinciden con las zonas de pesca o con comunidades pesqueras (Gómez-Gallardo Unzueta *et al.*, 2014; López-Ramírez, 2018). Ambos trabajos coinciden que no es la única causa de muerte, y que no se cuenta con la suficiente evidencia en los organismos varados, se menciona que pudieran existir otros factores afectando la sobrevivencia de tortugas marinas y otras especies en la región.

A pesar de todos los esfuerzos por conservar las poblaciones de tortugas marinas a nivel mundial, en el GU, se han presentado eventos de mortalidad masivos en los años 2012 y 2013, siendo la principal teoría de la causa de muerte la interacción tortugas-pesca.

Los individuos revisados físicamente en 2013 fueron 914 pero solo 11 presentaron evidencia o marcas de interacción con algún arte de pesca. La herida más común fue por anzuelos; el que presenten heridas de este tipo no determina que esta sea necesariamente la causa de muerte. Las tortugas no presentan evidencia de que hayan sido muertas por alguna interacción con algún arte de pesca, es evidente que hay un traslape entre la temporada de pesca y el aumento de los varamientos, según lo reportado por Ramírez-Rodríguez *et al.*, 2010, la pesquería de escama se práctica durante todo el año, aunque con los mayores volúmenes de captura para los meses de mayo-agosto.

Este traslape con la pesquería de escama, coincide de la misma manera con la pesquería de camarón que se práctica en la zona, durante los meses de septiembre-marzo. Para esta pesquería, se utilizan redes de arrastre de fondo con doble aparejo, los cuales son jalados por una embarcación tipo buque pesquero típico camaronero (INAPESCA, 2012), se sabe que este método es muy eficiente para este recurso,

también es agresivo para otras especies, ya que suelen tener altas tasas de captura de especies no objetivo o mejor conocidas como fauna de acompañamiento (de la Rosa-Meza, 2005).

Otro aspecto importante es que el esfuerzo también se vio incrementado para el año 2014, teniendo más salidas y de manera más constantes que a diferencia del año anterior, donde los monitoreos en tierra no se realizaron de manera constante. El año 2015, presenta una disminución en el número de varamientos a lo largo del año, se aprecia el traslape con algunas temporadas de pesca, como ya se mencionó la pesquería de escama fue la de mayor interacción.

L. olivacea, es la que presenta el menor número de varamientos a lo largo de los cuatro años analizados en este trabajo, y esto puede deberse a que el área es considerada como un área importante para la alimentación y por consiguiente un importante área de refugio y crecimiento no solo para tortugas marinas sino también para otras especies de interés comercial, notándose que los meses donde más varamientos se presentan es durante los meses de mayo a septiembre, considerando el pico máximo de anidaciones para esta especie en los meses de julio a enero, aunque pudiendo presentar anidaciones durante todo el año (CONANP, 2011), esto podría ser la razón por la cual, *L. olivacea* no se ve tan afectada en esta región, considerando que debería de encontrarse en áreas cercanas a su playas de anidación, siendo las más importantes en Todos Santos, Cabo San Lucas y San José del Cabo, todas localizadas al sur del GU.

Las especies más afectadas *C. caretta* y *C. mydas*, poseen historias de vida muy similares entre sí, dejando sus playas de anidación para migrar a sus zonas de alimentación. La primera viajando miles de kilómetros desde el archipiélago japonés, hasta la península de Baja California, más en específico en el GU, que es considerado como un punto de agregación importante para la especie, en donde se saben que pueden permanecer por años alimentándose y creciendo, basando su dieta principalmente en langostilla roja, pudiéndose alimentar de crustáceos, moluscos, peces (CONANP, 2011).

Para *C. mydas*, ocurre lo mismo, pero viajando desde playas de Michoacán hasta las costas de Baja California, ya que a esta especie se le puede encontrar tanto en el Golfo de California como en el Pacífico en bahías, lagunas y esteros, es decir en zonas un poco más protegidas, en donde se le consideran como sus zonas prioritarias de alimentación, se les ha visto alimentándose dentro y fuera del Golfo de California, alimentándose principalmente de algas y pastos marinos (CONANP, 2011). Ambas especies se les ha observado alimentándose en el área, por lo que no es de extrañarse que sean las especies más afectadas y con mayores reportes de organismos muertos en playa.

Se debe tener en cuenta, que encontrar organismos varados nos brinda información sobre la ecología, biología y aspectos de vida sobre una especie o varias, en este caso sabemos que las tortugas se encuentran en el área alimentándose, el estado de descomposición en el que se encontraron, en su mayoría fue en fase 3 o 4, esto siguiendo la clasificación de medicina forense modificada por Reséndiz y Lara-Uc, 2017.

El número de organismos varados entre cada una de las especies varía mucho, este hecho respalda la idea en que los organismos juveniles son lo que se ven más afectados, y siendo *C. caretta* la más afectada. Esto se pudo comprobar al comparar el número de varamientos con las tallas en la que alcanzan su madurez sexual, *L. olivacea*, es la que necesita una menor talla para alcanzar la madurez sexual, por consiguiente, se vuelve menos vulnerable a morir en la zona, debido a que pasa menos tiempo en la zona. En cambio *C. caretta* y *C. mydas*, al alcanzar la madurez sexual a tallas mayores, se presentan como especies más susceptibles a morir en la zona, pasando más tiempo para poder crecer y poder alcanzar las tallas de adultos.

Al analizar los datos y compararlos con las temporadas de pesca, hay un traslape evidente fue a partir de las grandes mortandades de años anteriores (reportadas desde el año 2000) (Koch *et al.*, 2006), en el 2014 sale publicado el Programa de Ordenamiento pesquero para la zona y en abril del 2015 la publicación en el Diario Oficial de la Federación del Establecimiento de un Refugio Pesquero en la Zona con un periodo de dos años, estableciéndose las regulaciones y restricciones para las

artes de pesca permitidas en la zona. Estas dos acciones sumadas al programa de Observadores a Bordo, provocaron que los varamientos a partir del año 2014 se vieran disminuidos (SAGARPA, 2014; DOF, 2015).

Estas acciones resultaron benéficas ya que existió una disminución en el número de organismos varados en playa, a pesar de esto, se siguieron encontrando tortugas varadas en playa, siendo las especies más afectadas *C. caretta* y *C. mydas*, como medida alternativa en junio de 2016 entra en rigor una veda para la pesquería de escama con una de duración de 3 meses (24 junio hasta 30 septiembre de 2016), esto con el fin que el número de varamientos se viera disminuido, a pesar de esto durante estos meses siguieron presentándose varamientos, fue hasta los meses posteriores que estos se vieron reducidos hasta ser casi nulos.

En el GU no se han reportado estudios contundentes sobre la posible influencia de las corrientes en el transporte de tortugas muertas, Koch *et al.*, (2013), realizaron un experimento utilizando naranjas, el cual consistió en soltar las naranjas en diferentes sitios dentro del GU y con esto poder estimar el número de tortugas muertas dentro del área, tomando en cuenta la influencia de las corrientes, el experimento dio como resultado conocer el posible movimiento que podrían tener las tortugas, resultando un poco alejado de la realidad, debido a que el peso de una naranja no es equiparable con el de una tortuga, así como todos los procesos por los que pasa una tortuga una vez que muere (*cambios post-mortem*), todos estos factores, hacen que estas estimaciones sean poco asertivas al respecto.

Playa San Lázaro, ha sido la playa con mayor número de varamientos en BCS siendo *C. caretta* la especie más afectada, concordando con lo mencionado con muchos autores que han realizado trabajos en el área (Seminoff *et al.*, 2004; Koch *et al.*, 2006; Peckham *et al.*, 2009; Mancini, 2009; Koch *et al.*, 2013; Seminoff *et al.*, 2014 más no es la única ya que también se presentan varamientos de otras especies como lo son *C. mydas* y *L. olivacea*, son estos mismos autores los que han determinado que la temporada de mayor incidencia de varamientos es en los meses de mayo-septiembre que coincide con la temporada de pesca de escama, en contraste durante los meses analizados no se cumple con esto durante todos los

años, siendo variable para cada una de las especies, además de que se presentan varamientos a lo largo de todo el año.

En todos los trabajos reportados para la zona, ha sido difícil determinar las causas de muerte de los organismos, esto debido al alto grado de descomposición en el que se encuentran en playa, lo que dificulta emitir un diagnóstico. A pesar de los esfuerzos por instancias gubernamentales, asociaciones civiles, pescadores y comunidades aledañas a la zona, siguen apareciendo organismos muertos en playa, lo cual nos indica que existen otros motivos por los cuales las tortugas mueren en la zona, algunos de estos factores podrían ser factores naturales.

En la actualidad se han empezado a utilizar técnicas de Medicina Forense Veterinaria (MFV), permitiendo determinar estas causas (Reséndiz y Lara-Uc, 2017), a pesar de la implementación de estas nuevas técnicas, ha sido difícil de aplicar a tortugas marinas debido al estado de descomposición, por lo que aún se tiene un alto número de organismos sin determinar las causas de muerte o con pruebas fehacientes de determinar un posible agente infecto-contagioso, daños antropogénicos o posibles causas naturales.

Algunos autores como Seminoff *et al.*, 2014, consideran el GU como una de las zonas más importantes de forrajeo para *C. caretta*, esto gracias a que el área funge como la zona de agregación más importante para la especie en el Pacífico norte, la mayor parte enfocados a causa de muerte o interacciones con actividades antropogénicas (Seminoff *et al.*, 2004; Peckham *et al.*, 2007; Peckham *et al.*, 2008; Koch *et al.*, 2013; Seminoff *et al.*, 2014), pero existe la presencia de subadultos y adultos, siendo representados en una menor cantidad para cada una de las especies.

Los organismos que llegan a aguas de BCS, de tallas pequeñas y encuentran sitios ideales para su crecimiento, alimentación y protección, uno de estos sitios en el GU, en el cual pueden permanecer por años, hasta alcanzar la madurez sexual y regresar a sus playas de anidación.

A pesar de los numerosos estudios en el área, en su mayoría dirigidos a *C. caretta*, fue a partir del año 2000, donde se inició un monitoreo para el conteo de organismos varados en Playa San Lázaro, realizando un mayor esfuerzo durante los meses de mayor abundancia de varamientos (abril-septiembre), en todos los trabajos se trata de determinar las causas de muertes, teniendo en todos los casos el mismo problema, el alto grado de descomposición en el que se encuentran los organismos varados, lo cual dificulta determinar una causa de muerte.

Merino-Zavala *et al.*, (2018) reportaron ejemplares apareándose, por lo cual no se puede seguir considerando una zona exclusiva para juveniles como mencionaba Seminoff *et al.*, 2014.

Peckham *et al.*, (2008), durante los años 2003-2007 analizo los varamientos de *C. caretta*, donde encontraron una mayor abundancia entre tallas de los 60-80 cm de LCC, esto concuerda con este trabajo para cada uno de los años, siendo tallas aún consideradas para juveniles, y un tanto alejadas de las tallas reportada para adultos (Márquez, 2002). Determinaron que el 15- 20% por pesca incidental, en contraste con nuestros resultados que fue <5% de los organismos reportados durante los cuatro años, presentaron tener una interacción directa con la pesca.

Koch *et al.*, 2016 mencionan que existen otras amenazas que pueden estar causando la muerte de tortugas en la zona, como lo es la basura, en el caso particular de los plásticos, como se ha visto en diversos casos con otras especies, confunden sus alimentos con estos plásticos los cuales pueden causar daños no solo a corto plazo si no también a largo plazo. Otras causas que reportaron fueron la contaminación metales pesados, a pesar de esto se sabe y se ha comprobado que la zona es rica en metales ya que existen yacimientos cercanos en la zona sin embargo no se ha encontrado evidencia que demuestre alguna afectación en las tortugas.

Koch *et al.*, (2016), en el capítulo denominado Tortuga caguama del libro titulado las tortugas marinas en México: Logros y perspectivas para su conservación, mencionaron la problemática generada a lo largo de los años en el GU, con respecto a *C. caretta*, representando en una de sus gráficas (Capítulo 2, Fig. 4) las mortandad de tortugas, estos resultados no concuerdan con los datos oficiales presentados por

PROFEPA para la realización de este trabajo ya que, se presentan más organismos varados para los años 2013 y 2014, y una menor cantidad en los años 2015 y 2016. En este mismo capítulo se presenta otra gráfica (Capítulo 2, Fig.6) en donde se hace un compilado desde el 2003-2016, separando el 2016 y enfocándose en los meses en los que se implementó la veda de la pesquería de escama en la región. En contraste con nuestros resultados no coinciden los datos presentados en la gráfica incluso comparando solo los meses en los que se presenta la veda, ya que solo durante los meses de junio-septiembre del 2013 hasta el 2015 PROFEPA reportaron un total de 530 varamientos de *C. caretta* en la región de Cabo San Lázaro. Mientras que Koch *et al.* reportaron un promedio de 276 tortugas en un periodo de 12 años, además para el año 2016 hasta el mes de septiembre reportaron un total de 20 tortugas sin embargo según lo reportado por la PROFEPA para esos meses se reportan un total de 35 *C. caretta* varadas, las cuales no concuerdan considerando que son datos avalados por PROFEPA.

Lo mencionando anteriormente se vio reflejado después del término de la veda, donde a partir del mes de septiembre se vio fuertemente disminuido el número de varamientos presentándose un máximo de dos organismos hasta no encontrar ningún ejemplar.

Otro ejemplo de esto es el trabajo de tesis de López-Ramírez (2018), en el que usando un modelo tipo Ecopath y agregándole todas las variables posibles, pudo determinar que la TSM causa mayores estragos sobre la población de *C. caretta*, que el aumento en el esfuerzo pesquero, además de estimar la mortalidad natural de la población. El conocer mejor la dinámica de los organismos varados, complementándose con estudios oceanográficos, ha demostrado que algunos fenómenos de escala global no afectan de la misma manera a la zona, y que son los fenómenos de escala local lo que tienen un mayor impacto, siendo estos los más importantes a estudiar (López-Ramírez, 2018).

Algo importante es que ya se empiezan a realizar trabajos en los que se tratan de involucrar otros elementos que puedan estar causando la muerte en la zona, y no la pesquería como la principal causa, ejemplo de esto fue el elaborado por Gómez-Gallardo Unzueta *et al.*, (2014), en el que realizaron un informe técnico analizando todas las posibles causas que podrían estar afectando a *C. caretta* en la zona, además incluyeron los factores bióticos, los cuales pocos autores los toman en cuenta lo cual abarca un trabajo multidisciplinario.

La mortandad de tortugas marinas en BCS ha sido bien estudiada desde el año 2000, la mayor parte de la información no ha sido publicada, y es hasta el año 2013 que las autoridades correspondientes en el área PROFEPA, realizan un monitoreo constante en el área de Cabo San Lázaro.

Se ha demostrado que una causa de mortalidad importante es el llamado frío paralizante o cold stunning, que a pesar de estar documentado en otras partes del mundo en la región no se ha documentado.

En la península Ibérica según lo reportado por Bellido *et al* (2008), documentaron una serie de varamientos *para C. caretta*, determinando como causa de muerte, el frío paralizante; siendo reptiles son organismos endotérmicos los cuales necesitan de la temperatura del sol para mantener su temperatura corporal, siendo las temperaturas $<15^{\circ}\text{C}$, críticas para la especie.

Durante el año 2014 en el informe presentado Gómez-Gallardo Unzueta *et al.*, (2014), reportan temperaturas por las madrugadas menores a estas encontrando organismos aletargados, débiles, con problemas para sumergirse, poca movilidad en aletas, siendo estos algunos de los síntomas documentados para el frío paralizante (Bellido *et al.*, 2008).

Esto pudo ser una posible causa de varamientos en la zona en la temporada fría, falta información de manera local que lo evidencie, siendo otro aspecto a estudiar, además de estudios de salud en todas las especies presentes en la zona, para conocer en primera instancia los parámetros de manera local y como línea base y saber cuál es el estado de salud de las tortugas marinas en GU.

9) CONCLUSIONES

La especie con el mayor número de varamientos en el GU es *C. caretta*.

La temporada de mayor incidencia de varamientos fue en los meses de mayo-septiembre.

Se encontró que >95 % de los organismos varados son juveniles.

La presencia de adultos en el área fue del <5%).

Las especies *C. caretta* y *C. mydas*, fueron las más susceptibles a morir varadas en la zona.

No se encontraron diferencias entre las tallas de los organismos varados en los años analizados.

10) RECOMENDACIONES

Es importante realizar además de los monitoreos en tierra (varamientos), a la par monitoreos en agua para poder integrar las dos partes y conocer cómo se están comportando las tortugas en altamar, además es importante que estos monitoreos se realicen de manera sistemática y con el mismo periodo de frecuencia.

Otro aspecto importante a considerar, es que los datos sean tomados de la misma manera, utilizando un mismo formato para todos.

Es importante que además de los datos que ya se colectan sobre el varamiento, también se tomen los datos de la zona de la playa en la que se encuentra es decir a que distancia con respecto de la línea de marea se encuentra el organismo.

11) LITERATURA CITADA

Aguilar-González ME. 2009. Evaluación del Impacto Antropogénico sobre las poblaciones de tortuga marina en la zona costera del sistema lagunar San Ignacio-Macapule-Navachiste, Sinaloa, México. Tesis de Maestría. Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional Unidad Sinaloa (CIIDIR). 96p.

Bellido J, J Baez, M Farfán, J Camiñas, J Castillo, J Martín, J Mons y R Real. 2007. Comparación de los tamaños de la tortuga boba (*Caretta caretta*, Linnaeus, 1758) varadas en las costas mediterráneas andaluzas con lo de la captura en palangre. MUNIBE. 25:203-208.

Bertolero A. 2003. Varamientos y capturas de tortugas marinas en los alrededores del Delta del Ebro (NE España) entre los años 1984 y 2001. Revista Española de Herpetología. 17: 39-54.

Bolton A. 1999. Techniques for measuring sea turtles. en Eckert, K. L., K. A. Bjorndal, F. A. 2000. Research and Management Techniques for the Conservation of Sea Turtles. IUCN/SSC Marine Turtle Specialist Group Publication No. 4

Casale P, M Afronte, G Insacco, D Freggi, C Vallini, P Pino D'Astore, R Basso, G Paolillo, G Abbate y R Argano. 2010. Sea turtle strandings reveal high anthropogenic mortality in Italian waters. Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystem. 20:611-620.

Chaloupka M, TM Work, GH Balazs, SKK Murakaw y R Morris. 2008. Cause-specific temporal and spatial trends in green sea turtle strandings in the Hawaiian Archipelago (1982–2003). Marine Biology. 154: 887–898.

Chassin-Noria O, A Abreu-Grobois, P Dutton y K. Oyama. 2004. Conservation genetics of the east Pacific Green turtle (*Chelonia mydas*) in Michoacan, Mexico. Genética. 121:195-206.

Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. 2009. Tortuga Caguama. Recuperado de <http://caretta-caretta.conanp.gob.mx/proteccion.php#.WIZGnKiWbIV>.

Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. 2011. Programa de acción para la conservación de la especie: Tortuga Golfina *Lepidochelys olivacea*. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. 25pp.

Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. 2011. Programa de acción para la conservación de la especie: Tortuga caguama, *Caretta caretta*. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. 45pp.

Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. 2011 Programa de acción para la conservación de la especie: Tortuga Verde /Negra *Chelonia mydas*. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. 53pp.

Gómez-Gallardo Unzueta A, S LLuch-Cota y F Neri-Melo Barrera. 2014. Informe Final de Investigación: Estudios sobre las causas de muerte de la tortuga amarilla (*Caretta caretta*) en la Costa occidental de Baja California Sur (Golfo de Ulloa). 300pp.

De la Rosa-Meza K. 2005. Fauna de acompañamiento del camarón en Bahía Magdalena, B.C.S. México. Tesis de Maestría. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas. 65pp.

Del Monte-Luna P. 2004. Caracterización del Centro de Actividad Biológica del Golfo de Ulloa, BCS, bajo un enfoque de modelación ecológica. Tesis de Doctorado. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas. 85pp.

Diario oficial de la federación. 2015. Acuerdo por el que se establece una zona de refugio pesquero y medidas para reducir la posible interacción de la pesca con tortugas marinas en la costa occidental de Baja California Sur. 10 abril de 2015, DF.

Epperly SP, J Braun, AJ Chester, FA Cross y JV Merriner. 1996. Beach strandings as an indicator of at-sea mortality of sea turtles. Bulletin of Marine Science. 59: 289– 297.

Gardner S y W Nichols. 2001. Assessment of sea turtle mortality rates in the Bahia Magdalena region, BCS, Mexico. Chelonian Conservation of Biology. 4: 197-199

Geraci JR y VJ Lounsbury. 2005. Marine Mammals ashore: A field guide for strandings, second edition. Baltimore: National Aquarium in Baltimore. 380 p

González-Rodríguez E. 2008. Variabilidad de la productividad primaria en el Golfo de Ulloa, costa occidental de Baja California. Tesis de Doctorado. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas. 143 pp.

Gutiérrez- Expósito C, C Rivilla, S Alís, M. Máñez, H. Garrido, F. Jiménez y M Cobo. 2012. Veinticinco años (1986-2011) de monitorización de varamientos de mamíferos marinos en el litoral de Doñana (Huelva, SO España). *Galemys*. 24:86-90.

Hart KM, P Mooreside y LB Crowder. 2006. Interpreting the spatio-temporal patterns of sea turtle strandings: going with the flow. *Biological Conservation*.129: 283–290

Inohuye-Rivera R, A Cordero-Tapia, J Arellano-Blanco y S Gardner. 2004. *Learedius learedi* Price, 1934 (Trematoda: Spirorchiiidae), in Black Turtle (*Chelonia mydas agassizii*) Hearts from Magdalena Bay, Baja California Sur, Mexico. *Comparative Parasitology*. 71(1):37-41.

Internacional Union for Conservation of Nature. 2012. IUCN Red List of Threatened Species. Available: <http://www.iucnredlist.org/>. Consultado Noviembre 2017.

Koch V, W Nichols, H Peckham, y V de la Toba. 2006. Estimates of sea turtles mortality from poaching and bycatch in Bahia Magdalena, Baja California Sur, Mexico. *Biological Conservation*. 128: 327-334.

Koch V, H Peckham, A Mancini y T Eguchi. 2013. Estimating at-sea mortality of marines turtles stranding frequencies and drifter experiments. *PloS ONE*.8(2): 1-10.

Koch V, H Peckham y A Barragán. 2016. Tortuga Caguama En: Gaona O. y A.R. Barragán-Rocha (coord.). Las tortugas marinas en México: Logros y

Perspectivas para su Conservación. Soluciones Ambientales ITZENI (ed.) Ciudad de México. 240pp.

Lewison RL, LB Crowder, AJ Read y SA Freeman. 2004. Understanding impacts of fisheries bycatch on marine megafauna. *Trends in Ecology & Evolution*. 19: 598–604.

LLuch-Belda D. 2000. Centros de actividad Biológica en la costa occidental de Baja California. En Lluich-Belda D, J Elorduy-Garay, S.E.+ Lluich-Cota y G Ponce-Díaz. 2000. Centros de Actividad Biológica del Pacífico mexicano. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste. 368pp.

López-Ramírez JA. 2018. Estimación de la mortalidad natural y caracterización ecológica de la tortuga amarilla *Caretta caretta* mediante una aproximación ecotrófica en el centro de actividad biológica del Golfo de Ulloa, BCS, México. Tesis de Maestría. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste. 72pp.

Mancini A, V Koch, JA Seminoff y B Madon. 2011. Small-scale gill-net fisheries cause massive green turtle *Chelonia mydas* mortality in Baja California Sur, Mexico. *Oryx* 46(1): 69–77.

Mancini, A. 2009. Pesca incidental o captura dirigida-Tasas y causas de mortalidad de las tortugas marinas en Baja California Sur. Tesis de Doctorado. Universidad Autónoma de Baja California Sur, Baja California Sur México.

Márquez, R. 1996. Las tortugas marinas en nuestros tiempos. Fondo de Cultura Económica. México, D.F. 100pp.

Márquez, R. 2002. Las tortugas marinas y nuestro tiempo. Fondo de Cultura Económica. México, D.F. 200pp.

Menéndez-Macías, G.F. 2015. Identificación de las causas de muerte y varamiento de tortugas marinas (Chelonioidea) en la playa la Diablica-Salinas, entre los meses de octubre de 2014 a marzo de 2015. Tesis de Licenciatura. Universidad Estatal Península de Santa Elena. La Libertad, Ecuador. 98pp.

Mercuri, M. 2007. Varamiento de mamíferos marinos en Isla Magdalena, B.C.S., México y su relación con factores físicos y biológicos. Tesis de Maestría. Centro de Interdisciplinario de Ciencias Marinas. 107pp.

Merino-Zavala AS, E Reséndiz, Y Hernández-Gil y MM Lara-Uc. 2018. Courtship and mating behavior by Loggerhead sea turtle (*Caretta caretta*) in Gulf of Ulloa, Baja California Sur, Mexico. Latin American Journal of Aquatic Research.

Meylan A y P Meylan. 2000. Introducción a la evolución, historias de vida y biología de las tortugas marinas. En: Eckert K, K Bjorndal, A Abreu-Grobois y M Donnelly. 2000. Research y Management Techniques for the Conservation of Sea Turtles. IUCN/SSC Marine Turtle Specialist Group Publication No. 4

Nichols W, A. Reséndiz, J. Seminoff y B. Reséndiz. 2000. Transpacific migration of a loggerhead turtle monitored by satellite telemetry. Bulletin of Marine Science. 67(3): 937-947.

Olguín-Mena M. 1990. Las tortugas marinas en la costa oriental de Baja California y costa occidental de Baja California Sur, México. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de Baja California Sur. 74pp.

Ortega-Argueta A y G Gordillo-Morales. 2004. La red de varamientos de tortugas marinas y mamíferos acuáticos de Veracruz. La ciencia y el hombre. Universidad Veracruzana. 1:43-50.

Peckham SH, DM Diaz, A Walli, G Ruiz y LB Crowder LB. 2007. Small-scale fisheries bycatch jeopardizes endangered pacific loggerhead turtles. PLoS ONE. 2(10): e1041.

Peckham H, D Maldonado-Diaz, Y Tremblay, R Ochoa, J Polovina, G Balazs, P Dutton y W Nichols. Demographic implications of alternative foraging strategies in juvenile loggerhead turtles *Caretta caretta* of the North Pacific Ocean. Marine ecology progress series.425:269-280.

Peckham H, D Maldonado-Díaz, V Koch, A Mancini, A. Gaos, T Tinker y W Nichols. 2008. High mortality of loggerhead turtles due to bycatch, human consumption and strandings at Baja California Sur, Mexico, 2003 to 2007. *Endangered species research*. 5: 171-183.

Pritchard P. 1999. Status of the black turtle. *Conservation Biology*. 13(5): 1000-1003.

Pritchard PCH y J Mortimer. 1999. Taxonomy, external morphology and species identification. En Eckert K, LKA Bjorndal, FA Abreu-Grobois y M Donnelly (eds). *Research Management Techniques for the Conservation of Sea Turtles*. IUCN/SSC Marine Turtle Specialist Group Publication No. 4.

Reséndiz E y M.M Lara-Uc. 2017. Analysis of *post mortem* changes in sea turtles from the Pacific Coast of Baja California Sur using forensic techniques. *Revista Bio Ciencias* 4(4), 22 p.

Rosales C, M Vera y J Llanos. 2010. Varamientos y captura incidental de tortugas marinas en el litoral de Tumbes, Perú. *Revista peruana de biología*. 17(3): 293-301.

Secretaría de Agricultura Ganadería Desarrollo Rural Pesca y Alimentación. 2014. Programa integral de ordenamiento pesquero en el Golfo de Ulloa, Baja California Sur. 61 pp.

Secretaría de Agricultura Ganadería Desarrollo Rural Pesca y Alimentación. 2016. Hoy inicia veda en el Golfo de Ulloa. Comunicado de prensa. <http://www.sagarpa.gob.mx/Delegaciones/bajacaliforniasur/boletines/2016/junio/Documents/2016BS275.pdf>

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2011. Programa de acción para la conservación de la especie: Tortuga Carey *Eretmochelys imbricata*. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 85pp.

Seminoff H, A Reséndiz, B Reséndiz y W Nichols. 2004. Occurrence of

loggerhead sea turtles (*Caretta caretta*) in the Gulf of California, Mexico: Evidence of life story variation in the Pacific Ocean. *Herpetological review*. 35(1): 24-27.

Seminoff J, A Reséndiz y W. Nichols. 2002. Diet of East Green Turtles (*Chelonia mydas*) in the Central Gulf of California, Mexico. *Journal of Herpetology*. 36(3): 447-453.

Seminoff J, T Eguchi, J Caretta, C Allen, D Prosperi, R Rangel, J Gilpatrick Jr, K Forney y H Peckham. 2014. Loggerhead sea turtle abundance at a foraging hotspot in the eastern Pacific Ocean: implications for at-sea conservation. *Endangered Species Research*. 24:207-220.

Senko J, A Mancini, J Seminoff y V Koch. 2014. Bycatch and directed harvest drive high green turtle mortality at Baja California Sur, Mexico. *Biological Conservation*. 169: 24-30.

Senko J, V Koch, W Megill, R Carthy, R Templeton y W Nichols. 2010. Fine scale daily movements and habitat use of East Pacific green turtles at a shallow coastal lagoon in Baja California Sur, Mexico. *Journal of experimental Marine Biology and Ecology*. 391: 92-100.

Suarez-Yagual FJ. 2015. Evaluación de los varamientos de tortugas marinas, en las playas de la Parroquia Manglaralto, (San Pedro- Olon) provincia de Santa Elena, durante los meses de febrero 2014- mayo 2015. Tesis de Licenciatura. Universidad Estatal Península de Santa Elena. La Libertad, Ecuador. 202pp.

Tobar-Hurtado S. 2011. Distribución espacio-temporal de varamientos de cetáceos en Baja California Sur (BCS), México y su relación con algunos factores oceanográficos y antropogénicos. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma de Baja California Sur. 165pp.

Valdez-Leyva G. 2012. Producción pesquera ribereña por zonas de pesca en la región del Golfo de Ulloa, Baja California Sur, México. Tesis de Maestría. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas. 74 pp.

12) ANEXOS

Tabla V. Clasificación de las condiciones de los cadáveres de acuerdo a su estado (Reséndiz y Lara-Uc, 2017).

Fase	Descripción
1. Vivo y/o herido	
2. Recién muerto o fresco	<p>Inicio de la pérdida de las funciones biológicas básicas o vegetativas</p> <p>Inicio de la muerte celular o tisular (Trigo y Valero, 2002)</p> <p>Ausencia de movimientos respiratorios en las paredes toraco-abdominales (Adaptados de Wobeser, 1996) ausencia de la actividad del sistema nervioso central (inmovilidad, insensibilidad, areflexia) (adaptado de Cooper, 2009).</p> <p>Periodo “caavérico” comienza a aparecer las alteraciones morfológicas (cambios <i>post mortem</i>) y el inicio de la biodegradación natural (Modificado de Mancini, 2009 y adaptado de Trigo y Valero, 2002).</p> <p>Viable para hacer necropsia, tomar muestras para histopatología, bacteriología, toxicología, microscopia electrónica, Biología molecular, etc.</p> <p>Ejemplo: El caparazón puede presentar extravasación de líquidos celulares y/o de moderada a gran cantidad de grasa, se pueden observar balanos vivos en el caparazón y plastrón, la piel se oscurece un poco y los músculos se aprecia de tonalidad roja oscura, aunque se considera fresca, el olor no es fuerte (<2días) (Modificado de Mancini, 2009)</p>

<p>3. Con cambios <i>post mortem</i> inmediatos</p>	<p>Se observan cambios autolíticos moderados a severos</p> <p>Alteraciones cadavéricas: Deshidratación cadavérica, <i>algor mortis</i>, rigidez cadavérica, lividez cadavérica, hipostasia visceral, inicio del enfisema post mortem (periodo enfisematoso:2-7 días y más) (Adaptado de Trigo y Valero, 2002)</p> <p>Destrucción parcial del cadáver. Estos cambios dependen del tiempo, la temperatura y humedad ambiente, tamaño y peso corporal del organismo, estado nutricional y tipo de dieta, especie y estado de salud, entre otros (Adaptado de Cooper y Cooper, 2007). Dependiendo de los cambios y el criterio del MVZ se puede o no realizar una necropsia.</p> <p>Ejemplo: el caparazón empieza a doblarse por el sol, la piel y los músculos se tornan de color oscuros y endurecidos; el organismo puede empezar a hincharse, el olor es fuerte y desagradable (Modificado de Mancini, 2009).</p>
<p>4. Con cambios <i>post mortem</i> mediatos</p>	<p>La tortuga presenta cambios autolíticos avanzados y notables cambios degenerativos</p> <p>Se observa: enfisema post mortem, imbibición post mortem, pseudomelanosis, pérdida de color, y/o ruptura post mortem, desplazamiento post mortem (Adaptado de Trigo y Valero, 2002)</p> <p>Destrucción del cadáver por factores exógenos (Linacre, 2009)</p> <p>Estos cambios dependen del tiempo, la temperatura y humedad ambiente, tamaño y peso corporal del organismo, estado nutricional y tipo de dieta, especie y estado de salud, entre otros (Adaptado de Cooper y Cooper, 2010).</p> <p>Ejemplo: El caparazón se mantiene duro, los escudos empiezan a separarse del caparazón. La piel es de consistencia dura al tacto, acartonada y seca y/o se aprecian los huesos de las aletas y cráneo, los músculos se aprecian secos y de color muy oscuro (Modificado de Mancini, 2009)</p>
<p>5. Caparazón y esqueleto</p>	<p>Último periodo del proceso de descomposición descrito como reducción</p>

	<p>esquelética más de 3 meses aprox.) (Adaptado de Linacre, 2009)</p> <p>Etapa caracterizada por la descripción de los restos cadavéricos blandos, con excepción de los huesos que componen el esqueleto óseo como último remanente del cadáver (Adaptado de Cooper y Cooper, 2010)</p> <p>Ejemplo: El caparazón está seco y duro, queda muy poco tejido , en algunos casos se pierde la sucesión vertebral y se puede observar la cabeza y los huesos dispersos (Modificado de Mancini, 2009)</p>
6. Caparazón solo	<p>Por lo general el caparazón se encuentra quemado por el sol y sin unión a huesos, ya no se observa piel ni músculos (más de 5 meses aprox.) (Modificado de Mancini, 2009)</p>
7. Solo huesos	<p>Huesos encontrados dispersos y en algunos caso próximos entre sí (Modificado de Mancini, 2009)</p>

Tabla VI. Categorización de la causa de muerte, de acuerdo al estado del cadáver (Reséndiz y Lara-Uc, 2017).

1. Consumo	<p>Cuando la muerte se produce por una causa violenta o no violenta, como resultado de la acción premeditada cuyo objetivo primario fue de la muerte del animal por ejemplo: captura y muerte dirigida consumo, cuando el caparazón o los restos muestran signos de vitalidad de una lesión (Modificado de Wobeser, 1996 y Cooper, 2009) (rastros de quemaduras, cuchillo o arpón sobre el tejido vivo)(Modificado de Mancini, 2009) y se interpreta su finalidad de dañar o mutilar para consumo</p>
2. Captura incidental	<p>Cuando la muerte se produce por una causa violenta o no violenta como resultado de una circunstancia accidental (Adaptado de Linacre, 2009). Cuando los cadáveres tienen presencia de anzuelos, restos de redes, cuerdas, jivas o marcas y lesiones (cicatrices) sobre tejido vivo (Modificado de Mancini, 2009)</p>

3. Mortalidad natural	Cuando se considera que la muerte se produce por una causa natural, no violenta, por lo general como resultado de enfermedades (Fibropapilomas u otras) o depredadores (Mordida de tiburón) (Modificada de Mancini, 2009)
4. Otra causa	Principalmente choque de pangas, mordidas de tiburón, entre otras
5. Causa desconocida indeterminada	o Cuando la muerte se produce por una causa que no es posible determinar o fue totalmente desconocida

