



Facultad de Ciencias Veterinarias y Biológicas
Carrera Profesional de Medicina Veterinaria y Zootecnia

“Evaluación de las causas de muerte de tortugas verdes del Pacífico
Este *Chelonia mydas agassizii* en la costa norte del Perú entre
noviembre del 2018 y julio del 2019”

Tesis para optar el título profesional de:
Médico Veterinario y Zootecnista

Presentado por:

Bach. María Gracia De la Barra Gómez (0000-0002-4214-2651)

Asesora:

MV. Rosario Ramírez Marina (0000-0002-7601-0358)

Asesora externa:

Dra. Shaleyra Kelez Sara (0000-0003-3296-8721)

Lima – Perú

2021

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Lima, 16 de enero del 2021.

Los integrantes del Jurado de tesis:

Presidente: Mg. NANCY CARLOS ERAZO
Miembro: Mg. SERGIO PAOLO BARAHONA PADILLA
Miembro: M.V. GIANMARCO PAOLO ROJAS MORENO

Se reúnen para evaluar la tesis titulada:

"EVALUACIÓN DE LAS CAUSAS DE MUERTE DE TORTUGAS VERDES DEL PACÍFICO ESTE *Chelonia mydas agassizii* EN LA COSTA NORTE DEL PERÚ ENTRE NOVIEMBRE DEL 2018 Y JULIO DEL 2019"

Presentada por la bachiller:

MARIA GRACIA DE LA BARRA GOMEZ


Para optar el Título Profesional de **Médico Veterinario y Zootecnista**

Asesorada por: **M.V. ROSARIO TERESA RAMÍREZ MARINA**

Luego de haber evaluado el informe final de tesis y evaluado el desempeño de la bachiller de la carrera de **Medicina Veterinaria y Zootecnia** en la sustentación, concluyen de manera unánime (x) por mayoría simple () calificar a:

Tesis: MARIA GRACIA DE LA BARRA GOMEZ			Nota (en letras): Dieciocho
Aprobado ()	Aprobado - Muy buena (X)	Aprobado - Sobresaliente ()	Desaprobado ()

Los miembros del jurado firman en señal de conformidad.


Mg. NANCY CARLOS ERAZO
 Presidente


M.V. ROSARIO TERESA RAMÍREZ
 MARINA
 Asesora


Mg. SERGIO PAOLO BARAHONA
 PADILLA
 Miembro 1


M.V. GIANMARCO PAOLO ROJAS
 MORENO
 Miembro 2

AGRADECIMIENTOS

A ITA-Inka Terra Asociación por su colaboración en la obtención de fondos; así mismo se agradece a las fuentes financiadoras del trabajo, Waitt Foundation y Zebra foundation. Por último, a todos los que colaboraron de alguna manera durante el desarrollo del trabajo: Asociación de medio ambiente de Pocitas, Biosfera Hostel (Aldo Durand), Carolina Saavedra, Chelonia Dive Center, CrisHisto, EcoOceánica, José Pazos (Presidente de la asociación de pescadores de Los Órganos), Juan Silva (Trabajador del Municipio del distrito de Punta Sal), Juan León y Juan Martinez (Spondylus Dive Center), Hotel Bora Bora, Manuel Saavedra, Seguridad ciudadana de Las Pocitas, Oceánica Expeditions Sandra Cuadros y Valentine Marocco.

ÍNDICE

I. RESUMEN.....	2
II. INTRODUCCIÓN.....	4
II.1 AMENAZAS ANTROPOGÉNICAS.....	4
II.2 AMENAZAS NATURALES.....	5
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	5
III.1 ÁREA DE ESTUDIO.....	5
III.2 RECOLECCIÓN DE DATOS.....	6
III.3 EVALUACIÓN CONSERVACIÓN DE CARCASA.....	7
III.4 MEDIDAS BIOMÉTRICAS.....	7
III.5 CONDICIÓN CORPORAL.....	7
III.6 EVALUACIÓN EXTERNA.....	8
III.7 NECROPSIA Y TOMA DE MUESTRA.....	8
III.8 ANÁLISIS DE DATOS.....	9
IV. RESULTADOS.....	9
IV.1 TORTUGAS HALLADAS POR PLAYA.....	9
IV.2 SEXO Y ETAPA DE VIDA.....	9
IV.3 CÓDIGO DE CONSERVACIÓN Y CONDICIÓN CORPORAL.....	10
IV.4 HALLAZGOS EXTERNOS.....	10
IV.5 HALLAZGOS EN NECROPSIA.....	11
IV.6 HALLAZGOS HISTOPATOLÓGICOS.....	12
IV.7 CAUSAS DE MUERTE.....	13
IV.7.1 CAUSAS ANTROPOGÉNICAS.....	14
IV.7.2 CAUSAS NATURALES.....	14
IV.8 TORTUGAS HALLADAS CON VIDA.....	15
V. DISCUSIÓN.....	15
VI. CONCLUSIONES.....	20
VII. REFERENCIAS.....	21

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1. PRINCIPALES LESIONES EXTERNAS EN TORTUGAS MARINAS EVALUADAS.....	10
GRÁFICO 2. PRINCIPALES HALLAZGOS EN NECROPSIAS.....	11
GRÁFICO 3. PRINCIPALES HALLAZGOS HISTOPATOLÓGICOS.....	12
GRÁFICO 4. CAUSAS DE MUERTE EN 70 TORTUGAS MARINAS EVLAUADAS.....	13
GRÁFICO 5. CAUSAS DE MUERTE ANTROPOGÉNICAS.....	13
GRÁFICO 6. CUASAS DE MUERTE NATURALES.....	13

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1. UBICACIÓN DE LAS ÁREAS DE ESTUDIO.....	6
FIGURA 2 a. BURBUJAS DE GAS EN VASOS SANGUÍNEOS MESENTÉRICOS.....	12
FIGURA 2 b. PERFORACIÓN DE ESÓFAGO POR ANSUELO.....	12
FIGURA 3 a. HUEVO DE TREMATODO ESPIRÓRQUIDO EN PARÉNQUIMA ESPLÉNICO.....	13
FIGURA 3 b. ESPLENITIS GRANULOMATOSA ASOCIADA A HUEVOS DE TREMATODOS.....	13

“Evaluación de las causas de muerte de tortugas verdes del Pacífico Este *Chelonia mydas agassizii* en la costa norte del Perú entre noviembre del 2018 y julio del 2019”

“Evaluation of the causes of death of green turtles of the Eastern Pacific *Chelonia mydas agassizii* on the north coast of Peru between November 2018 and July 2019”

María Gracia De la Barra Gómez^{1, *}, Rosario Ramirez Marina¹ & Shaleyla Kelez²

I. RESUMEN

Se evaluaron las causas de muerte de 70 tortugas marinas de la especie *Chelonia mydas agassizii* (tortuga verde) a partir de restos post-mortem hallados entre los meses de noviembre 2018 a julio 2019 en la costa norte del departamento de Piura y sur del departamento de Tumbes. Se realizó el examen de necropsia a los especímenes con buen estado de conservación de carcasa. Así mismo, se tomaron diversas muestras de órganos los cuales fueron conservados en formaldehído al 10% para su evaluación histológica. Los análisis macroscópicos e histopatológicos permitieron determinar las causas de muerte de 23 especímenes, 17 de los cuales (74%) murieron debido a causas antropogénicas, evidenciando esto el impacto negativo de las actividades humanas sobre las tortugas marinas. Por otro lado, seis especímenes murieron debido a causas naturales (26%), lo que reveló la necesidad de implementar programas de monitoreo de salud poblacional en esta especie. Adicionalmente, el análisis histológico sugirió la presencia de huevos de una especie no identificada de trematodo espirórquido (familia Spirorchidae) en diferentes órganos de 10 de los especímenes evaluados, siendo el primer reporte de parasitosis de este trematodo en tortugas marinas en el Perú.

Palabras claves: tortugas marinas, causas de muerte, amenazas, norte del Perú

¹Universidad Científica del Sur, Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Carretera Panamericana Sur km. 19, Lima 12, Lima, Perú.

²ONG EcOceánica.

*E-mail: maga.delabarragomez@gmail.com

Fuentes financiadoras: Waitt Foundation (a través de Inka Terra Asociación), Zebra Foundation

Trabajo realizado para optar el título de Médico Veterinario Zootecnista de la Universidad Científica del sur. Tesista: María Gracia De la Barra Gómez

ABSTRACT

The causes of death of 70 sea turtles *Chelonia mydas agassizzi* species (green turtle) were evaluated from post-mortem remains found between the months of November 2018 to July 2019 on the north coast of Piura and south of Tumbes. Necropsy was performed on good carcass condition corpses; likewise, samples of organs preserved on 10% formalin were taken for histological evaluation. Macroscopic and histopathological analyzes allowed to determine the causes of death of 23 specimens, 17 of which (74%) died due to anthropogenic causes, evidencing this the negative impact of human activities on sea turtles. On the other hand, six specimens died due to natural causes (26%), which revealed the need to implement population health monitoring programs in this species. Additionally, the histological analysis suggested the presence of eggs of an unidentified species of spirorchid trematode (Spirorchiidae family) in different organs of 10 of the evaluated specimens, being the first report of trematode parasitosis in sea turtles in Peru.

Keywords: sea turtles, causes of death, threats, northern Peru

II. INTRODUCCIÓN

Entre las especies de tortugas marinas que habitan el mar peruano tenemos a la tortuga dorso de cuero (*Dermochelys coriacea*), la tortuga verde del pacífico oriental (*Chelonia mydas agassizii*), la tortuga pico de loro (*Lepidochelys olivacea*), la tortuga amarilla (*Caretta caretta*) y la tortuga carey (*Eretmochelys imbricata*) (Kelez *et al.*, 2003), siendo *Chelonia mydas agassizii* la especie de mayor presencia en la zona norte.

Las tortugas marinas cumplen roles ecológicos de consumidores, presa y competidores, equilibrando las redes tróficas marinas. También proporcionan un hábitat clave para otras vidas marinas puesto que son hospedadores de parásitos, sustrato y vehículo de epibiontes. Por último, son transportadores de nutrientes, facilitando el ciclo de nutrientes manteniendo los lechos y arrecifes marinos sanos (Bjorndal & Bolten, 2003; Wilson *et al.*, 2010).

A pesar de la importancia ecológica que representan estas especies marinas para los océanos hay un alarmante declive en sus poblaciones a nivel mundial y en el Perú debido principalmente a actividades humanas. La UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza), cataloga a la tortuga verde como en peligro de extinción (EN), a la tortuga pico de loro como vulnerable (VU), a la tortuga amarilla (la población del pacífico Este), a la tortuga carey y a la tortuga dorso de cuero (la población del Pacífico Este) como en peligro crítico de extinción (CR) (IUCN, 2017). En el Perú, el MINAGRI (Ministerio de Agricultura y Riego) clasifica a la tortuga verde del Pacífico Este, a la tortuga amarilla y a la tortuga dorso de cuero como especies en peligro de extinción (EN), la Tortuga Carey como especie en peligro crítico (CR) y a la tortuga pico de loro como especie vulnerable (VU) (Decreto Supremo N° 004-2014-MINAGRI, 2014).

II.2 Amenazas antropogénicas

La reducción acelerada de las poblaciones de tortugas marinas es causada principalmente por los efectos directos e indirectos del fuerte desarrollo humano en zonas costeras durante los últimos 50

años (Gilman, & Bianchi, 2009). La pesca comercial no selectiva e indiscriminada (pesca incidental), la pérdida de hábitat para zonas de alimentación y anidación, la contaminación y el cambio climático se encuentran entre principales estresores antropogénicos que empujan a las tortugas marinas hacia el vórtice de extinción (Gilman,& Bianchi, 2009 ; Wilson *et al.*, 2010).

II.3 Amenazas naturales

Las amenazas naturales incluyen a los depredadores y enfermedades. Entre los principales agentes infecciosos en tortugas marinas se reportan: *Vibrio alginolyticus*, *Aeromona hydrophila*, *Pseudomona sp*, *Proteus sp*, *Bacillus sp*, y *Staphylococcus sp*. (Gámez et al, 2009). Además, la enfermedad más estudiada en *Chelonia mydas* es la fibropapilomatosis que se manifiesta en estas especies a través de tumores externos (Menéndez, 2015). Las enfermedades parasitarias también representan una amenaza importante, principalmente las relacionadas a trematodos. Las infecciones por Spirorchiidae a menudo se asocian con varamientos y mortalidad y tienden a ser más graves en las tortugas debilitadas (Azeredo et al, 2019).

El objetivo del presente estudio fue evaluar las causas de muerte de 70 tortugas marinas de la especie *Chelonia mydas agassizi* a partir los hallazgos post-mortem en la costa norte del Perú.

III.MATERIALES Y MÉTODOS

III.1 Área de Estudio

El área de estudio involucra zonas de alimentación, anidación, desarrollo, descanso y migración para esta especie, así como de uso turístico y pesquero para las comunidades locales. Esta zona marina se ubica frente a una línea de costa de aproximadamente 40 km (Figura 1), la cual incluye las playas de Punta Sal: (Región Tumbes), Máncora (Región Piura), Las Pocitas: (Región Piura), Vichayito (Región Piura), Los Órganos (Región Piura) y El Ñuro (Región Piura).

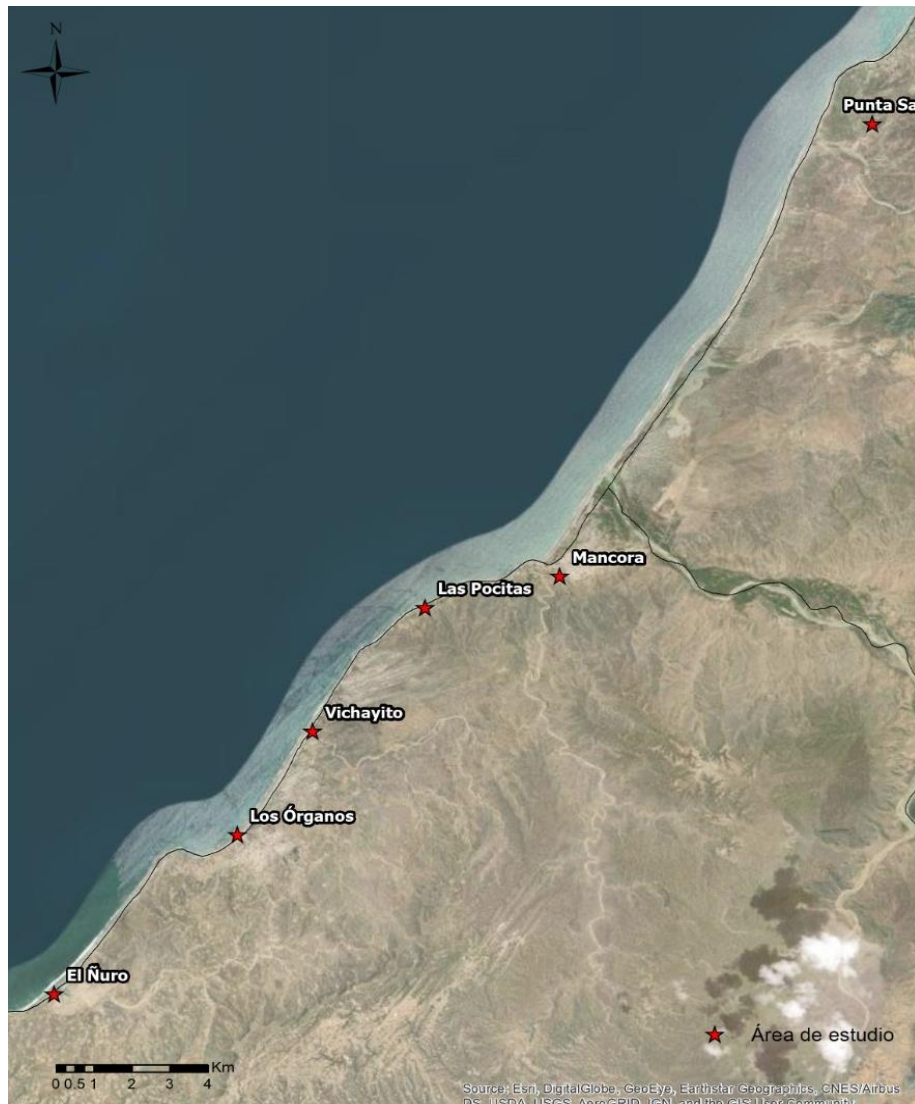


Figura 1. Ubicación de las áreas de Estudio (Estrellas rojas). En la costa norte del departamento de Piura (EL Ñuro, Los Órganos, Vichayito, Las Pocitas, Máncora) y costa sur del departamento de Tumbes (Punta Sal).

III.2 Recolección de Datos

La recolección de datos se realizó entre los meses de noviembre 2018 hasta julio 2019. Se obtuvo información a partir de colaboradores (ej. empresas de turismo, autoridades, hoteles pescadores y pobladores locales) sobre la ubicación de tortugas marinas muertas en las playas. Además, se realizaron caminatas diarias a lo largo de las playas (intercalando las playas por día) para la búsqueda

de tortugas marinas varadas. El permiso del Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre (SERFOR) para el trabajo con fauna se obtuvo gracias a la ONG EcOceánica. (Resolución de dirección general N° 269-2019.MINAGRI-SERFOR-DGGSPFFS).

Para la evaluación de las tortugas se tomó en cuenta la especie, ubicación, entorno (casas, hoteles, basura y la presencia de embarcaciones ilegales en el mar), el estado de conservación de la carcasa, la condición corporal, sexo y estadio de desarrollo. Una vez realizada la toma de datos se marcó a las tortugas con pintura en spray rojo para evitar su re-evaluación y a las que se les realizó necropsia fueron enterradas con cal.

III.3 Evaluación Conservación de Carcasa

Para la evaluación del estado de conservación de carcasa se utilizó una adaptación de Reséndiz & Lara (2016) y de Bachman (2018). Los criterios de clasificación del estado de conservación de las carcasas se describieron con códigos del 0 al 5, siendo de COD. 0 las tortugas encontradas con vida, COD. 1 las tortugas frescas o de muerte reciente, COD. 2 las tortugas con cambios post-mortem inmediatos, COD. 3 las tortugas que presentaban descomposición moderada, COD. 4 las tortugas con descomposición avanzada y COD. 5 las carcasas que se encontraron momificadas o esqueletos.

III.4 Medidas biométricas

La toma de medidas biométricas para la caracterización de la etapa de vida en *Chelonia mydas agassizii* se tomó en cuenta la medida del largo curvo de caparazón (LCC) donde se considera juveniles a las tortugas con un LCC < 69cm; sub-adultos a las tortugas con 69 cm < LCC < 85 cm y adultos a las tortugas marinas con LCC >85 cm (Zarate *et al.*, 2013).

III.5 Condición corporal

La condición corporal, referencia del estado nutricional de las tortugas marinas al momento de su muerte, fue evaluada utilizando los parámetros del manual de toma de datos de varamientos del

IMARPE (2017) en el cual se considera que una tortuga tiene una condición corporal “buena” cuando se observa el plastrón convexo, condición corporal “moderada”, cuando tiene el plastrón plano, condición corporal “pobre”, cuando tiene el plastrón cóncavo y condición corporal “muy pobre”, cuando se visualizan huesos en el plastrón. Sólo se tomó en cuenta a las tortugas con muerte reciente para esta evaluación.

III.6 Evaluación externa

Se detalló en una ficha de campo todos los hallazgos externos, tanto de individuos vivos como muertos. Esa información se trasladó luego, junto con los otros datos recolectados de cada espécimen, a una hoja de Excel para su posterior evaluación e interpretación.

III.7 Necropsia y toma de muestras

Para el análisis de necropsia se tomó en cuenta el estado de conservación de los cadáveres encontrados. No se realizaron necropsias a animales con Código 0, Código 3 muy avanzado, Código 4 ni Código 5. En estos casos solamente se detalló características externas. Las necropsias se realizaron siguiendo el protocolo estándar para el análisis post-mortem en tortugas marinas, así como el protocolo de examinación para búsqueda de signos de interacción con humanos (Poppi & Marchiori, 2017).

Las muestras tomadas para análisis histológico fueron principalmente de hígado, pulmones, corazón, músculo, riñón, bazo, estómago, intestino y se conservaron en frascos con formaldehído al 10% (formol) para su posterior procesamiento y evaluación en el Laboratorio de Patología de la Universidad Científica del Sur con la colaboración del laboratorio externo CrisHisto. Para los cortes histológicos se utilizó un micrótopo mecánico de rotación marca Yidi YD-315. Todos los cortes histológicos fueron teñidos con hematoxilina y eosina (H&E) y visualizadas usando un microscopio óptico tri-ocular marca Nikon modelo E200. Las fotografías fueron tomadas usando un celular iPhone 7.

III.8 Análisis de datos

Todos los hallazgos externos, de necropsia e histopatológicos fueron detallados en una base de datos en una hoja de Microsoft Excel 2013. Para la evaluación estadística se utilizaron datos porcentuales simples.

IV.RESULTADOS

IV.1 Tortugas halladas por playa

Se evaluó un total de 70 tortugas verdes post-mortem y seis tortugas verdes vivas. Se encontraron 39 tortugas en la playa Los Órganos, 15 tortugas en la playa Punta Sal, seis tortugas en la playa Las Pocitas, seis tortugas en la playa Vichayito, seis tortugas en la playa El Ñuro y cuatro tortugas en la playa Máncora. Durante el desarrollo del trabajo se halló un caparazón de una tortuga de la especie *Eretmochelys imbricata* (COD. 5) en la playa Los Órganos (no se consideró dentro del estudio).

IV.2 Sexo y etapa de vida

El sexo sólo pudo ser determinado en 22 especímenes, de los cuales 13 resultaron hembras (59%) y nueve resultaron machos (41%). También se determinó que 39 de estos animales eran juveniles (56%) los cuales presentaron un promedio de LCC (Largo Curvo Caparazón) de 61.7 (desviación estándar de 5.8 y coeficiente de variación de 9%), 24 fueron sub-adultos (34%) con promedio de LCC de 72.4 (desviación estándar de 2.6 y coeficiente de variación de 3.5%). En cinco animales no se pudo determinar el LCC (7%) y sólo dos resultaron adultos (3%) con un LCC promedio de 85.9 (desviación estándar de 1.2 y coeficiente de variación de 1.4%). En los casos que no se pudo determinar, fue debido a que los caparazones se encontraban rotos o sólo se encontró partes de éstos. No se pudo identificar el sexo de 28 juveniles (72%), ocho resultaron hembras (20%) y tres machos (8%). De los Sub-adultos, 15 fueron de sexo no determinado (62%), cinco hembras (21%) y cuatro machos (17%). En el caso de las tortugas adultas, una resultó macho (50%) y la otra no se pudo determinar el sexo (50%) debido a que sólo se halló caparazón y esqueleto.

De las seis tortugas halladas vivas, cinco resultaron juveniles (83.3%) de sexo No Determinado y una sub-adulto que resultó macho (16.7%).

IV.3 Código de conservación y condición corporal

En lo referente al código de conservación de las 70 carcasas evaluadas para necropsia se encontraron: 29 tortugas de código 5 (41.4%), 16 de código 4 (22.9%), 11 de código 3 (15.7%), ocho de código 2 (11.4%), seis de código 1 (8.6%). No se pudo evaluar la condición corporal de 55 tortugas (78.6%) debido a que presentaron avanzados estados de descomposición. Seis especímenes presentaron condición corporal moderada (8.6%), siete presentaron condición corporal pobre (10%), una con condición corporal buena (1.4%) y 1 con condición corporal muy pobre (1.4%).

IV.4 Hallazgos externos

De las 70 tortugas evaluadas no se pudieron determinar los signos externos de 15 de ellas (21.4%) debido a los avanzados cambios post-mortem que presentaban. En el Gráfico 1 se detallan los principales hallazgos. En la tabla también se incluyen las lesiones halladas en las seis tortugas de COD. 0.



Gráfico 1. Principales lesiones externas halladas en las tortugas marinas evaluadas. (Número de tortugas evaluadas = 76, Se tomaron en cuenta animales con vida en este Gráfico.

IV.5 Hallazgos en necropsia

Se realizó el examen de necropsia a 19 tortugas que presentaron código de estado de conservación de carcasa de uno, dos y tres (27%). Los principales hallazgos, se detallan en el Gráfico 2.

En sistema cardiovascular se encontraron burbujas de gas en corazones y vasos sanguíneos como se observa en la figura 2a. En la evaluación del sistema respiratorio se encontraron diversos signos de ahogamiento como espuma en tráquea, hiperinflación y enfisema pulmonar. Un hallazgo que llamó la atención, y puede observarse en la figura 2b, fue la perforación traumática del esófago de una tortuga macho (5.3%) ocasionada por un anzuelo. El anzuelo había perforado también el bronquio primario derecho, además se observó hiperinflación y enfisema pulmonar derecho. Otra tortuga presentó Enfisema pulmonar, con hemorragia y bulla enfisematosa. Cuatro animales se hallaron con alimento en esófago, en esos casos las muertes fueron consideradas súbitas. En mucosas se encontraron cuatro especímenes con secreción purulenta en mucosas, uno de los cuales presentó queratoconjuntivitis y ceguera bilateral. En otros tres casos se observó celomitis fibrinosa. En hígado, se halló congestión hepática en siete casos, lipidosis hepática en cuatro especímenes, y dos casos presentaron fibrosis hepática. En sistema urinario, un espécimen presentó cistitis y otro se halló con hemorragia renal.

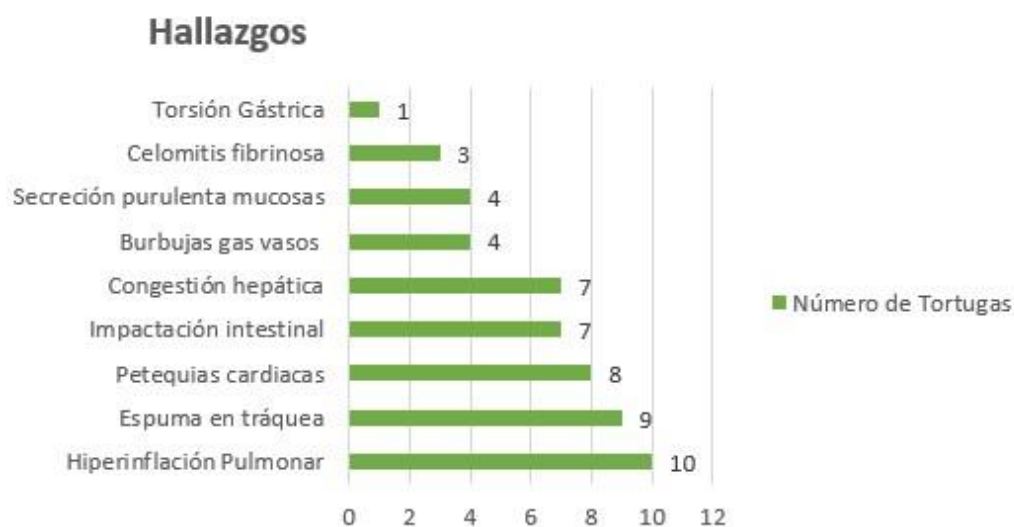


Gráfico 2. Principales hallazgos en necropsias de 19 tortugas marinas evaluadas

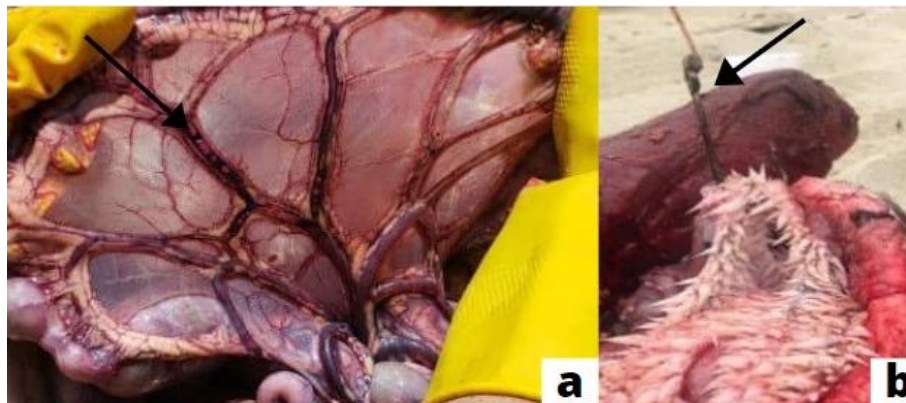


Figura 2a. *Chelonia mydas agassizzi*. Se observan burbujas de gas (flecha) en vasos sanguíneos mesentéricos. b. *Chelonia mydas agassizzi*. Se observa perforación de esófago por anzuelo (flecha).

IV.6 Hallazgos histopatológicos

De las 19 tortugas evaluadas por necropsia, se tomaron muestras para análisis y evaluación histopatológica de 17 tortugas. Los principales hallazgos se muestran en el Gráfico 3. Las muestras de nueve tortugas mostraron moderados cambios auto-líticos al estudio histológico (53%). Entre las lesiones halladas, destacan las lesiones granulomatosas asociadas a huevos de trematodos espiroquídeos (figuras 3 a y b).



Gráfico 3. Principales hallazgos histopatológicos en 17 tortugas marinas evaluadas

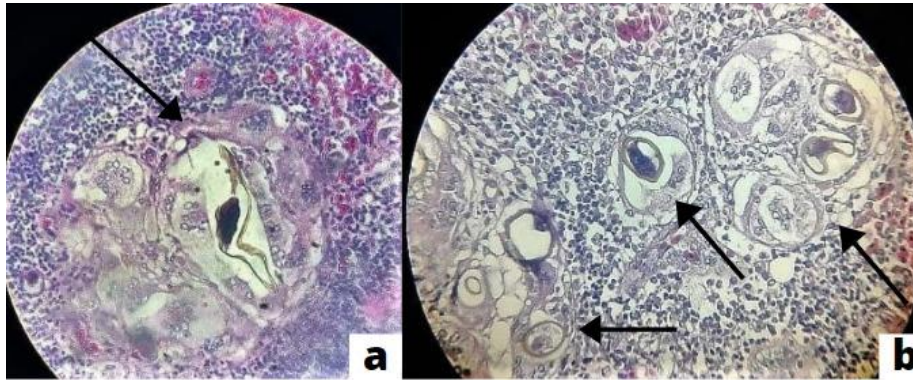


Figura 3a. *Chelonia mydas agassizzi*. Huevo de trematodo espirórquido en parénquima esplénico. 40X. **b.** *Chelonia Mydas agassizzi*. Esplenitis granulomatosa asociada a huevos de trematodos. Tinción H&E.- M.O. 40X.

IV.7 Causas de muerte

De las 70 tortugas marinas halladas muertas, las causas de muerte de 47 no pudieron ser determinadas (67.1%) debido al avanzado estado de descomposición de las carcasas o por falta de pruebas clínicas, de laboratorio y evidencias patológicas. Así mismo, se determinaron las causas de muerte de 23 especímenes, de los cuales 17 murieron debido a causas antropogénicas (74%) y seis por causas naturales (24%) (Gráfico 4).

Causas de muerte en 70 tortugas marinas evaluadas

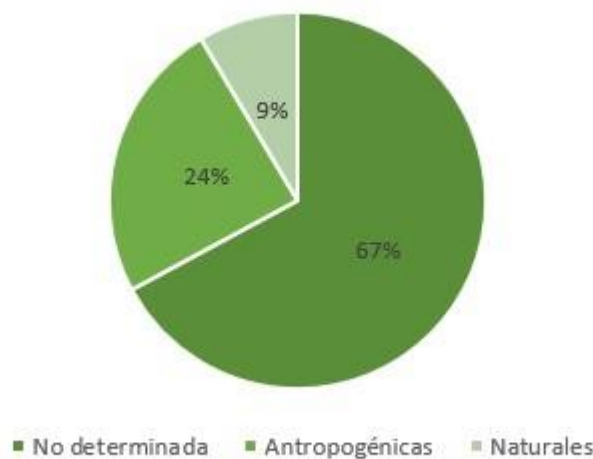


Gráfico 4. Causas de muerte en 70 tortugas marinas evaluadas en el Norte del Perú entre Noviembre 2018 y Julio 2019.

IV.7.1 Causas antropogénicas

Dentro de las causas de muerte antropogénicas se incluyeron la captura incidental, muerte directa por aprovechamiento presencia de materiales de pesca, cuerpos extraños y colisiones con embarcaciones, los hallazgos se detallan en el Gráfico 5. Si bien no se encontraron signos de estrangulamiento en extremidades por redes de pesca (excepto en una tortuga que mostraba estrangulamiento en cuello) sí se encontraron múltiples lesiones lineales en el cuerpo y cabeza, signos de ahogamiento (espuma en tráquea, pulmones, edema pulmonar, hemorragia pulmonar), burbujas de gas en vasos sanguíneos por posible síndrome descompresivo, alimento recién ingerido en esófago, varamiento de dos o más animales a la vez, presencia de materiales de pesca cerca a los animales y además se observó la presencia de embarcaciones pesqueras ilegales cerca de la orilla en todos los casos. Para los signos de colisión con embarcación no se tomaron en cuenta los casos hallados con fracturas en caparazón o cabeza que se encontraron con Código 5 o en playas con rocas en la orilla.

IV.7.2 Causas naturales

Como posibles causas de muerte naturales se incluyeron signos de enfermedades infecciosas, parasitismos y depredadores, los cuales pueden observarse en el Gráfico 6. Los hallazgos más característicos relacionados con enfermedades fueron la secreción purulenta en mucosas, serositis y celomitis fibrinosas y pobre condición corporal. Además, se observaron procesos inflamatorios en órganos en los hallazgos histopatológicos.



Gráfico 5. Causas de muerte Antropogénicas determinadas en 17 tortugas marinas evaluadas.

Gráfico 6. Causas de muerte Naturales determinadas en 6 tortugas marinas evaluadas.

IV.8 Tortugas halladas con vida

Se encontraron 16 tortugas con vida durante el desarrollo del proyecto de las cuales, 10 (62.5%) murieron horas después del varamiento y se les pudo realizar el examen de necropsia. A las otras seis tortugas sólo se les realizó una evaluación externa. Se determinó en cinco de estos animales vivos que los varamientos fueron provocados por captura incidental (83.3%). La otra tortuga marina varada hallada con vida se encontró con una línea de pesca saliendo por la cloaca. Todos los animales presentaron desorden de flotabilidad.

V.DISCUSIÓN

La gran cantidad de varamientos reportados en Los Órganos y Punta Sal se debe principalmente a que se consiguió una mayor cantidad de colaboradores quienes informaban regularmente sobre los hallazgos de tortugas marinas muertas. Además, estas playas son las más extensas y con más áreas deshabitadas a diferencia de las otras playas. La presencia humana fue significativa para los hallazgos en este estudio, pues en numerosas oportunidades en las playas de Vichayito, Las Pocitas y Máncora se observó a trabajadores de los hoteles enterrando a tortugas marinas muertas por cuestiones sanitarias para los visitantes.

El mayor porcentaje de hembras halladas en este trabajo demuestra la preferencia de éstas por hábitats costeros, a diferencia de los machos (Menéndez, 2015). Por otro lado, se encontró un mayor porcentaje de especímenes juveniles (56%), seguidos de sub-adultos (34%). En otros estudios también se describen cifras similares, donde los especímenes inmaduros son el mayor porcentaje reportado. Es así que, entre los años 2003 y 2016, Bachman (2015) determinó que el 76% de tortugas verdes encontradas eran juveniles y en Tumbes, entre los años 2006 y 2007, Rosales et al (2010) reportaron que el 70% de pesca incidental se registró en especímenes inmaduros. Estos datos demuestran el riesgo de esta población de tortugas marinas a no poder regenerarse.

Las lesiones en cabeza y caparazón fueron los hallazgos externos más evidentes. Se determinó que esto fue debido a que en la mayoría de playas se observó la presencia de rocas en orilla pudiendo

sufrir golpes contra éstas al momento del varamiento. Las fracturas de caparazón y cráneo también fueron hallazgos significativos, determinándose que dos especímenes con caparazones fracturados (uno de los cuáles también presentó fractura de cráneo), y otro con fractura de cráneo murieron debido a colisiones con embarcaciones.

Es importante recalcar la importancia de la zona de El Ñuro, donde las tortugas se agregan en los alrededores del muelle pesquero (Velez-Zuazo *et al.*, 2012) puesto que son alimentadas para el desarrollo de la actividad turística de nado con tortugas. Algo similar se observó diariamente durante el desarrollo de este trabajo en el muelle de Los Órganos, donde no sólo se realiza la actividad de nado con tortugas, sino también el uso de motos acuáticas.

Las embarcaciones de pescadores y los deportes recreativos (yates, veleros o jets ski) representan una amenaza importante para las tortugas marinas, principalmente en áreas de agregación de forrajeo (Bachman, 2015). Esta situación incrementa el riesgo de ingesta o lesiones por materiales de pesca y de sufrir colisiones con embarcaciones. Es así, que el 17.6% de muertes por causas antropogénicas en este trabajo fueron producto de colisión con embarcaciones, cifra similar a la registrada previamente en Tumbes (Rosales *et al.*, 2010) donde se reportó un 14% de lesiones ocasionadas por colisiones con embarcaciones pesqueras.

Tres tortugas fueron halladas con materiales de pesca en el cuerpo (17.6%), dos de ellas presentaron anzuelos: una a nivel axilar de aleta anterior derecha con un absceso y otra con un anzuelo que había perforado esófago y tráquea. La tercera tortuga fue hallada con un cabo enredado en el caparazón. Estos hallazgos fueron atribuidos a la estrecha interacción de las tortugas con los pescadores y turistas en el área de estudio, donde se pudo observar a los pescadores perdiendo anzuelos y líneas de pesca desde el muelle hacia el mar donde estaban siendo alimentadas las tortugas, evidenciando el alto riesgo de lesiones e ingesta de materiales de pesca en este tipo de actividad turística.

En este estudio se determinó que el 53% de tortugas halladas muertas por causas antropogénicas fueron víctimas de captura incidental. Estas cifras son similares a las obtenidas en un estudio en Tumbes entre el 2007 y el 2009 por Rosales *et al.*, donde registraron un 47,4% de capturas incidentales de

tortugas marinas, demostrando esto, los efectos negativos de esta actividad sobre la población de tortugas del norte del país. O sólo al ahogamiento y trauma directo (por materiales de pesca o embarcaciones) como signos de captura incidental, no considerando otros posibles efectos de esta actividad, como es el síndrome descompresivo (García-Párraga et al, 2014). Un hallazgo importante en este trabajo fue la presencia de burbujas de gas en diversos órganos en cinco tortugas (27.8%) a las que se les realizó necropsia, posiblemente ocasionados por síndromes descompresivos producto de la pesca incidental.

El síndrome descompresivo fue reportado por primera vez en el 2014 por García-Párraga *et al.* En su informe describen una condición clínico-patológica consistente con síndrome descompresivo en 29 tortugas *Caretta caretta* de una muestra de 67 especímenes. Entre los hallazgos en necropsia se reportaron la presencia de burbujas de gas en vasos principales y congestión de órganos, enfisema pulmonar craneal, fluido en tracto respiratorio y trasudado celómico. Mientras que, en los hallazgos histopatológicos reportaron moderada a severa congestión multisistémica y la presencia de gas intravascular en múltiples órganos, degeneración vacuolar de miocitos, degeneración microvacuolar, entre otros. Si bien, en este estudio, no se pudo confirmar que la presencia de gas al examen histopatológico haya sido producto de embolismo gaseoso debido al moderado proceso autolítico de las muestras procesadas, los signos hallados en necropsias y la permanente presencia de embarcaciones ilegales (principalmente arrastreras) en el área de estudio sugieren la clara amenaza para las tortugas de sufrir síndrome descompresivo en las playas del norte del país.

Algo importante que resaltar en este trabajo es que, cuando las tortugas son capturadas, si se observan activas generalmente se liberan inmediatamente y no se consideran interacciones letales, pudiendo morir horas o días después de su liberación producto de síndrome de descompresión (García-Párraga et al, 2014). En el caso del Perú, también se considera la liberación post-captura dentro del Plan Nacional de Conservación de tortugas marinas (Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre, 2019). Esto representa un obstáculo para comprender el verdadero impacto de las pesquerías en las poblaciones de tortugas marinas en el Perú y el mundo.

Un total de 7 tortugas (37%) examinadas por necropsia presentaron impactación intestinal. Esto no necesariamente corresponde a un hallazgo patológico debido a que las tasas digestivas de las tortugas marinas son lentas en comparación con los mamíferos y no es raro que se encuentren restos de alimentos en tortugas emaciadas que no han ingerido alimentos durante prolongados periodos de tiempo (Flint et al, 2009).

Debido a las altas temperaturas y el tiempo de duración de las necropsias en la playa, el 53% de muestras analizadas histológicamente mostraron cambios autolíticos de moderados a severos. Además, al ser animales ectotermos, sus cuerpos sufren rápidamente cambios post-mortem y los órganos muestran avanzados cambios autolíticos (Gámez et al, 2009). Esto dificultó en gran medida el diagnóstico de causas de muerte pero aun así se pudieron obtener algunos hallazgos significativos.

Se encontraron signos de septicemia en tres tortugas a las que se les realizó el examen de necropsia (15.7%). Una de estas tres tortugas presentó lesiones fibrinosas amarillas en ambas córneas. Esto fue descrito en tortugas marinas como queratoconjuntivitis causada posiblemente por trauma e infecciones bacterianas secundarias (Gámez *et al.*, 2009). También se han descrito depósitos fibrinosos en la córnea por infiltración de la sanguijuela marina *Ozobranchus margo* y tumores de fibropapiloma que crecen en la córnea de las tortugas verdes (Brooks *et al.*, 1994). Sin embargo, no se encontró evidencia de tumores por fibropapiloma en ningún animal evaluado, mientras que la presencia de *Ozobranchus margo* sí fue un hallazgo común pero no en este caso en específico, por lo que la causa más probable de la presentación de queratoconjuntivitis en este animal fue la septicemia, puesto que la tortuga mostró infección generalizada en otros órganos y mucosas. En otro caso se encontró esplenitis necrotizante, la cual también fue asociada con procesos septicémicos en un estudio realizado en islas Canarias (Orós et al, 2005).

La presencia de melanomacrófagos fue un hallazgo frecuente en hígado en este estudio (76.5% de tortugas evaluadas). Aunque en la mayoría de los casos fueron leves-moderados, en 3 casos (17.6 %) se encontró una severa hipertrofia-hiperplasia de éstos. Los melanomacrófagos son poblaciones celulares normales en el hígado de las tortugas marinas, como en otros reptiles, donde fagocitan eritrocitos y material extraño. La decoloración negra puede ser discernible cuando aumentan los tamaños

y/o números de los centros de melanomacrófagos (hipertrofia o hiperplasia de melanomacrófagos) y se ha asociado con emaciación, estrés, inflamación crónica e infección bacteriana crónica. (Flint et al, 2009). En otro estudio denominan a esta acumulación de material amarillo-parduzco como hemocromatosis hepática, la cual ha sido asociada a la presencia de anemias hemolíticas en infecciones causadas por trematodos espirórcidos en *Chelonia mydas agasiizzii*, en Baja California, ya que estos parásitos ocasionan anemia hemolítica progresiva (Gámez et al, 2009). Los tres casos hallados con hiperplasia-hipertrofia de centros de melanomacrófagos en este estudio, también tenían huevos de trematodos espirórcidos, lo cual podría explicar la hipertrofia-hiperplasia de estos centros de melanomacrófagos.

La degeneración vacuolar también fue un hallazgo común encontrándose en el 76.5% de tortugas marinas evaluadas. La acumulación de lípidos, como en otras especies, puede observarse en vacuolas grandes o en micro-vacuolas al examen histológico. No hay muchos estudios sobre la lipodosis hepática en reptiles pero puede ocurrir por o después de una serie de agresiones, incluida la caquexia, toxicosis y anormalidades metabólicas (Flint et al, 2009).

Un hallazgo relevante y que no ha sido reportado antes en el Perú, fue la presencia de lesiones granulomatosas ocasionadas por huevos de trematodos espirórcidos (familia Spirorchiiidae) en distintos órganos de las tortugas evaluadas. Este trematodo sanguíneo ha sido reportado como una causa común de mortalidad en tortugas verdes en Queensland, Australia y tanto los huevos como la forma adulta son patógenos, pudiendo causar varamientos y la muerte del hospedador. En este trabajo la tasa de infección sobre la base de histopatología fue del 58.8%, porcentaje menor comparado al 98% registrado por Gordon *et al.* en Queensland (1998) y al 87.5% registrado por Orrego en Costa Rica (2005) siendo, en todos los casos, el bazo el órgano más afectado.

Todas las tortugas marinas halladas con vida (16) presentaron desorden de flotabilidad. Existen diversas causas para que se presente el desorden de flotabilidad en tortugas marinas, entre ellas están las relacionadas al sistema digestivo que causa acumulación de gas en estómago e intestinos como síndromes de mala-absorción, gastritis y enteritis severas, obstrucciones, torsiones gástricas o

intestinales; causas respiratorias como un neumotórax; también puede ocurrir por infecciones celómicas que produzcan gas o en animales muy débiles que no son capaces de sumergirse (Merchán *et al.*, 2010).

Las 10 tortugas que murieron horas después de ser halladas con vida presentaron este desorden de flotabilidad. En este trabajo se pudo comprobar el desorden de flotabilidad por torsión gástrica en una tortuga, la misma presentó celomitis fibrinosa. Una tortuga presentó enfisema pulmonar y bulla enfisematosa. Una tortuga presentó perforación de esófago, tráquea e hiperinflación pulmonar. Dos tortugas presentaron espuma en tráquea, pulmones, gas intestinal y celomitis fibrinosa. Una tortuga presentó burbujas de gas en corazón y vasos sanguíneos mesentéricos. Una tortuga presentó gas en intestinos por impactación intestinal, junto con celomitis fibrinosa. Una tortuga presentó gas en estómago e intestinos, junto con gas en vasos sanguíneos mesentéricos. El desorden de flotabilidad es un factor de riesgo para las tortugas marinas pues al no poder sumergirse pueden ser víctimas de colisiones por las embarcaciones o ser arrastradas por las olas y golpeadas por las rocas como se observó en uno de los casos evaluados.

El significativo porcentaje de tortugas marinas que se encontraron con vida (23%) evidencian la necesidad urgente de tener un centro de recuperación para tortugas marinas en la zona norte del país.

VI. CONCLUSIONES

- De los 70 especímenes post-mortem encontrados en el lapso de tiempo estudiado se logró determinar las causas de muerte de sólo 23, de los cuales el 74% murió por causas antropogénicas, siendo este el factor más importante y demostrando su negativo impacto sobre esta especie en costa norte del Perú. La segunda causa de muerte fueron factores naturales como enfermedades y parasitosis con un 24% lo que sugiere fuertemente la necesidad de implementar un sistema de monitoreo de salud para esta población, además de un centro de recuperación en zonas comunes de anidación y alimentación como El Ñuro y Los Órganos.
- Este trabajo es el primer reporte de huevos de trematodos espiróquidos en tortugas marinas en el Perú.

- El hallazgo de signos de síndrome descompresivo sugiere que el número de tortugas que mueren por captura incidental puede ser mucho mayor del que se estima.

VII.REFERENCIAS

- Azeredo, F. Meira-Filho, M. Work, T. (2019). Quantifying spirorchiid eggs in splenic histological samples from green turtles. Institute of Parasitology SAS, Košice. *Helminthologia*, 56, 3: 269 – 272. DOI 10.2478/helm-2019-0020
- Bachman, V. (2018). Analysis of sea turtle and marine mammal strandings along the northern coast of Perú between 2003 and 2016: Patterns and underlying causes. [Tesis de Maestría, Universidad Andrés Bello].
<http://biblioimarpe.imarpe.gob.pe/bitstream/123456789/3424/1/Bachmann%20Caller.pdf>
- Bjorndal, K., & Bolten, A. (2003). From Ghosts to Key Species: Restoring Sea Turtle Populations to Fulfill their Ecological Roles. *Marine Turtle Newsletter*, 100, 16-21.
- Brooks, D. Ginn, P. Miller, T. Bramson, L. & Jacobson, E. (1994). Ocular Fibropapillomas of Green Turtles (*Chelonia mydas*). *Veterinary pathology*. 31. 335-9.
 DOI: 10.1177/030098589403100306.
- Decreto Supremo N° 004-2014-MINAGRI. (2014). Clasificación de Especies Amenazadas de Fauna Silvestre. Diario el Peruano. 8 de abril de 2014. Disponible en:
<http://minagri.gob.pe/portal/download/pdf/marcolegal/normaslegales/decretosupremos/2014/ds04-2014-minagri.pdf>
- Flint, M., Patterson-Kane, J. C., Limpus, C. J., Work, T. M., Blair, D., & Mills, P. C. (2009). Postmortem Diagnostic Investigation of Disease in Free-Ranging Marine Turtle Populations: A Review of Common Pathologic Findings and Protocols. *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation*, 21(6), 733-759. <https://doi.org/10.1177/104063870902100601>
- Gámez Vivaldo, S., García Márquez, L. J., Osorio Sarabia, D., Vázquez García, J. L., & Constantino Casas, F. (2009). Patología de las tortugas marinas (*Lepidochelys olivacea*) que arribaron a las playas de Cuyutlán, Colima, México. *Veterinaria México*, 40(1), 69-78.
- García-Párraga, D., Crespo-Picazo, J. L., de Quirós, Y. B., Cervera, V., Martí-Bonmati, L., Díaz-Delgado, J., Arbelo, M., Moore, M. J., Jepson, P. D., & Fernández, A. (2014). Decompression sickness ('the bends') in sea turtles. *Diseases of aquatic organisms*, 111(3), 191–205. <https://doi.org/10.3354/dao02790>
- Gilman, E., & Bianchi, G. (2009). Guidelines to reduce sea turtle mortality in fishing operations. Food and Agriculture Organization of the United Nations. <http://www.fao.org/3/i0725e/i0725e.pdf>
- Gordon, A. N., Kelly, W. R., & Cribb, T. H. (1998). Lesions Caused by Cardiovascular Flukes (Digenea: Spirorchidae) in Stranded Green Turtles (*Chelonia mydas*). *Veterinary Pathology*, 35(1), 21-30. <https://doi.org/10.1177/030098589803500102>
- IMARPE – Instituto del Mar del Perú. (2017). Toma de datos-varamientos. (Pg. 3). [VersiónPDF]. Disponible en: https://savepacificleatherbacks.org/wp-content/uploads/2017/08/imarpe_varamientos.pdf.
- IUCN – International Union for Conservation of Nature. (2017). The IUCN Red List of Threatened species. <http://www.iucnredlist.org/details/8005/0>

- Kelez, S. Velez-Zuazo, X. & Manrique, C. (2003). Current status of sea turtles along the northern coast of Peru: preliminary results. Páginas 264-265 en J. A. Seminoff, editor. Proceedings of the Twenty-Second Annual Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation. NOAA Technical Memorandum NMFS-SEFSC-503.
- Menéndez, G. (2015). Identificación de las causas de muerte y varamiento de tortugas marinas (*Chelonioidea*) en la playa de La Diablica – Salinas, entre los meses de octubre de 2014 a marzo de 2015. La libertad, Ecuador: [Tesis de grado, Universidad Estatal Península de Santa Elena]. <https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/2144/1/UPSE-TBM-2015-020.pdf>
- Merchán, M. (Ed.) Bitón, S. Tomás, J. Martínez-Silvestre, A. Parga, M. & Aguilar, M. (2010). Tortugas marinas de la comunidad Valenciana y manejo. Monografías de la Asociación Chelonia. Volumen II. Madrid (España). 222 p.
- Orós, J., Torrent, A., Calabuig, P., & Déniz, S. (2005). Diseases and causes of mortality among sea turtles stranded in the Canary Islands, Spain (1998-2001). Diseases of aquatic organisms, 63(1), 13–24. <https://doi.org/10.3354/dao063013>.
- Orrego, C. (2005). Causas Antrópicas y Naturales en la mortalidad de las tortugas Baula (*Dermochelys coriacea*), Lora (*Lepidochelys olivacea*) y Verde (*Chelonia mydas*) en la Costa Pacífica de Costa Rica. Programa Nacional en Manejo y Conservación de Vida Silvestre para Meso América y el Caribe. A.A 1350-3000. [Universidad Nacional Heredia. Costa Rica].
- Poppi, L., & Marchiori, E. (2017). Standard protocol for post-mortem examination in sea turtles. Network for the Conservation of Cetaceans and Sea Turtles in the Adriatic. https://www.blue-world.org/bw/wp-content/uploads/2017/05/NETCET_Standard-protocols-for-post-mortem-examination-of-sea-turtles.pdf
- Reséndiz, E., & Lara-Uc, M. M. (2017). Análisis de los cambios post mortem de tortugas marinas del Pacífico de Baja California Sur con técnicas forenses. Revista Bio Ciencias, 4(4), 22. <https://doi.org/10.15741/revbio.04.04.06>
- Rosales, C., Vera, M., & Llanos, J. (2010). Varamientos y captura incidental de tortugas marinas en el litoral de Tumbes, Perú. Revista Peruana de Biología. 17. 293-302. <https://doi.org/10.15381/rpb.v17i3.4>
- Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre. (2019). Plan Nacional de Conservación de las Tortugas Marinas en el Perú 2019 – 2029. Disponible en: <http://repositorio.serfor.gob.pe/handle/SERFOR/798>
- Velez-Zuazo, X. Kelez, S. Klinge, L. Silva, S. & N. Balducci. (2012). Identifying critical habitat for the East Pacific green turtle in Peru: the case of El Nuro. En T. T. Jones & B. P. Wallace, editores. Proceedings of the Thirty-first Annual Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation. NOAA Technical Memorandum NOAA NMFS-SEFSC-631:253
- Wilson, E.G. Miller, K.L. Allison, D. & Magliocca, M. (2010). Why Healthy oceans needs sea turtles. The importance of sea turtles to marine ecosystems. OCEANA. http://oceana.org/sites/default/files/reports/Why_Healthy_Oceans_Need_Sea_Turtles.pdf
- Zarate, P. Bjorndal, KA. Parra, M. Dutton, PH. Seminoff, JA. & Bolten, AB. (2013). Hatching and emergence success in green turtle *Chelonia mydas* in the Galapagos Islands. Aquatic Biology 19:217-229. <https://doi.org/10.3354/ab00534>