



Analysis of *post mortem* changes in sea turtles from the Pacific Coast of Baja California Sur using forensic techniques

Análisis de los cambios *post mortem* de tortugas marinas del Pacífico de Baja California Sur, con técnicas forenses

Reséndiz, E.^{1,3}, Lara-Uc, M.M.^{1,2,3,*}

Universidad Autónoma de Baja California Sur, ¹Proyecto salud de tortugas marinas;
²Laboratorio de Oceanografía; Carretera al Sur km 5.5, Apartado Postal 19-B. CP. 23080.
La Paz Baja California Sur. México.

³Alianza Keloni A.C. Antonio Rosales No. 698, Col Centro, C.P. 23000, La Paz Baja California Sur, México.

ABSTRACT

The Pacific waters of the Baja California Sur coastline host a high diversity and abundance of sea turtles. The area is considered one of the most productive areas for various fisheries. In some occasions, the fisheries techniques could affect the sea turtles populations. Bycatch and local consumption is associated to contribute to sea turtle mortality based on thousands of dead and stranded sea turtles. Yet, few cases have been studied for other possible causes of death. In this paper, we present basic forensic techniques applied to classify the status of the carcasses according to their condition. Immediate and late *post mortem* changes were observed to classify cause of death. Sea turtle carcasses were evaluated from five sites along the Pacific coast of Baja California Sur totaling 187 individuals from three different species. We documented 187 carcasses from three different species of sea turtles at Playa Santo Domingo: *Caretta caretta* (Cc) N=56; *Chelonia mydas* (Cm) N=23; and *Lepidochelys olivacea* (Lo) N=2. At San Juanico: Cc N=25 and Cm N=22; Laguna San Ignacio: Cm N=19; at Punta Abreojos: Cc N=16 and Cm N=11; Isla

Article Info/Información del artículo

Received/Recibido: July 26th 2016.

Accepted/Aceptado: December 14th 2016.

RESUMEN

El pacífico de Baja California Sur, México presenta gran diversidad y abundancia de tortugas marinas. Asimismo, existe una alta productividad de otras especies marinas que son aprovechadas por diferentes artes de pesca, las cuales en ocasiones afectan a las poblaciones de tortugas. En esta zona, existen antecedentes de varamientos y mortalidad de miles de tortugas marinas, asociado a la captura incidental y a la captura dirigida para consumo. No obstante, solo en algunos casos, se han estudiado otras posibles causas de muerte. En este trabajo se aplicaron técnicas forenses básicas para clasificar el estado de los cadáveres de acuerdo a su condición. Se describieron los cambios *post mortem* inmediatos y mediatos observados y se clasificó la causa de muerte. Se documentaron 187 cadáveres de tres especies de tortugas marinas: 56 *Caretta caretta* (Cc), 23 *Chelonia mydas* (Cm) y 2 *Lepidochelys olivacea* (Lo) en Playa Santo Domingo en Baja California Sur, México; de ellas, en las siguientes localidades se encontraron: en San Juanico 25 Cm y 22 Cc; en Laguna San Ignacio 19 Cm; en Punta Abreojos 16 Cm y 11 Cc y, en Isla Arena 10 Cm y 3 Cc. De acuerdo al estado de los cadáveres y a la descripción de los cambios *post mortem*, la causa de muerte de 93 tortugas fue desconocida y representó el 49.73 %, en 53 casos se determinó que la muerte fue por captura incidental (28.34 %) y en 41 casos fue por

*Corresponding Author:

Lara-Uc, María Mónica, Universidad Autónoma de Baja California Sur, Proyectos de Investigación en tortugas marinas, Laboratorio de Oceanografía. Carretera al Sur km 5.5, Apartado Postal 19-B, CP. 23080. La Paz Baja California Sur. México. E-Mail: mlara@uabcs.mx

Arena: Cm N=10 and Cc N=3. We classified 93 turtles as having an unknown cause of death (49.73 %). In 53 cases, cause of death was determined as bycatch (28.34 %) and in 41 cases as direct consumption (21.92 %). Advanced decomposition limited our ability to determine cause of death between natural and anthropogenic factors. We recommend designing a basic work plan focused on constant sampling and monitoring through timely coastal and in-water surveys looking for live and dead animals.

KEY WORDS

Strandings, mortality, veterinary forensics, immediate *post mortem* changes, late *post mortem* changes.

Introduction

In the last decades, human impact has considerably increased in marine ecosystems, due to an inadequate management of fisheries for local, regional and industrial consumption, accumulation processes of toxic pollutants and changes in disease transmission (Aguirre and Gómez, 2009). The direct consequence is the affectation of diverse populations of commercial and non-commercial species (bycatch as a significant factor in mortality of sea turtles), and has to be attended as a priority.

Particularly, for species at risk and priority such as sea turtles, the affectations related with fishing activities have been severe. At a worldwide level, it is estimated that over one million turtles die every year due to drowning or ingestion of fishing hooks, and only in the United States, it is considered that approximately 1,000 turtles die every year for the same causes (Work and Balasz, 2010).

In the Peninsula of Baja California Sur (BCS), Mexico, five from the seven species of marine turtles existing around the world arrive during the different stages of their life cycle, which has been associated to the diversity of coast and marine habitats, and the oceanographic conditions of the region (Marquez, 1996). It has been documented that: 1) the green/black turtle (*Chelonia mydas*) uses some bays and coast lagoons of BCS, Mexico as feeding zone, during its juvenile and adult stages (Seminoff *et al.*, 2002), 2) aggregations of juveniles of the loggerhead turtle (*Caretta caretta*) in the Pacific zone of BCS, Mexico, use this water as develop-

consumo (21.92 %). El avanzado grado de descomposición en que se encontraron los cadáveres impidió llevar a cabo estudios concluyentes de la causa de muerte, limitando la posibilidad de demostrar fehacientemente la presencia de agentes infectocontagiosos o daños antropogénicos. Es necesario diseñar un plan de trabajo básico enfocado a la toma de muestras y mantener un monitoreo constante en tiempo y forma para llevar a cabo los recorridos en la playa y el mar, en busca de animales vivos y muertos.

PALABRAS CLAVE

Varamientos, mortalidad, medicina forense veterinaria, cambios *post mortem* inmediatos, cambios *post mortem* mediatos.

Introducción

En las últimas décadas, el impacto humano ha aumentado considerablemente en los ecosistemas marinos, debido a un inadecuado manejo de las pesquerías para consumo local, regional e industrial, procesos de acumulación de contaminantes tóxicos y cambios en la transmisión de enfermedades (Aguirre y Gómez, 2009). La consecuencia directa ha sido la afectación de diversas poblaciones de especies comerciales y no comerciales (pesca incidental como un factor significativo de la mortalidad de tortugas marinas), y debe ser atendido de manera prioritaria.

Particularmente, para especies en riesgo y prioritarias como las tortugas marinas, las afectaciones relacionadas con las actividades pesqueras han sido severas. A nivel mundial, se estima que más de un millón de tortugas mueren cada año por ahogamiento o ingesta de anzuelos de pesca, y tan solo en Estados Unidos se considera que, aproximadamente 1,000 tortugas mueren cada año por las mismas causas (Work y Balasz, 2010).

En la Península de Baja California Sur (BCS), México, cinco de las siete especies de tortugas marinas que existen en el mundo arriban durante las diferentes etapas de su ciclo de vida, lo cual ha sido asociado a la diversidad de hábitats costeros y marinos, así como a las condiciones oceanográficas de la región (Márquez, 1996). Se ha documentado que: 1) la tortuga verde-negra (*Chelonia mydas*) en su etapa juvenil y adulta, utiliza como zona de alimentación ciertas bahías y lagunas costeras de BCS, México (Seminoff *et al.*, 2002), 2) agregaciones de juveniles de la tortuga amarilla (*Caretta caretta*) en la zona del Pacífico de BCS, México que usan estas aguas

ment zone until reaching their sexual maturity (Peckham *et al.*, 2007), 3) the olive ridley turtle (*Lepidochelys olivacea*) and leatherback turtle (*Dermochelys coriacea*) use the South zone of the BCS peninsula as nesting and feeding zone, respectively (Marquez, 1996).

In the last years, the presence of juveniles and adults of hawksbill turtle (*Eretmochelys imbricata*) in the Archipelago Espíritu Santo, located in the Gulf of California, BCS, Mexico, has been reported (Lara-Uc *et al.*, 2015). Nevertheless, the fishing overexploitation, the use of fishery techniques (industrial-scale fisheries and small-scale fisheries), bycatch and the increase of illegal fishing have generated the declination of populations of these and other species in the marine ecosystems (Koch *et al.*, 2013), hence it is an issue of great relevance to attend.

Since the past decade, there are studies in BCS, Mexico, that associate mortality of sea turtles to bycatch (Peckham *et al.*, 2007; Mancini, 2009), estimating that thousands of turtles can die drowned in places where fishing areas coincide (with bottom-set gill nets and with drift gill nets, among others) with feeding zones of turtles (Gardner and Nichols, 2001).

Recently, mortality and stranding reports of turtles related to bycatch have increased significantly (CONANP-UABCS-CICIMAR-CIBNOR, 2014); one of the places with higher incidence of this problem is the Gulf of Ulloa, which extends from the north of Punta Abreojos to the south of Cabo San Lazaro, in BCS, Mexico, since hundreds of dead turtles appear annually (Koch *et al.*, 2006; Peckham *et al.*, 2008; Mancini, 2009; Koch *et al.*, 2013; CONANP-UABCS-CICIMAR-CIBNOR, 2014).

Other studies appoint strong impacts in the populations of marine turtles due to consumptions and illegal traffic. For example, it has been estimated that approximately 1.5 individuals are consumed per week by around 300 fishing communities in BCS, Mexico (Mancini and Koch, 2009). In addition, it is considered that more than ten thousand organisms are aimed to black market in the urban zones of Baja California and Sinaloa in Mexico, and exported to border cities in the USA per year (Mancini, 2009).

Nevertheless, there are other factors that might cause dead of sea turtles, such as: the presence of predators, accidents with boats (Work and Balasz, 2010), ingestion of anthropogenic waste and toxic pollutants (Keller *et al.*, 2014), envi-

como zona de desarrollo hasta alcanzar su madurez sexual (Peckham *et al.*, 2007), 3) la tortuga golfinia (*Lepidochelys olivacea*) y la tortuga laúd (*Dermochelys coriacea*) utilizan la zona Sur de la península de BCS, México como zona de anidación y alimentación, respectivamente (Márquez, 1996).

En los últimos años se ha reportado la presencia de juveniles y adultos de tortuga Carey (*Eretmochelys imbricata*) en el Archipiélago Espíritu Santo ubicado en el Golfo de California, Baja California Sur, México (Lara-Uc *et al.*, 2015). Sin embargo, la sobre explotación pesquera, el uso de técnicas de pesca (de altura y ribereña), la captura incidental y el aumento de la pesca ilegal, han generado el declive de poblaciones de estas especies y de otras participantes en los ecosistemas marinos (Koch *et al.*, 2013), por lo que es una problemática de gran relevancia a atender.

Desde la década pasada existen estudios en BCS, México, que asocian la mortalidad de las tortugas marinas a la captura incidental (Peckham *et al.*, 2007; Mancini, 2009), estimándose que miles de tortugas pueden morir ahogadas en lugares donde coinciden las áreas de pesca (con redes de enmalle de fondo y con redes de enmalle a la deriva, entre otras) con las zonas de alimentación de las tortugas (Gardner y Nichols, 2001).

Recientemente, los reportes de mortalidad y varamientos de quelonios relacionados a captura incidental han aumentado significativamente (CONANP-UABCS-CICIMAR-CIBNOR, 2014), siendo el Golfo de Ulloa, que comprende desde el norte de Punta Abreojos hasta el sur de Cabo San Lázaro, en BCS, México, uno de los lugares con mayor incidencia de esta problemática debido a que cientos de tortugas muertas aparecen anualmente (Koch *et al.*, 2006; Peckham *et al.*, 2008; Mancini, 2009; Koch *et al.*, 2013; CONANP-UABCS-CICIMAR-CIBNOR, 2014).

Otros estudios señalan fuertes impactos a las poblaciones de tortugas marinas debido al consumo y tráfico ilegal. Por ejemplo, se ha estimado que aproximadamente 1.5 individuos son consumidos por semana, por alrededor de 300 comunidades pesqueras en BCS, México (Mancini y Koch, 2009). Asimismo, se considera que más de diez mil organismos por año son destinados al mercado negro en las zonas urbanas de Baja California y Sinaloa en México, y exportadas hasta las ciudades fronterizas en los EUA (Mancini, 2009).

No obstante, existen otros factores que pueden ocasionar la muerte de tortugas marinas, entre los que se destacan: la presencia de depredadores, los accidentes con embarcaciones (Work y Balasz, 2010), la ingestión de restos an-

ronmental factors, nutritional conditions and metabolic and infectious diseases (Work *et al.*, 2003), cases that have not been documented in the region. Particularly in BCS, Mexico, the study of diseases of these organisms individually and epidemiology has not been approached enough and only in some cases it has been possible to prove the presence of etiologic agents and the development of diseases, and the cause of death associated to these (Cordero-Tapia *et al.*, 2004; Cordero-Tapia and Resendiz, 2014).

Therefore, the use of Veterinary Forensic Medicine (VFM) techniques has been proposed in order to associate the legal action with the biological and medical to study the cause, manner and mechanism of the death (Linacre, 2009), and their implications. Currently, there is no clear methodology on the techniques of VFM to carry the identification of death causes in sea turtles, and so far, the main instrument to estimate the impacts of bycatch related to mortality has been the studies of strandings (Koch *et al.*, 2006; Peckham *et al.*, 2008; Mancini, 2009; Koch *et al.*, 2013; CONANP-UABCS-CICIMAR-CIBNOR, 2014).

This manuscript aims to set the baseline for the application of forensic techniques and a proposal of a classifying frame of decomposition status to determine *post mortem* changes in sea turtles.

Material and Methods

Study area: during the period of June 2010 to May 2011, 12 track surveys (one per month) were carried in quad and on foot in Playa Santo Domingo (ALM), San Juanico (SJU), Laguna de San Ignacio (LSI), Punta Abreojos (PAB) and Isla Arena (GNO) in Baja California Sur, Mexico (Figure 1). These sites were selected based in the fact that those are the places where the track surveys of dead turtles have been or are being made, and previous studies of mortality and strandings have been carried (Koch *et al.*, 2006; Mancini, 2009; Mancini and Koch, 2009; Koch *et al.*, 2013).

Veterinary Forensic Medicine methodology:

- a) When finding the carcass:
 - The surrounding area was observed.
 - Date and time of the finding was recorded in a log.
 - A general ocular inspection from left to right, up

tropogénicos y contaminantes tóxicos (Keller *et al.*, 2004), los factores ambientales, las condiciones nutricionales y las enfermedades de tipo metabólicas e infecciosas (Work *et al.*, 2003), casos que no han sido documentados en la región. Particularmente en BCS, Mexico, el estudio de enfermedades en estos organismos de manera individual y epidemiológica ha sido poco abordado y solo en algunos casos se ha podido comprobar la presencia de agentes etiológicos y el desarrollo de enfermedades, así como la causa de muerte asociada a éstos (Cordero-Tapia *et al.*, 2004; Cordero-Tapia y Reséndiz, 2014).

Por lo anterior, se ha propuesto el uso de técnicas de medicina Forense Veterinaria (MFV), con la intención de vincular la acción jurídica con la médico biológica para estudiar la causa, manera y mecanismo de muerte (Linacre, 2009), así como sus implicaciones. Actualmente no existe una metodología clara sobre las técnicas de MFV para llevar a cabo la identificación de las causas de muerte en tortugas marinas, y hasta ahora, el principal instrumento para estimar los impactos de la captura incidental asociada a la mortalidad han sido los estudios de varamientos (Koch *et al.*, 2006; Peckham *et al.*, 2008; Mancini, 2009; Koch *et al.*, 2013; CONANP-UABCS-CICIMAR-CIBNOR, 2014).

El presente trabajo plantea sentar la línea base para la aplicación de técnicas forenses y una propuesta de un marco clasificatorio del estado de descomposición, para determinar los cambios *post mortem* en tortugas marinas.

Material y Métodos

Área de estudio: durante el periodo de junio de 2010 a mayo de 2011, se llevaron a cabo 12 censos (uno por mes) en cuatrimoto y a pie en la Playa Santo Domingo (ALM), San Juanico (SJU), Laguna de San Ignacio (LSI), Punta Abreojos (PAB) e Isla Arena (GNO) en Baja California Sur, México (Figura 1). Estos sitios fueron seleccionados con base a que son lugares en los que ya se realizaron o se están realizando censos de tortugas muertas, y se han llevado a cabo estudios previos de mortalidad y varamientos (Koch *et al.*, 2006; Mancini, 2009; Mancini y Koch, 2009; Koch *et al.*, 2013).

Metodología de Medicina Forense Veterinaria:

- a) Al encontrar el cadáver:
 - Se observó el área circundante al mismo.
 - Se registró en una bitácora fecha y hora de hallazgo.
 - Se hizo una inspección ocular general de izquierda a

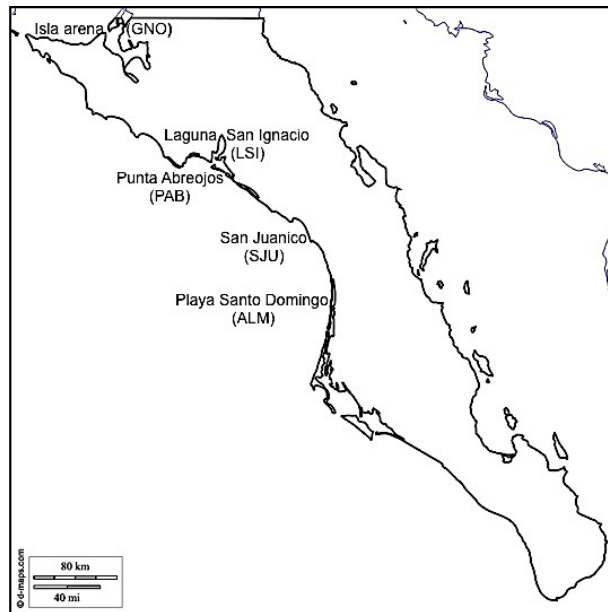


Figure 1. Monitoring sites (modified from: d-maps.com)

Figura 1. Sitios de monitoreo (modificado de: d-maps.com)

down and vice versa (spectrum observation) and the zone was described.

- Panoramic photographs that gave a general aspect of the place were taken.
- Photographs of rapprochement to each object or element in the place were taken.
- Photographs and animal disposition were taken (Methodology adapted from: Linacre, 2009; and Cooper and Cooper, 2010).
- For their location, its geographic position was recorded using a Global Positioning System (GPS) Garmin (model 72) according to methods described by Koch *et al.*, (2006) and photographs for a database were taken.
- The carcasses or remains found were identified (genre, species) (Pritchard *et al.*, 1999; Wineken, 2004), and measured from the curved carapace length (CCL) (Bolten, 1999) and marked.

The stranded carcasses of turtles were grossly examined as it follows:

- b) Carcass exam
- External inspection:
 - An ordered and systemic analysis of each animal with cranial caudal orientation and ventral dorsum evaluating all systems in the body in order to value

derecha, de arriba abajo y viceversa (observación en abanico) y se describió la zona.

- Se tomaron fotografías panorámicas que brindaron un aspecto general del lugar.
- Se tomaron fotos de acercamiento a cada objeto o elemento en el lugar.
- Se tomaron fotos y la disposición del animal (Metodología adaptada de: Linacre, 2009; y Cooper y Cooper, 2010).
- Para su ubicación, se registró su posición geográfica utilizando un Geoposicionador satelital (GPS) de la marca Garmin (modelo 72) según los métodos descritos por Koch *et al.*, (2006) y se tomaron fotografías para una base de datos.
- Se identificó el cadáver o los restos que se encontraron (género, especie) (Pritchard *et al.*, 1999; Wineken, 2004), fueron medidos del largo curvo del caparazón (LCC) (Bolten, 1999) y marcados.

Los cadáveres varados de las tortugas se examinaron macroscópicamente de la siguiente manera:

- b) Examen del cadáver
- Inspección externa:
 - Se realizó un análisis ordenado y sistemático de cada animal con orientación cráneo caudal y dorso ventral evaluando todos los sistemas del cuerpo para valorar

their status based in the autolytic changes (*post mortem* changes) was made, and all structural external anatomic change observed in the carcass was described (Work, 2000; Flint *et al.*, 2009).



- All data were recorded in a field format and an individual photo-documented report was made following the Linacre (2009) methodology.
- Each animal was marked with paint and/or plastic strap to avoid double counting (Methodology taken from: Mancini, 2009).
- Morphological, anatomic, structure and functional changes found in the carcasses were described (Trigo and Valero, 2002).
- Causes of death in sea turtles with basic descriptive techniques of Veterinary Forensics and Veterinary Pathology were evaluated (Cooper and Cooper, 2010; Trigo and Valero, 2002).
- Strandings of sea turtles in the pacific of BCS, Mexico were counted during a year.
- Conditions of carcasses were described and classified as it follows:

su estado con base en los cambios autolíticos (cambios *post mortem*) y se describió todo cambio anatómico estructural externo observado en el cadáver (Work, 2000; Flint *et al.*, 2009).




- Todos los datos se registraron en un formato de campo y se realizó un reporte foto documentado individual siguiendo la metodología de Linacre (2009).
- Cada animal se marcó con pintura y/o cinchos de plástico para evitar doble conteo (Metodología tomada de: Mancini, 2009).
- Se describieron los cambios morfológicos, anatómicos, estructurales y funcionales encontrados en los cadáveres (Trigo y Valero, 2002).
- Se evaluaron las causas de muerte en las tortugas marinas con técnicas básicas descriptivas de medicina Forense Veterinaria y Patología Veterinaria (Cooper y Cooper, 2010; Trigo y Valero, 2002).
- Se contabilizaron los varamientos de las tortugas marinas en el pacífico de BCS, México, durante un año.
- Se describieron y clasificaron las condiciones de los cadáveres de la siguiente manera:



Table 1.
Classification of sea turtle carcass condition.
Tabla 1.

Clasificación de las condiciones de los cadáveres de acuerdo a su estado.

1. Recently dead or fresh	
	<ul style="list-style-type: none"> - Beginning of loss of basic biological functions. - Beginning of cellular and tissue death (Trigo and Valero, 2002). - Carcass alterations: cessation of blood circulation, fall of arterial tension and auscultatory silence (Trigo and Valero, 2002). - Absence of respiratory movements in the plastron walls (Adapted from Wobeser, 1996). - Absence in the activity of the central nervous system (immobility, insensitivity, arreflexia) (Adapted from Cooper, 2009). - "Cadaveric" period, morphological alterations start to appear (<i>post mortem</i> changes) and the beginning of natural biodegradation (Modified from Mancini, 2009 and adapted from Trigo and Valero, 2002).
	<p>Feasible to perform necropsy, taking samples for histopathology, bacteriology, toxicology, electronic microscopy, molecular biology. For example, when the carapace can present extravasation of cell liquids and/or moderate to great amount of fat, living barnacles in the carapace and plastron, the skin gets dark and muscles can be appreciated of darkish red tone even though it is considered fresh, the smell is not that strong for at least 2 days (Modified from Mancini, 2009).</p>

Photos by: Amaury Cordero-Tapia.
Fotos por: Amaury Cordero-Tapia.

2. With immediate <i>post mortem</i> changes	
	<ul style="list-style-type: none"> - Autolytic changes from moderate to severe are observed. - Cadaver alterations: cadaveric dehydration, <i>algor mortis</i>, cadaveric rigidity, cadaveric lividness, visceral hypostasis, beginning of <i>post mortem</i> emphysema (emphysema period: 2-7 days and more) (Adapted from Trigo and Valero, 2002). - Partial destruction of the carcass. These changes depend on time, temperature and humidity, corporal size and weight of the organism, nutritional status and diet type, species and health status (when the animal was alive), among others (Adapted from Cooper and Cooper, 2007). (Depending on the changes and the criteria of the Veterinarian a necropsy can or cannot be performed). <p>For example, the carapace starts to blend for the sun, the skin and muscles turn dark and harden; the organism can start swelling, the smell is strong and unpleasant (Modified from Mancini, 2009)</p>
3. With late <i>post mortem</i> changes	
	<ul style="list-style-type: none"> - The turtle presents advanced autolytic changes and remarkable degenerative changes. - <i>Post mortem</i> emphysema, <i>post mortem</i> imbibition, pseudomelanosis, loss of color, and/or <i>post mortem</i> rupture, <i>post mortem</i> displacement is observed (Adapted from Trigo and Valero, 2002). - Destruction of carcass due to exogenous factors (Linacre, 2009). - These changes depend on time, environment temperature and humidity, corporal size and weight of the organism, nutritional status and type of diet, among others). (Adapted from: Cooper and Cooper, 2010). <p>For example, the carapace is maintained hard, the shields start to break from the carapace, the skin is hard, stiff and dry to tact, and/or bones of the flipper and cranes are appreciated, the muscles are dry and darkened (Monified from Mancini, 2009).</p>
4. Carapace and skeleton	
	<ul style="list-style-type: none"> - Last period of decomposition period described as skeleton reduction (more than 3 months approx.) (Adapted from Linacre, 2009). - Stage characterized by the total disappearance of cadaveric soft remains, excepting the bones that compose the osseous skeleton as last remain of the carcass (Adapted from Cooper and Cooper, 2010). <p>For example, the carapace is dry and stiff, few tissue is left, in some cases, the vertebral succession is lost and the head and bones can be observed disperse (Modified from Mancini, 2009).</p>

5. Only carapace	
	<p>Generally, carapace is found burned by the sun and with no joint to the bones, no skin or muscles are observed (more than 5 months approx.) (Modified from Mancini, 2009).</p>
6. Only bones	
	<p>Bones found disperse and in some cases next to each other (Modified from Mancini, 2009).</p>

Photographs: Eduardo Resendiz; within the Project Baja Loggerhead Mortality for Doctorate thesis in Marine and Coast Sciences of the UABCS, entitled: "Health status and mortality-Pathology and Forensic Medicine of sea turtles of the Pacific of Baja California Sur".


Foto: Eduardo Reséndiz; dentro del proyecto Baja Loggerhead Mortality para la tesis de Doctorado en Ciencias Marinas y Costeras de la UABCS, titulada "Estado de salud y mortalidad-Patología y Medicina Forense de las tortugas marinas del Pacifico de Baja California Sur".





The cause of death was characterized based on the carcass status as follows:

Se categorizó de la causa de muerte con base en el estado del cadáver de la siguiente manera:

Table 2.
Cause of death based on the status of the carcass.

Tabla 2.
Categorización de la causa de muerte con base en el estado del cadáver.

1. Consumption	
	<p>When death is produced by a violent or non-violent cause, as a result of the premeditated action, which primary aim was death of the animal, for example, capture and death directed to consumption, when the carapace or the remains show signs of vitality of a lesion (Modified from Wobeser, 1996 and Cooper, 2009), tracks of burns, knife or harpoon on living tissue (Modified from Mancini, 2009) and the aim is interpreted as to damage or mutilate for consumption.</p>

2. Bycatch	
	<p>When death is produced by a violent or non-violent cause as a result of an accidental circumstance (Adapted from Linacre, 2009). Carcasses have presence of hooks, remains of nets, ropes, marks or lesions (scars) on living tissue (modified from Mancini, 2009).</p>
3. Natural mortality	
	<p>When death is considered to have been produced by a natural, non-violent cause, generally as the result of diseases (fibropapilloma or others) or predators (shark bite) (Modified from Mancini, 2009).</p>
4. Other causes	
	<p>Mainly caused by a crash with skiffs, among others.</p>
5. Unknown or undetermined cause	
	<p>When death is produced by a cause that is not possible to determine or totally unknown.</p>

Photographs: Eduardo Resendiz; within the Project Baja Loggerhead Mortality for thesis of Doctorate in Marine and Coast Sciences of the UABCS, entitled: "Health status and mortality-Pathology and Forensic Medicine of sea turtles of the Pacific of Baja California Sur".

Fotos: Eduardo Reséndiz; dentro del proyecto Baja Loggerhead Mortality para la tesis de Doctorado en Ciencias Marinas y Costeras de la UABCS, titulada "Estado de salud y mortalidad-Patología y Medicina Forense de las tortugas marinas del Pacífico de Baja California Sur".

Results and Discussion

From June 2010 to May 2011, a total of 187 carcasses of three sea turtle species: 56 Cc *Caretta*

Resultados y Discusión

De junio de 2010 a mayo de 2011, se documentaron un total de 187 cadáveres de tres especies de

Caretta (loggerhead turtle); 23 Cm: *Chelonia mydas* (Green/black turtle) and 2 Lo: *Lepidochelys olivacea* (Olive ridley turtle) in Playa Santo Domingo (ALM); 25 Cm and 22 Cc in San Juanico (SJU); 19 Cm in Laguna San Ignacio (LSI); 16 Cm and 11 Cc in Punta Abreojos (PAB); 10 Cm and 3 Cc in Isla arena (GNO) in the Pacific of Baja California Sur, Mexico (Table 3, Figure 2).

tortugas marinas: 56 Cc: *Caretta caretta* (Tortuga amarilla); 23 Cm: *Chelonia mydas* (Tortuga negra) y 2 Lo: *Lepidochelys olivacea* (Tortuga golfina) en Playa Santo Domingo (ALM); 25 Cm y 22 Cc en San Juanico (SJU); 19 Cm en Laguna San Ignacio (LSI); 16 Cm y 11 Cc en Punta Abreojos (PAB); 10 Cm y 3 Cc en Isla arena (GNO) en el Pacífico de Baja California Sur, México (Tabla 3, Figura 2).

Table 3.
Study area, carcass count (N) and species diversity of stranded sea turtles from the Pacific coast of BCS, Mexico.

Tabla 3.
Zona, número total de cadáveres (N) y especie de tortugas marinas encontradas varadas muertas en el Pacífico de BCS, México.

Zone	Species	N of dead turtles	(%)
ALM	Cc	56	51.52
ALM	Cm	23	21.39
ALM	Lo	2	-
SJU	Cm	25	23.25
SJU	Cc	22	20.24
LSI	Cm	19	17.67
PAB	Cm	16	14.88
PAB	Cc	11	10.12
GNO	Cc	3	2.7
GNO	Cm	10	9.3

ALM: Playa Santo Domingo, SJU: San Juanico, LSI: Laguna de San Ignacio, PAB: Punta Abreojos, GNO: Isla arena. Cc: *Caretta caretta* (Loggerhead turtle); Cm: *Chelonia mydas* (Green/black turtle); Lo: *Lepidochelys olivacea* (Olive ridley turtle).
ALM: Playa Santo Domingo, SJU: San Juanico, LSI: Laguna de San Ignacio, PAB: Punta Abreojos, GNO: Isla arena. Cc: *Caretta caretta* (Tortuga amarilla); Cm: *Chelonia mydas* (Tortuga negra); Lo: *Lepidochelys olivacea* (Tortuga golfina).

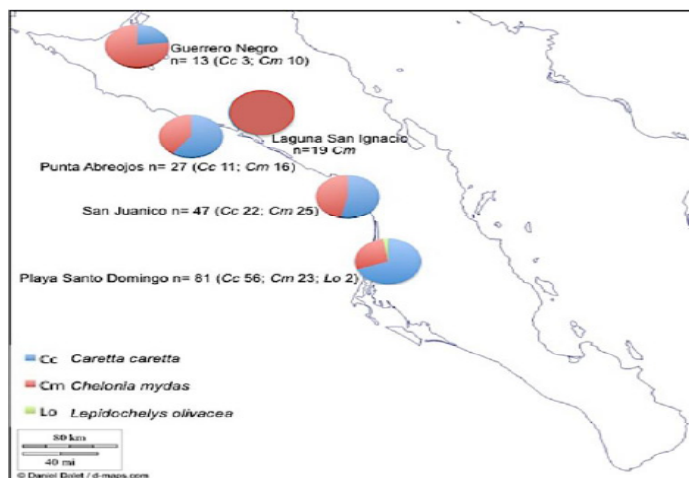


Figure 2. Distribution map of sea turtle mortality based on stranding surveys in BCS (Modified from: Daniel Dalet/d-maps.com).

Figura 2. Mapa de la distribución de las tortugas encontradas varadas muertas en BCS durante los censos de mortalidad (modificado de: Daniel Dalet/d-maps.com).

Carcasse classification: carcasses were classified within categories 3 to 7, only bones category (7) obtained 46.5 %. The rest of the carcasses were distributed as shown in Table 4.

Clasificación del cadáver: los cadáveres fueron clasificados dentro de las categorías 3 a 7, siendo la categoría de (7) solo huesos la que obtuvo el 46.5 %. El resto de los cadáveres se distribuyeron como se presenta en la Tabla 4.

Table 4.
Classification of sea turtle carcass condition based on status of decomposition
Tabla 4.
Clasificación de las condiciones de los cadáveres de acuerdo a su estado

State of the turtle	No. of turtles
1. Alive	0
2. Recently dead or fresh	0
3. Immediate <i>Post mortem</i> changes	1
4. Late <i>Post mortem</i> changes	18
5. Carapace and skeleton	29
6. Only carapace	52
7. Only bones	87

Size of the sea turtles found stranded and dead: 99 % of carapaces of the carcasses found had inferior size compared to the average of nesting females of each species (Pritchard *et al.*, 1999; Wineken, 2004). It was determined that 95 % of recorded animals were juveniles. In the case of loggerhead turtles, the average CCL was 70.8 ± 8.20 (n=92; range: 40-93) which was compared to those reported by Peckham *et al.*, (2007) and Mancini (2009) for the zone. Green/black turtle carapaces found measured 63.3 ± 9.3 cm CCL (n=93; range: 36-112) in average. Contrary with the average CCL of olive ridley turtles, which was 66 ± 2 (n=2), 100 % of the individuals were adults (Mancini, 2009). Sizes of CCL of turtles coincide to what was previously described in the zone by Peckham *et al.*, (2007); Mancini (2009); Mancini and Koch (2009) and Koch *et al.*, (2013).

It is important to mention that no living, injured or recently dead or fresh animals were found, and the sex of the organisms was not determined. Necropsies were not performed either, due to all evaluated animals being found in advanced status of decomposition (Flint *et al.*, 2009).

Also, some cites used for the making of Table 1 do not corresponded to places with the same weather. This means that the criteria of classification can vary, and not

Talla de las tortugas marinas encontradas varadas muertas: El 99 % de los caparazones de los cadáveres encontrados tuvieron talla inferior al promedio de las hembras anidadoras de cada especie (Pritchard *et al.*, 1999; Wineken, 2004). Se determinó que el 95 % de los animales que se registraron eran juveniles. En el caso de las tortugas amarillas, el LCC promedio fue de 70.8 ± 8.20 (n=92; rango: 40-93) que se compararon con lo reportado por Peckham *et al.*, (2007) y Mancini (2009) para la zona. Los caparazones encontrados de tortugas negras midieron en promedio 63.3 ± 9.3 cm de LCC (n=93; rango: 36-112) y se compararon con lo que señala Semminoff *et al.*, (2002) y Mancini (2009). Caso contrario sucedió con el LCC promedio de las tortugas golfinas, que fue de 66 ± 2 (n=2), siendo el 100 % de los individuos de talla adulta (Mancini, 2009). Las tallas de LCC de las tortugas coinciden con lo descrito previamente en la zona por Peckham *et al.*, (2007); Mancini (2009); Mancini y Koch (2009) y Koch *et al.*, (2013).

Es importante aclarar que no se encontraron animales vivos, heridos, recién muertos, ni se determinó el sexo de los organismos. Tampoco se realizaron necropsias debido a que todos los animales que se evaluaron se encontraban en avanzado estado de descomposición (Flint *et al.*, 2009).

Cabe mencionar que algunas citas usadas para la confección de la Tabla 1 no corresponden a lugares con el mismo clima. Esto significa que los criterios de clasificación pue-

necessarily correspond to the weather and fauna where this study was performed.

Cause of death: in 93 turtles the cause of death could not be identified, it was classified as (5) and represented 49.73 %, while in 53 cases the cause of death was determined as bycatch (2), which represented 28.34 % and in 41 cases for consumption (1), representing 21.92 % (Table 5). Studied causes of death, mortality zones and species dead turtles found coincide with the previously described by Peckham *et al.*, (2007), Mancini and Koch (2009) and Koch *et al.*, (2006) and (2013).

den variar, y no necesariamente corresponden al clima y fauna en donde se hizo este estudio.

Causa de muerte: en 93 tortugas, la causa de muerte no pudo ser identificada, se clasificó como (5) y representó el 49.73 %, mientras que en 53 casos se determinó que la causa de muerte fue por captura incidental (2), lo cual representó el 28.34 % y en 41 casos fue por consumo (1), representando el 21.92 % (Tabla 5). Las causas de muerte estudiadas, las zonas de mortalidad y especies de tortugas muertas encontradas, coincide con lo descrito previamente por Peckham *et al.*, (2007), Mancini y Koch (2009) y Koch *et al.*, (2006) y (2013).

Table 5.
Classification of possible cause of death of sea turtles found stranded.

Tabla 5.
Clasificación de la posible causa de muerte de las tortugas marinas encontradas varadas.

Cause of death	No. of turtles	Species	Zone	Found zone	(%)
1. Consumption	41	<i>Cm</i>	SJU	Nearby urban zone	21.92
2. Bycatch	53	<i>Cc</i>	ALM	Intertidal	28.34
3. Natural mortality	0	-	-	-	0
4. Other	0	-	-	-	0
5. Unknown	93	<i>Cc, Cm y Lo</i>	ALM	Supratidal	49.73
		<i>Cc y Cm</i>	SJU		
		<i>Cm</i>	LSI		
		<i>Cc y Cm</i>	PAB		
		<i>Cm</i>	GNO		

Cm: *Chelonia mydas* (Green/black turtle), *Cc*: *Caretta caretta* (Loggerhead turtle), *Lo*: *Lepidochelys olivacea* (Olive ridley turtle), SJU: San Juanico, PLM: Santo domingo, LSI: Laguna San Ignacio, PAB: Punta abreojos, GNO: Isla arena Guerrero Negro in Baja California Sur, Mexico.

Cm: *Chelonia mydas* (Tortuga negra), *Cc*: *Caretta caretta* (Tortuga amarilla), *Lo*: *Lepidochelys olivacea* (Tortuga golfinia), SJU: San Juanico, PLM: Santo domingo, LSI: Laguna San Ignacio, PAB: Punta abreojos, GNO: Isla arena Guerrero Negro en Baja California Sur, México.

Description of post mortem changes: *Caretta caretta* turtle classified with immediate post mortem changes (3) presented:

- Superior skin (dorsal) dark brown, no elasticity, no flexibility, harden consistency or "stiff" by touch, ventral skin (inferior) was less hard in comparison to dorsal, firm and also with no elasticity or flexibility.
- In the inferior part of the carcass, delimited spots were observed, darker than normal skin, blue-reddish colored.
- Ocular mucosa and mouth were dry and opaque, eyeballs were retracted and the cornea was opaque.
- Head and neck muscles (axial muscles) were firm, hard and had no flexion, extension, retraction and rotation on its axis.
- Dorsal and ventral anterior flippers presented no movement, flexibility, elasticity, extension and rotation

Descripción de los cambios post mortem: la tortuga *Caretta caretta* clasificada con cambios post mortem inmediatos (3) presentó:

- La piel superior (dorsal) de color café muy oscuro, sin elasticidad, ni flexibilidad, de consistencia dura o "acartonada" al tacto, la piel (inferior) ventral era menos dura en comparación con la dorsal, de consistencia firme y tampoco tenía elasticidad ni flexibilidad.
- En la parte inferior del cadáver, se observaron manchas delimitadas, más oscuras que la piel normal de color hacia rojo-azulado.
- Las mucosas oculares y la boca estaban desecadas y opacas, los globos oculares estaban retraídos y la córnea se observaba opaca.
- Los músculos de la cabeza y cuello (músculos axiales), firmes, duros y no presentaron flexión, extensión, retracción y rotación sobre su eje.
- Aletas anteriores dorsal y ventral, no presentaron

in articulation outwards, inwards, back and forth.

- The carapace was of a dark brown color with only 2 firm and continue shields. **Four barnacles were observed in the center.**
- In the posterior, dorsal and ventral flippers, no movement, flexibility, elasticity, extension and rotation of articulations outwards, inwards, back and forth.
- In the tale and cloaca, dorsal and ventral, firm and with no movement. The plastron was dark yellow, with delimited zones of dark brown, of firm consistency by touch (Table 6).

In tables 6 to 10, *post mortem* changes observed in the carcasses of stranded sea turtles found dead are summarized.

Caretta caretta turtle classified as (3) immediate *post mortem* changes (Table 6 and 11), presented moderated autolytic changes; the “stiffness” of the skin by touch is one of the main alterations that are observed in a carcass in decomposition process (Flint *et al.*, 2009). Observed desiccation in the ocular and mouth mucosa is due to the effect of evaporation, retraction of eyeballs (ocular subsidence) and opacity of cornea is considered corneal cloudiness and its due to cadaveric dehydration (Cooper, 2009); these changes are attributed to the time period that it was exposed to environmental conditions, including average temperature of July (28 °C) as well as humidity and ventilation (Linacre, 2009). Body temperature of the turtle similar to the environment is due to the continue loss of

movimiento, flexibilidad, elasticidad, extensión y rotación en las articulaciones hacia fuera, hacia adentro, hacia delante y hacia atrás.

- El caparazón era de color marrón a café muy oscuro con sólo 2 escudos firmes y continuos. Se observaron cuatro barnanos en el centro.
- En las aletas posteriores, dorsal y ventral, sin movimiento, flexibilidad, elasticidad, extensión y rotación en las articulaciones hacia fuera, hacia adentro, hacia delante y hacia atrás.
- En la cola y cloaca, dorsal y ventral, firme y sin movimiento. El plastrón, era de color amarillo muy oscuro, con zonas delimitadas de color café oscuro, de consistencia firme al tacto (Tabla 6).

En las tablas 6 a 10 se resumen los cambios *post mortem* que se observaron en los cadáveres de tortugas marinas encontradas varadas muertas.

La tortuga *Caretta caretta* clasificada como (3) cambios *post mortem* inmediatos (Tablas 6 y 11), presentó cambios autolíticos moderados; el “acartonamiento” de la piel al tacto es una de las principales alteraciones que se observan en un cadáver en proceso de descomposición (Flint *et al.*, 2009). La desecación observada de las mucosas oculares y la boca se debe al efecto de la evaporación, la retracción de los globos oculares (hundimiento ocular) y la opacidad de la córnea se considera enturbiamiento corneal y se debe a la deshidratación cadavérica (Cooper, 2009); estos cambios se atribuyen al periodo de tiempo que paso expuesta a las condiciones ambientales, incluyendo la temperatura promedio del mes de julio (28° C) así como la humedad y ventilación (Linacre, 2009). La temperatura corporal de la tortuga similar a la del ambiente,

Table 6.
Carcass changes observed in a loggerhead turtle (*Caretta caretta*) classified with immediate *post mortem* (3).

Tabla 6.
Alteraciones cadavéricas observadas en una tortuga amarilla (*Caretta caretta*) clasificada con cambios *post mortem* inmediatos (3).

ID	Classification	<i>Post mortem</i> changes
Alm	Immediate <i>post mortem</i> changes (3)	Skin hard by touch, no elasticity, no flexibility.
T13 C.c.		Ocular mucosa and dry mouth Ocular subsidence and opaque cornea Corporal temperature similar to the environment <i>Rigor mortis</i> Reddish blue spots in the inferior part of turtle

ID: Identification, Alm: Playa Santo Domingo, T13: Identification Turtle No. 13, C.c.: *Caretta caretta* (Loggerhead turtle).

ID: Identificación, Alm: Playa Santo Domingo, T13: Identificación Tortuga No. 13, C.c.: *Caretta caretta* (Tortuga amarilla).

heat and it is increased after death by radiation and convection, as direct consequence of disappearance of natural mechanisms of regulation of body temperature, along to the simultaneous interruption of blood circulation, muscle activity and changes in the metabolic tissue activity (Trigo and Valero, 2002), and it was considered a sign of *Algor mortis*, a physical process where the cooling rate of the carcass is determined by the difference between the temperature of the body and the environment (Cooper and Cooper, 2010). Cadaverous cooling works as one of the most useful indicators within the first hours after death occurred (Cooper and Cooper, 2007). The "Post mortem Interval" (PMI) works as an estimator of time that the body has been dead, and it applies for the first 24 *post mortem* hours. After dead, for a few hours (1 to 5 h), temperature is initially maintained as "stable", after it continues with a linear decline of heat loss. This loss is accelerated as the temperature is more proximate to the environment (Wobeser, 1996). When continuing with the body review, the turtle showed signs of complete *rigor mortis* in the muscles of the neck, flippers and tale. *Rigor mortis* is presented in a progressive way, from a few hours after the death of the animal (Cooper and Cooper, 2010). Once *rigor mortis* has completely developed, articulations and internal organs stay fixed and with no movement in extension or flexion (Wobeser, 1996), involving flat muscle and cardiac and skeletal striated muscle as a result of the physical-chemical changes in the proteins of the muscle fibers by a period of anoxia (Linacre, 2009). It is necessary to mention that the carcass was exposed to climate and environmental conditions by a prolonged period, in the cases of carcasses submitted to intense direct heat, they have as result rigidity by heat and not by muscle contraction (Cooper and Cooper, 2010). The muscular shortening is given as consequence of coagulation of muscle proteins and not *rigor mortis* (Wobeser, 1996).

This turtle was found in prone position, and with no signs of visceral hypostasis, which suggests that the animal die in the water and was trawled to the shore after some time (Linacre, 2009). The reddish blue spots observed in the inferior part of the turtle are considered "*livor mortis*" and are attributed to the gravitational sedimentation and stagnation of the blood that is produced as consequence of the loss of vascular tone (Cooper and Cooper, 2010). The temperature of the carcass, cadaveric rigidity, and the changes in skin color, anatomic

se debe a la pérdida de calor continua y que se incrementa después de la muerte por medio de radiación y convección, como consecuencia directa de la desaparición de los mecanismos naturales de regulación de la temperatura corporal, aunado a la interrupción simultanea de la circulación sanguínea, la actividad muscular y los cambios en la actividad metabólica tisular (Trigo y Valero, 2002) y se consideró como un signo de *Algor mortis*, un proceso físico donde la tasa de enfriamiento del cadáver está determinada por la diferencia entre la temperatura del cuerpo y la del ambiente (Cooper y Cooper, 2010). El enfriamiento cadavérico sirve como uno de los indicadores más útiles dentro de las primeras horas de ocurrida la muerte (Cooper y Cooper, 2007). El "Intervalo *post mortem*" (IPM) sirve como un estimador del tiempo que lleva muerto el cuerpo y que aplica para las primeras 24 horas *post mortem*. Luego de la muerte, por algunas horas (1 a 5 h), la temperatura inicialmente se mantiene "estable"; en seguida se continúa con un descenso lineal de la pérdida de calor. Esta pérdida se acelera cuando más se aproxima a la temperatura del ambiente (Wobeser, 1996). Al continuar con la revisión del cadáver, la tortuga mostró signos de rigidez cadavérica (*rigor mortis*) completa en los músculos del cuello, aletas y cola. La rigidez cadavérica se presenta en forma progresiva desde unas pocas horas de ocurrida la muerte del animal (Cooper y Cooper, 2010). Una vez que el *rigor mortis* se ha desarrollado completamente las articulaciones y órganos internos quedan fijos y sin movimientos en extensión o flexión (Wobeser, 1996), involucrando a la musculatura lisa y la musculatura estriada cardíaca y esquelética como resultado de cambios físico-químicos en las proteínas de las fibras musculares por un periodo de anoxia (Linacre, 2009). En este rubro es necesario remarcar que el cadáver estuvo expuesto a las condiciones climáticas y ambientales por un periodo prolongado, en los casos de cadáveres que son sometidos a calor intenso directo, tienen como resultado una rigidez por calor y no por contracción muscular (Cooper y Cooper, 2010). El acortamiento muscular se da como consecuencia de la coagulación de las proteínas musculares y no del *rigor mortis* (Wobeser, 1996).

La posición en la que se encontró esta tortuga fue en decúbito prono y no se observaron signos de hipostasia visceral, lo que hace suponer que el animal murió dentro del agua y fue arrastrado a la orilla tiempo después (Linacre, 2009). Las manchas de color rojo azulado que se observaron en la parte inferior de la tortuga, se consideraron como "*livor mortis*" y se atribuyen a la sedimentación gravitacional y estancamiento de la sangre que se produce como consecuencia de la pérdida del tono vascular (Cooper y Cooper, 2010). La temperatura del cadáver, la rigidez cadavérica, así como los cambios en la coloración de la piel, los cambios anatómicos

Table 7.
Carcass changes observed from 18 turtles classified with late *post mortem* (4).

Tabla 7.
Alteraciones cadavéricas observadas en 18 tortugas clasificadas con cambios *post mortem* mediatos (4).

ID	Classification	<i>Post mortem</i> changes
18	Late <i>post mortem</i> changes	Foul smell
Tm (4)		Change in coloration to very dark diffuse red in tissues (mainly skin)
		Black-greyish coloration in tissues
		7 turtles Abdominal distention including internal organs and neck and extremities
		11 turtles Rupture and <i>post mortem</i> displacement

ID: Identification, Alm: Playa Santo Domingo, 18Tm: 18 Stranded sea turtles found dead.

ID: Identificación, Alm: Playa Santo Domingo, 18Tm: 18 Tortugas marinas encontradas varadas muertas.

and morphologic structure changes observed in the carcass were considered moderate autolytic changes.

The 18 carcasses classified as (4) late *post mortem* changes presented advanced autolytic changes (Table 7). The first recorded sign was foul smell. In 7 of the 18 carcasses of sea turtles found, *post mortem* emphysema or gas accumulation was observed (Cooper, 2009). This process is responsible for the foul smell and indicator of the advanced status of decomposition; it is originated by the bacterial fermentation inside the carcass, combined with the accumulated gases (methane, carbon dioxide, ammoniac and small amounts of mercaptan, among others) (Wobeser, 1996), which cause abdominal distention including internal organs, neck and extremities (McGavin and Zachary, 2006). The change of coloration to very dark diffuse red in tissues (mainly skin) was attributed to intravascular hemolysis of erythrocytes and degradation of hemoglobin, and it was considered as *post mortem* imbibition (Cooper and Cooper, 2010), which is developed in the first stage of decomposition, in the "chromatic" period (McGavin and Zachary, 2006).

Another observed change that predominated in the carcasses was a coloration from grey to black in tissues, and it was considered as pseudomelanosis (Wobeser, 1996), *post mortem* change related to the advanced status of decomposition a carcass is found, and originated by the com-

estructurales y morfológicos observados en el cadáver fueron considerados cambios autolíticos moderados.

Los 18 cadáveres clasificados como (4) con cambios *post mortem* mediatos; presentaron cambios autolíticos avanzados (Tabla 7). El primer signo registrado fue el mal olor. En 7 de los 18 cadáveres de tortuga marina encontrados se observó enfisema *post mortem* o acumulación de gases (Cooper, 2009). Este proceso es el responsable del mal olor e indicador de la avanzada etapa de descomposición; se origina por la fermentación bacteriana en el interior del cadáver, combinado con el acúmulo de gases (metano, dióxido de carbono, amoniaco y pequeñas cantidades de mercaptan, entre otros) (Wobeser 1996), los cuales ocasionan distensión abdominal incluyendo a los **órganos internos, cuello y extremidades (McGavin y Zachary, 2006)**. El cambio de coloración a roja difusa muy oscura en los tejidos (piel principalmente), se atribuyó a la hemólisis intravascular de los eritrocitos y degradación de la hemoglobina y se consideró como imbibición *post mortem* (Cooper y Cooper, 2010), misma que se desarrolla en la primera etapa de la descomposición, el periodo "cromático" (McGavin y Zachary, 2006).

Otro cambio observado que predominó en los cadáveres, fue una coloración grisácea a negro en los tejidos y se consideró como pseudomelanosis (Wobeser 1996), cambio *post mortem* relacionado al avanzado estado de descomposición en que se encuentra un cadáver y que se origina por la combinación del hierro de la hemoglobina y el sulfuro de hidrógeno producido por los diferentes géneros de bacterias que se desarrollan en un animal muerto (Wobeser, 1996).

ination of iron of hemoglobin and hydrogen sulfide produced by the different genre of bacteria that develop in a dead animal (Wobeser, 1996).

In 11 of the 18 carcasses, *post mortem* rupture was observed, and it was attributed to the pressure exerted by the amount of gases in the walls of the organs, as stomach and intestines, which weaken by autolysis (Cooper and Cooper, 2010), and by the sting or bite of scavenger fauna in the place. In the 11 carcasses, a *post mortem* displacement was observed (Mcgavin and Zachary, 2006) and it was associated to diverse factors, such as tiding, wind, gas and liquid accumulation in abdominal cavity, and the sting or bite of scavenger fauna in the place (Cooper, 2009). It was considered that these 11 carcasses were in the fourth period of decomposition process "colliquative period", where the most important cadaveric alterations observed are softening and progressive maceration of the parenchymatous organs, and viscous liquefaction of soft tissues (Cooper and Cooper, 2010). Likewise, it was determined that in this period the most direct action of the cadaveric fauna in dead animals that remain outdoors was observed (Cooper, 2009).

These carcasses were found far away from the tide line, where carapace and plastron, cranium with ceratohyal bone and inferior jaw release, presence of disperse cervical vertebrae were observed. In 11 cases, distal phalanges were observed, in 9 cases, humerus and femur, in 8 cases, hyoplastron and hypoplastron and ribs.

29 carcasses of turtles were classified (5) carapace and skeleton (Table 8); the advanced state of decomposition of carcasses was evidenced until the skeletal reduction of the fifth and last period of decomposition process, and it was very hard to determine the cause of death. In this matter, diverse authors suggest the determination of the cause

En 11 de los 18 cadáveres se observó ruptura *post mortem* y se atribuyó a la presión ejercida por el acúmulo de gases en las paredes de los órganos como estómago e intestinos, las cuales se debilitan por la autólisis (Cooper y Cooper 2010) y por la picadura y/o mordedura de fauna carroñera presente en el lugar. En los 11 cadáveres se observó desplazamiento *post mortem* (Mcgavin y Zachary, 2006) y se asoció a diversos factores, tales como el oleaje, el viento, el acúmulo de gases y líquidos en la cavidad abdominal, así como la mordedura y/o picadura de animales carroñeros (Cooper, 2009). Se consideró que estos 11 cadáveres estaban en el cuarto periodo del proceso de descomposición "periodo colicuativo", en donde las alteraciones cadavéricas más importantes observadas son el reblandecimiento y maceración progresiva de los órganos parenquimatosos, y la licuefacción viscosa de los tejidos blandos (Cooper y Cooper, 2010). Asimismo, se determinó que en este periodo fue donde más se observa la acción directa de la fauna cadavérica en los animales muertos que permanecen al aire libre (Cooper, 2009).

Estos cadáveres fueron encontrados muy lejos de la línea de marea, en los que se observó el caparazón y plastrón, el cráneo con hueso ceratohial y mandíbula inferior desprendiéndose, presencia de vértebras cervicales dispersas. En 11 casos se observaron falanges distales, en 9 casos húmero y fémur, en 8 casos hioplastrón e hipoplastrón y costillas.

29 cadáveres de tortugas fueron clasificados (5) caparazón y esqueleto (Tabla 8); se evidenció el avanzado estado de descomposición de los cadáveres hasta la reducción esquelética el quinto y último periodo del proceso de descomposición y fue muy difícil determinar la causa de muerte. En este rubro, diversos autores sugieren la determinación de la causa de muerte por medio del estudio de los huesos con técnicas forenses más específicas (Cooper y Cooper, 2010). Sin embargo, en este estudio no se llevaron a cabo más análisis. Por otra parte, la principal característica en común de estos cadáveres fue la

Table 8.
Carcass changes observed in 29 sea turtles classified as carapace and skeleton (5).

Tabla 8.
Alteraciones cadavéricas observadas en 29 tortugas marinas clasificadas como caparazón y esqueleto (5).

ID	Classification	Post mortem changes
29	Carapace and skeleton (5)	Skeletal reduction
Tm		Found disperse and far away from the sea

29 Tm: 29 Stranded sea turtles found dead.

29 Tm: 29 Tortugas marinas encontradas varadas muertas.

of death by the study of bones with more specific forensic techniques (Cooper and Cooper, 2010). Nevertheless, in this study, no further analyses were carried. On the other hand, the main characteristic in common of these carcasses was the zone where they were found (disperse in the shore, far away from the sea); overall, these changes after dead were attributed to the time that the carcasses were exposed to the climate and environmental conditions, such as tiding, scavenger fauna and hexogen factors that intervene on the destruction of carcasses, ghouls, necrophagic, omnivorous and opportunists (Linacre, 2009), which along with time, considerably contribute on the decomposition status of the carcass, and become their final transformers (Wobeser, 1996).

The 52 remains of sea turtles were classified as (6) carapace alone (Table 9), from which, 21 carcasses were identified as *C. mydas*; in these cases, it was determined that the cause of death was directed capture for consumption, since the carapaces showed macroscopic signs of vitality of injure (Cooper, 2009), traces of knife in the periphery of inframarginal shields of carapaces were observed; they caused retraction of the borders, changes of color by the hematic infiltration, inflammation and congestion, due to capillary perilesional rupture (Linacre, 2009). These findings indicate that lessons were produced before death (Cooper, 2009). In addition, burns that cause change of color, figures and brown and black patterns, horizontally and along the carapace and other semicircular, unshaped and distributed multifocally were observed in these carapaces, which suggest that the organisms were roasted and/or cooked for consumption and then discarded. This consistently coincides with the species and zone previously reported by Mancini (2009), Mancini and Koch (2009) and Koch *et al.*, (2013).

zona en las que se encontraron (dispersos en la playa muy lejos del mar), de manera general estos cambios después de la muerte, se atribuyeron al tiempo que pasaron los cadáveres expuestos a las condiciones climáticas y ambientales, como al oleaje, a la fauna carroñera y a los factores exógenos que intervienen sobre la destrucción de los cadáveres organismos necrófagos, necrófilos, omnívoros y oportunistas (Linacre, 2009), que aunados al tiempo, inciden considerablemente sobre el estado de descomposición del cadáver y se convierten en sus transformadores finales (Wobeser, 1996).

Los 52 restos de tortugas marinas se clasificaron como estado (6) caparazón solo, (Tabla 9); de los cuales, 21 cadáveres fueron identificados como *C. mydas*; en estos casos se determinó que la causa de muerte fue captura dirigida para consumo, puesto que los caparazones mostraron signos macroscópicos de vitalidad de lesión (Cooper, 2009), se observaron marcas de entrada de cuchillo en la periferia de los escudos inframarginales de los caparazones; mismos que ocasionaron retracción de los bordes, cambios de color por la infiltración hemática, inflamación y congestión, debido a ruptura capilar perilesional (Linacre, 2009). Estos hallazgos indican que las lesiones fueron producidas antes de la muerte (Cooper, 2009). Además, en estos caparazones se observaron quemaduras que ocasionaron cambios de color, figuras y patrones de color café y negro, dispuestas de forma horizontal a lo largo del caparazón y otras semicirculares, sin forma y distribuidas de manera multifocal, las cuales, sugieren que los organismos fueron asados y/o cocinados para ser consumidos y posteriormente desechados. Esto coincide consistentemente con la especie y zona reportada previamente por Mancini, (2009), Mancini y Koch, (2009) y Koch *et al.*, (2013).

De las 87 tortugas que fueron clasificadas como estado (7), (Tabla 10) solo huesos; se encontraron los huesos

Table 9.
Carcass changes observed in 52 sea turtles classified from carapace alone (6).

Tabla 9.
Alteraciones cadavéricas observadas en 52 tortugas marinas clasificados como caparazón solo (6).

ID	Classification	Post mortem changes
52	Carapace alone (6)	21. Retraction of borders, changes of color, inflammation and congestion of inframarginal shields.
Tm		Marks of burns (probably embers and coal).

ID: Identification, 52 Tm: 52 Stranded sea turtles found dead.

ID: Identificación, 52 Tm: 52 Tortugas marinas encontradas varadas muertas.

From the 87 turtles that were classified as (7) only bones (Table 10); bones were found distributed along the beach. In this cases, it was very difficult to determine the cause of death due to the lack of more specific analysis (Linacre, 2009). These *post mortem* changes are attributed to the advanced process of decomposition by the time they were exposed in environmental conditions (more than 2 months, estimated), to scavenger fauna and hexogen factors that contribute to destruction in carcasses.

distribuidos a lo largo de la playa. En estos casos fue muy difícil determinar la causa de muerte por falta de más análisis específicos (Linacre, 2009). Estos cambios *post mortem* se atribuyen al avanzado proceso de descomposición por el tiempo que pasaron expuestos a las condiciones ambientales (se estima que más de 2 meses), a la fauna carroñera y a los factores exógenos que colaboran en la destrucción de los cadáveres.

En la medicina forense humana o veterinaria no existe metodología precisa para determinar exactamente el tiempo

Table 10.
Carcass changes observed in 87 sea turtles classified from bones (7).

Tabla 10.
Alteraciones cadavéricas observadas en 87 tortugas marinas clasificados como solo huesos (7).

ID	Classification	Post mortem changes
87	Only bones (7)	Disperse and distributed bones along the beach were found.

Tm

ID: Identification, 87 Tm: 87 Stranded sea turtles found dead.

ID: Identificación, 87 Tm: 87 Tortugas marinas encontradas varadas muertas.

Table 11.
Discussion *Caretta caretta* classified with immediate post mortem changes (3).

Tabla 11.
Discusión tortuga *Caretta caretta* clasificada con cambios post mortem inmediatos (3).

ID	Classification	Post mortem changes	Discussion	Reference
Alm	Immediate post mortem changes (3)	Hard skin by touch, no elasticity, no flexibility	"Stiff" Moderate autolytic changes	Linacre, 2009
T13		Dry ocular mucosa and mouth	Evaporation	Cooper, 2009
C.c.		Ocular subsidence and opaque cornea	Corneal clouding, cadaveric dehydration	Wobeser, 1996
		Body temperature similar to the environment temperature	Period of time exposed to environmental conditions (28 °C, loss of temperature by radiation and convection (<i>algor mortis</i>))	Cooper, 2009
		Cadaveric stiffness	<i>rigor mortis</i>	Wobeser, 1996
		Reddish blue spots in the inferior part of the turtle	<i>livor mortis</i> by gravitational sedimentation and blood stagnation	Cooper, 2009

ID: Identification, Alm: Playa Santo Domingo, T13: Identification Turtle No. 13, C.c.: *Caretta caretta* (Loggerhead turtle).

ID: Identificación, Alm: Playa Santo Domingo, T13: Identificación Tortuga No. 13, C.c.: *Caretta caretta* (Tortuga amarilla).

In human or veterinarian forensic medicine, there is no precise methodology to exactly determine the elapsed time of death. In this context, there is no scientific literature that approach this issue in sea turtles. This is a complex point, since in aquatic animals the main problem is the permanent contact with salty water, more in its biological composition and temperature (Cordero-Tapia and Resendiz, 2014). The latter vary respect to annual climate season. Nevertheless, our results let us consider that by dying in the sea, turtles go to the bottom of the ocean, where tissue degenerative changes and the fermentation of the gastrointestinal content provoke the production and accumulation of gases that stimulate body flotation to the surface. The carcass travels with tides, if it is not perforated (internal pressure or depredation) it will continue the tide course until reaching shore.

Conclusions

We consider that due to the season and days of the month the routes took place, no living or recently dead or fresh animals were found, so no necropsy was performed. The advanced degree of decomposition in which most of the carcasses of stranded sea turtles were found prevents to carry conclusive studies on the cause of death, limiting feasible demonstration of the presence of infect-contagious agents or anthropogenic damages.

The characteristics observed in the analyzed carcasses during the census made in this work do not indicate if these individuals arrived alive to the shore. The latter forces to carry a daily (morning and afternoon) terrestrial monitoring program to avoid scavenger fauna to affect or eliminate the possibility of sampling carcasses.

It is necessary to design a basic work plan focused on sample taking and maintaining a constant monitoring with economic and logistic support in time and form, to carry routes in the shore and at sea searching for alive and dead animals.

Acknowledgements

To Dr. Volker Koch and M. C. Azucena Alvarez responsible for the Project "Baja loggerhead mortality". To

transcurrido desde la muerte. En este contexto, no existe literatura científica que aborde este tema en tortugas marinas. Este punto es complejo, debido a que en animales acuáticos el principal problema es el contacto permanente con el agua salada, más su composición biológica y su temperatura (Cordero-Tapia y Reséndiz 2014). Estas últimas varían respecto a la estación climática anual. No obstante, nuestros resultados nos hacen considerar que 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 del cuerpo a la superficie. El cadáver viaja con las mareas, de no perforarse (presión interna o depredación), seguirá el curso de la marea hasta llegar a la playa.

Conclusiones

Consideramos que por la temporada del año y los días del mes en que se llevaron a cabo los recorridos, no se encontraron animales vivos ni recién muertos, por lo que no se pudo realizar ninguna necropsia. El avanzado grado de descomposición en el que se encontraron la mayoría de los cadáveres de tortugas marinas varadas, impide llevar a cabo estudios concluyentes de la causa de muerte, limitando el poder demostrar fehacientemente la presencia de agentes infecto-contagiosos o daños antropogénicos.

Las características observadas en los cadáveres analizados durante los censos realizados en este trabajo, no indican si estos ejemplares llegaron vivos a la playa. Lo anterior obliga a llevar a cabo un programa de monitoreo terrestre diario (mañana y tarde) para evitar que la fauna carroñera afecte o elimine la posibilidad de muestrear los cadáveres.

Es necesario diseñar un plan de trabajo básico enfocado a la toma de muestras y mantener un monitoreo constante, con apoyo económico y logístico en tiempo y forma, para llevar a cabo los recorridos en la playa y en el mar en busca de animales vivos y muertos.

Agradecimientos

Al Dr. Volker Koch y la M. en C. Azucena Álvarez responsables del proyecto "Baja loggerhead mortality". Al

Earthwatch Institute, for financing field trips in the project Baja loggerhead mortality. To Agnese Mancini and Susana Tobar from carapacho team. To Don Víctor de la Toba and family in ALM; to family Romero Meza in SJU; to Family Mayoral and Kuyimá in LSI; to Empresa exportadora de sal (ESSA) and its members: M. C. Martín Domínguez, Ing. Fabián Castillo, Ramiro Zaragoza and Joaquín Rivera. To the Reserva de la Biosfera el Vizcaino from the National Commission of Protected Natural Areas (REBIVI-CONANP) and their members: Biol. Héctor Toledo, Lorena Ventura, Javier Reyes and Gabriel Zaragoza; to family Hernández Quiroz in GNO; to Biol. Mar. Margarita Mendoza Cruz from the Autonomous University of Baja California Sur (UABCS). To the Grupo tortuguero de las Californias, to Dr. Amaury Cordero-Tapia from the Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste (CIBNOR), to Stephanie Rousso from Alianza Keloni and the National Council of Science and Technology (CONACyT) for scholarship no. 168693 for the making of my Doctorate thesis in the UABCS.

Earthwatch Institute, por el financiamiento para las salidas de campo del proyecto Baja loggerhead mortality, A Agnese Mancini y a Susana Tobar del carapacho team. A Don Víctor de la Toba y familia en ALM; a la Familia Romero Meza en SJU; a la Familia Mayoral y Kuyimá en LSI; a la Empresa Exportadora de sal (ESSA) y a sus Integrantes: M. en C. Martín Domínguez, Ing. Fabián Castillo, Ramiro Zaragoza y Joaquín Rivera. A la Reserva de la Biosfera el Vizcaino de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (REBIVI-CONANP) y sus integrantes: Biol. Héctor Toledo, Lorena Ventura, Javier Reyes y Gabriel Zaragoza; a la familia Hernández Quiroz en GNO; a la Biol. Mar. Margarita Mendoza Cruz de la Universidad Autónoma de Baja California Sur (UABCS). Al Grupo Tortuguero de las Californias, al Dr. Amaury Cordero-Tapia del Centro de investigaciones biológicas del noroeste (CIBNOR), y al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) por la beca no. 168693 para la realización de mi tesis de Doctorado en la UABCS.

References

- Aguirre, A., and Gómez, A. 2009. Essential Veterinary education in Conservation Medicine and ecosystem health: A global perspective *Revue Scientifique et Technique. (Off. int. Epiz.)* 28. 2: 597-603. <http://europemc.org/abstract/med/20128469>
- Bolten, A. 1999. Techniques for measuring sea turtles. In Eckert, K, Bjorndal K, Abreu-Grobois A, y Donnelly M, eds. Research and Management Techniques for the Conservation of Sea Turtles. IUCN/SSC Marine Turtle Specialist Group Publication No. 4. <https://iucn-mtsg.org/publications/techniques-manual-en/>
- CONANP-UABCS-CICIMAR-CIBNOR. 2014. Informe Final del Proyecto Mortalidad Tortuga Amarilla: Estudio Sobre las Causas de Muerte de la Tortuga Amarilla (*Caretta caretta*) en la Costa Occidental de Baja California Sur (Golfo De Ulloa). Julio 2014. Disponible en: http://entorno.conanp.gob.mx/documentos/INFORME_FINAL_PROYECTO_MORT_T_AMARILLA_GOLFO_ULLOA1_CONANP_UABCS_CIBNOR_CICIMAR-JUNIO_2014.pdf
- Cooper, J. and Cooper, M. 2010. Introduction to Veterinary and comparative Forensic Medicine. *Journal of wildlife disease.* (46)1: 330-332. <http://www.jwildlifedis.org/doi/abs/10.7589/0090-3558-46.1.330>
- Cooper, J. 2009. Introducción a la Medicina Forense Veterinaria Comparada México: Ed. Acribia, pp. 235. <http://www.axon.es/axon/LibroFicha.asp?Libro=73152&T=INTRODUCCION+A+LA+MEDICINA+FORENSE+VETERINARIA+Y+COMPARADA>
- Cooper, J. and Cooper M. 2007. Introduction to Veterinary and comparative Forensic Medicine. Oxford UK: Blackwell Publishing Ltd, pp. 415. <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/9780470752944.fmatter/pdf>
- Cordero-Tapia, A. and Reséndiz Morales, E. 2014. Reporte Médico y Forense de la Tortuga Amarilla (*Caretta caretta*) en Bahía de Ulloa B.C.S. México. Informe final de investigación. Proyecto: Estudio Sobre las Causas de Muerte de la Tortuga Amarilla (*Caretta caretta*) en la Costa Occidental de Baja California Sur (Golfo De Ulloa). Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, Universidad Autónoma de Baja California Sur, Centro interdisciplinario de Ciencias Marinas del IPN, Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste. Pp. 115, 122-195. Julio 2014. DOI: 10.13140/RG.2.1.4091.3523 Disponible en: http://entorno.conanp.gob.mx/documentos/INFORME_FINAL_PROYECTO_MORT_T_AMARILLA_GOLFO_ULLOA1_CONANP_UABCS_CIBNOR_CICIMAR-JUNIO_2014.pdf

- Cordero-Tapia, A., Gardner, S., Arellano-Blanco, J. and Inohuye-Rivera, R.B. 2004. *Learedius learedi* Infection in Black Turtles (*Chelonia mydas agassizii*), Baja California Sur, Mexico. *Journal of parasitology* 90(3): 645-647. doi: 10.1645/GE-165R <http://www.bioone.org/doi/abs/10.1645/GE-165R>
- Flint, M., Patterson-Kane, J., Limpus, C., Work, T., Blair, D. and Mills, P. 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*. 21:733–759. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19901275>
- Gardner, S. and Nichols, J. 2001. Assessment of sea turtle mortality rates in the Bahía Magdalena region, Baja California Sur, Mexico. *Chelonian Conservation Biology*. 4: 197-199.
- Keller, J.M., Kucklick, J.R., Stamper, A., Harms, C. and McClellan-Green, P.D. 2004. Associations between organochlorine contaminant concentrations and clinical health parameters in Loggerhead Sea turtles from North Carolina, USA. *Environmental Health Perspective*. 112, 1074–1079. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1247380/>
- Koch, V., H. Peckham, A. and Mancini Eguchi, T. 2013. Estimating At-Sea Mortality of Marine Turtles from Stranding Frequencies and Drifter Experiments. *PLoS ONE* 8(2): e56776. doi:10.1371/journal.pone.0056776. <http://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0056776>
- Koch, V., Nichols, J., Peckham, H. and De la Toba, V. 2006. Estimates of sea turtle mortality from poaching and bycatching in Bahía Magdalena Baja California Sur, Mexico. *Biology Conservation* 128: 327-334. http://carettacaretta.conanp.gob.mx/docs/2%20Koch_2006_BiolConserv.pdf
- Lara-Uc, M.M., González L, I., Santiesteban E, I., Bermúdez A, B. and Camacho R, F.J. 2015. Abundancia y distribución de la tortuga Carey, *Eretmochelys imbricata*, En el Parque Nacional, Zona Marina del Archipiélago de Espíritu Santo, Baja California Sur. *Bioma* No. 36 año 3. <file:///C:/Users/User/Downloads/Lara%20Uc%20et%20al%20Oct%202015.pdf>
- Linacre, A. 2009. Forensic Science in Wildlife Investigations. International Forensic Science and Investigation Series. CRC Press, Taylor & Francis Group, 180 pp. <https://www.crcpress.com/Forensic-Science-in-Wildlife-Investigations/Linacre/p/book/9780849304101>
- 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.
- Mancini, A. and Koch, V. 2009. Sea turtle consumption and black market trade in Baja California Sur, Mexico. *Endangered Species Research* 7: 1-10. <http://www.int-res.com/articles/esr2009/7/n007p001.pdf>
- Márquez, R. 1996. Las Tortugas marinas y nuestro tiempo. Serie La Ciencia para Todos / 144. Tercera Edición, pp. 151. <http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen3/ciencia3/144/html/tortugas.htm>
- McGavin, D. and Zachary, J. 2006. Pathologic Basis of Veterinary Disease. 4 Rev Ed. Elsevier Health Sciences (United Kingdom), 1344pp. <https://evolve.elsevier.com/cs/product/9780323136822?role=student>
- Peckham, H., Maldonado, D., Walli, A., Ruiz, G., Crowder, B and Nichols, J.L. 2007. Small-Scale Fisheries Bycatch Jeopardizes. Endangered Pacific Loggerhead Turtles. *PLoS ONE* 2. 10: e1041. doi:10.1371/journal.pone.0001041. <http://journals.plos.org/plosone/article/file?id=10.1371/journal.pone.0001041&type=printable>
- Peckham, S., Maldonado-Díaz, D., Koch, V., Mancini, A., Gaos, A. and Tinker, M. 2008. High mortality of loggerhead turtles due to bycatch, human consumption and strandings at Baja California Sur, Mexico, 2003 to 2007. Theme section: Fisheries bycatch, problems and solutions. *Endangered Species Research* 5(2): 171-183. <http://www.int-res.com/articles/esr2008/5/n005p171.pdf>
- Pritchard, P. and Mortimer, J. 1999. Taxonomy, external morphology y species identification. In Eckert, K, Bjorndal K, Abreu-Grobois A, Donnelly M, eds. Research and Management Techniques for the Conservation of Sea Turtles. IUCN/SSC Marine Turtle Specialist Group Publication No. 4. <https://iucn-mtsg.org/publications/techniques-manual-en/>
- Seminoff, J., Reséndiz, A. and Nichols, J. 2002. Diet of the east Pacific green turtle, *Chelonia mydas*, in the central Gulf of California, Mexico. *Journal of Herpetology* 36: 447-453. https://www.jstor.org/stable/1566189?seq=1#page_scan_tab_contents
- Trigo, F. and Valero, G. 2002. Patología General Veterinaria. Tercera edición, 2002. D.R. Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Ciudad Universitaria, México 04510, D.F. 468 p. <https://es.slideshare.net/dhcarlos4/patologa-general-veterinaria-trigo-4ta-edicion>

- Wobeser, G. 1996. Forensic (medico-legal) necropsy of wildlife. *Journal of wildlife disease* 32(2): 240-249. <http://www.jwildlifedis.org/doi/abs/10.7589/0090-3558-32.2.240?code=wdas-site>
- Work, T. 2000. Manual de necropsias de tortugas marinas para Biólogos en refugios o áreas remotas, Nacional Wildlife Health Center Hawaii Field Station. Disponible en: <https://www.nwhc.usgs.gov/hfs/Globals/Products/Turtle%20manual%20spanish.pdf>
- Work, T. and Balazs, G. 2010. Pathology and distribution of sea turtles landed as bycatch in the Hawaii-based north pacific pelagic long line fishery. *Journal of Wildlife Diseases* 46 2: 422-432. <https://www.nwhc.usgs.gov/hfs/Globals/Products/Pathology%20of%20longline%20turtles.pdf>
- Work, T., Balazs, G., Wolcott, M. and Morris, M. 2003. Bacteraemia in Free-ranging Hawaiian green turtles *Chelonia mydas* with fibropapillomatosis. *Diseases of aquatic organisms* 53: 41-46. <https://www.nwhc.usgs.gov/hfs/Globals/Products/Bacteremia%20in%20Hawaiian%20green%20turtles.pdf>
- Wyneken, J. 2004. La Anatomía de las Tortugas Marinas. U.S. Department of Commerce NOAA. Technical Memorandum NMFS-SEFSC-470. Miami, NMFS. 172 p. <https://es.scribd.com/document/68926298/Anatomia-de-Tortugas-Marinas>

Cite this paper/Como citar este artículo: Reséndiz, E., Lara-Uc, M.M. (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 pages, ID 04.04.06. <http://editorial.uan.edu.mx/BIOCIENCIAS/article/view/267/293>

