

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)



Universidad Autónoma de Baja California Sur
Centro interdisciplinario de Ciencias Marinas del IPN
Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste

<> JUNIO 2014 <>

GRUPO DE TRABAJO

Coordinadores:

Dr. Salvador Lluch Cota – CIBNOR

M.C. Felipe Neri Melo Barrera – CICIMAR-IPN

Dr. E. Alejandro Gómez Gallardo Unzueta - UABCS

Responsable técnico: Dr. Enrique Alejandro Gómez Gallardo Unzueta

Universidad Autónoma de Baja California Sur

Participantes	Adscripción
Dr. Amuary Cordero Tapia	CIBNOR
Dr. Christian Salvadeo	UABCS
Dr. Eduardo González Rodríguez	UABCS
Dr. Rafael Riosmena Rodríguez	UABCS
Dra. Monica Lara Uc	UABCS
Dr. Juan Manuel Ramírez Orduña	UABCS
Dr. Rafael Ramírez Orduña	UABCS

CONTENIDO

I. Introducción	1
II. Objetivo	1
III. Resultados	2
Revisión y análisis de la información disponible sobre la biología y ecología de tortuga amarilla	2
Salidas de muestreo	2
Reporte médico y forense	3
Ecología trófica	4
Recorridos en tierra para registrar los varamientos	4
Fitoplancton	5
Rehabilitación de tortugas marinas	5
Estudios Oceanográficos	6
Posible origen de las tortugas varadas	6
Oceanografía costera	7
IV. Discusión	8
V. Comentarios Finales y Recomendaciones	16
Consulta y Taller de Expertos	16
Comentarios finales y recomendaciones	17
VI. Bibliografía	21

ANEXO I. Estado del Arte.

Revisión de la Biología y Ecología de la Tortuga Caguama (Caretta caretta) y su interacción con actividades humanas en aguas del Golfo de Ulloa

Revisión y evaluación de la bibliografía sobre la mortalidad de tortugas en aguas del Golfo de Ulloa y sus posibles causas

ANEXO II. Muestreo de tortugas vivas y varadas, Biometría hemática y Bioquímica Sanguínea y Análisis Bacteriológico.

Reporte Médico y Forense de la Tortuga Amarilla (Caretta caretta) en Bahía de Ulloa B.C.S. México.

ANEXO III. Ecología Trófica

ANEXO IV. Recorridos por tierra para el monitoreo de varamientos de tortugas marinas en playa San Lázaro.

ANEXO V. Fitoplancton

Florecimientos Algales Nocivos y Toxinas

ANEXO VI. Rehabilitación de tortugas marinas

ANEXO VII. Modelación de Corrientes

Uso de modelos de circulación y deriva para explorar por retro cálculo el posible origen de partículas a partir de Cabo San Lázaro, BCS, con potencial aplicación al análisis de mortandades de tortuga prieta en el Golfo de Ulloa

ANEXO VIII. Corrientes, Mareas y Oceanografía Satelital.

Variabilidad de corrientes superficiales, anomalías del nivel del mar y productividad primaria neta del Golfo de Ulloa B.C.S.

ANEXO IX. Ejercicio de consulta con expertos respecto de las hipótesis de mortandad masiva de tortugas en el Golfo de Ulloa,

Resumen Ejecutivo Taller de Expertos sobre Mortalidad de Tortugas en el Golfo de Ulloa

Comunicado técnico: resultados del ejercicio de levantamiento de percepción por expertos respecto de las hipótesis de mortandad masiva de tortugas en el Golfo de Ulloa, BCS BCS.

I. Introducción

En respuesta a la solicitud de apoyo por las autoridades federales y estatales, acerca del evento de mortalidad masiva de tortuga amarilla en el Golfo de Ulloa, y a partir de varias reuniones de trabajo al respecto, se integró un grupo técnico conformado por especialistas del Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas del Instituto Politécnico Nacional (CICIMAR), del Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste (CIBNOR) y de la Universidad Autónoma de Baja California Sur (UABCS). En reunión con el Comisionado Nacional de Áreas Naturales Protegidas, se estableció el objetivo de generar información pertinente y oportuna sobre las posibles causas de mortalidad de tortuga amarilla en la zona denominada Golfo de Ulloa (GU en adelante) en Baja California Sur.

Es importante comentar que el grupo de trabajo reconoce que se trata únicamente de un acercamiento a las posibles respuestas sobre las causas de mortalidad la tortuga caguama que han sido detectadas en años recientes, toda vez que se trata del análisis de un periodo corto y que no se cuenta con muestras del episodio de mortalidad en su máxima intensidad. Con base en lo anterior es que se pretende contar con las respuestas de mayor precisión que es posible generar en una acción reactiva como la presente, sin embargo sentará las bases para un sistema preventivo de detección temprana y activo en el futuro.

En este informe se resumen las actividades que se realizaron. En los anexos se vierten los resultados completos y la información recolectada en el campo y escritorio, sobre los diversos temas sobre los que se trabajó estos meses.

II. Objetivo

Generar en un lapso de unos cuantos meses, el inicio de una base de información y datos técnicos confiables sobre los aspectos más relevantes alrededor del fenómeno

de mortandad inusual de la tortuga amarilla en la zona del GU, que nos permita establecer hipótesis acerca de las principales razones de dicha mortalidad.

III. Resultados

Revisión y análisis de la información disponible sobre la biología y ecología de tortuga amarilla

Un insumo muy importante es la información que se ha generado a la fecha sobre los diferentes aspectos de la biología y ecología de la tortuga amarilla (*Caretta caretta*) en la región de estudio y a nivel mundial. Por lo anterior se elaboró un documento a partir de una revisión intensiva de dicha información para tenerla disponible para su consulta, y estar al día en el estado del arte de este tema (**ANEXO I**). Además, se realizó la revisión de los artículos e informes técnicos citados en la carta que se envió al Presidente de la Nación, alertando sobre la problemática de la mortandad de tortugas en la región del GU, así como del posible embargo pesquero, con la finalidad de tener un panorama más claro sobre lo que se sabe y cuáles son las lagunas de información (**ANEXO I**). Lo anterior nos permitió tener una compilación analítica que sirvió de insumo, junto con la información resultado de la investigación en la zona, para el ejercicio con los expertos, que nos ayudó a identificar las hipótesis de trabajo con mayor sostén. A partir de lo anterior se pudo sugerir aquellas líneas de investigación de mediano y largo aliento, para obtener elementos con rigor científico que permitan identificar las posibles causas de los eventos de mortalidad y, en su caso, las medidas a tomar respecto a estos eventos.

Salidas de muestreo

Se realizaron cuatro salidas de campo a Puerto López Mateos, Municipio de Comondú, B.C.S., para realizar salidas por tierra a la playa de San Lázaro y por mar al GU. Las fechas de los monitoreos fueron en los meses de julio y agosto del 2013 y febrero, marzo y abril del 2014. En estas salidas se realizaron muestreos de tortugas

vivas y varadas, para analizar su biometría hemática y bioquímica sanguínea, así como y análisis bacteriológicos. También, durante esas salidas se estudió la dieta de las tortugas, su variabilidad por clase de edad, y se evaluó el contenido estomacal de los animales para determinar cambios en la dieta (**ANEXO III**).

Reporte médico y forense

Se realizaron análisis clínicos en tortugas marinas capturadas intencionalmente y análisis forenses a aquellas encontradas muertas y frescas en Playa San Lázaro. Se pudieron caracterizar algunas lesiones, ocasionadas por diferentes agentes tanto infectocontagiosos como no. Las salidas de campo se realizaron los meses de julio, agosto y noviembre del 2013 y marzo del 2014, capturándose un total de 15 tortugas vivas, 10 caguamas (*Caretta caretta*) y 5 *L. olivácea*; mientras que en Playa San Lázaro, se realizaron necropsias de 6 caguamas varadas. Los resultados muestran que los especímenes analizados estaban en buen estado de nutrición, con una química y biometría sanguínea similar a la ya reportada a nivel internacional y local. Estos presentaron diferentes agentes causales y potenciales de enfermedades e incluso de la muerte de los mismos, aunque no se pudo determinar la causa fehaciente de su muerte; también se encontraron agentes que pueden causar enfermedad en humanos. Cabe señalar que el avanzado grado de descomposición en que se encontraban la mayoría de los cadáveres de tortugas recolectadas en altamar y varadas, impidió llevar a cabo estudios concluyentes de la causa de su muerte. Por lo anterior, es importante resaltar que estos resultados no son representativos de la población por el escaso número de muestras. Es necesario seguir con este monitoreo para tener una mayor representatividad de la población, que nos ayude a definir si algunas de las enfermedades aquí observadas, fueron causales de su muerte, además de establecer su probable endemismo, emergentes o reemergentes en la población de tortugas (**ANEXO II**).

Ecología trófica

Se realizaron 2 salidas de campo a Puerto López Mateos, para realizar salidas por tierra a la playa de San Lázaro y por mar a la Bahía de Ulloa. Las fechas de los monitoreos fueron del 16 al 19 de febrero y del 20 al 26 de Abril del 2014. Se tomaron muestras de contenidos estomacales para valorar cuál fue la dieta, también se tomaron muestras de epibiontes como algas, balanos y percebes, así como sanguijuelas y otro parásitos externos. Se observaron un total de 56 tortugas en altamar, de las cuales se capturaron 16 para su análisis con su posterior liberación; los resultados de contenido estomacal muestran que la dieta de las caguamas del GU es no selectiva, coincidiendo con la literatura que la cataloga como oportunista, dominando en su contenido estomacal restos de crustáceos (langostilla roja) y de cefalópodos (restos de calamar y pulpo). Se observaron 4 animales enmallados (una caguama) y uno de ellos muerto (*Chelonia agassizii*). Las tortugas varadas en su mayoría fueron caguamas y la causa de muerte es desconocida. Se considera que este problema de mortandad es multifactorial (**ANEXO III**).

Recorridos en tierra para registrar los varamientos

Personal de la PROFEPA, como parte de sus actividades programadas, ha seguido realizando el monitoreo y registro de los varamientos ocurridos en playa San Lázaro, siguiendo la metodología utilizada en los trabajos previos. Durante los recorridos terrestres se han documentado un total de 972 tortugas varadas, de las cuales 608 fueron tortugas amarillas, siendo los meses de verano-otoño los de mayor incidencia de varamientos, tal y como se ha observado en trabajos previos. En este caso también se registró que menos del 2% (8/972) de los animales varados, presentaban marcas de interacción con pesquerías, considerando todos los estados de descomposición. Cabe destacar que en julio del 2012 también se observó un varamiento anómalo, similar al observado en octubre del 2006, varando en un sólo mes un número similar al que ocurre

generalmente en todo un año. Además, se presentaron varamientos de otras especies como mamíferos marinos, principalmente en los meses de primavera-verano. En recorridos marítimos por las áreas de pesca, de enero a marzo del 2014, se registraron un total de 25 avistamientos de tortugas en el mar, en 5 ocasiones los animales se encontraban enredados en artes de pesca y en un solo caso el animal estaba muerto (ANEXO IV).

Fitoplancton

Dado que algunos ejemplares de tortuga amarilla que fueron trasladados al Hospital veterinario de la Universidad Autónoma de Baja California Sur, presentaron signos de intoxicación, y considerando la alta productividad fitoplanctónica de la zona, una de las actividades de este proyecto fue analizar el fitoplancton, con el fin de detectar la presencia y abundancia de especies tóxicas en el mismo. Se realizaron muestreos de agua marina en la época donde se ha registrado la mayor incidencia histórica de tortugas varadas en las costas del GU. Las muestras de fueron obtenidas durante los recorridos (julio y agosto de 2013). La escasa presencia de material fitoplanctónico encontrada en el presente estudio, contrasta con lo reportado previamente, ya que la zona es considerada como de gran productividad. Sólo el dinoflagelado *Dinophysis tripos* ha sido reportado como tóxico, sobre todo para el ser humano, aunque en la cantidad que se encontró no representa peligro alguno (ANEXO V).

Rehabilitación de tortugas marinas

De enero a diciembre del 2013, se recibieron 15 ejemplares de tortuga amarilla, golfina y prieta en las instalaciones del Hospital Veterinario de la UABCS, de los cuales cuatro fallecieron y el resto fueron sujetos a análisis, rehabilitación y posterior liberación. La información del análisis de laboratorio no permitió hacer un diagnóstico preciso, dado que el equipo utilizado no puede determinar el análisis diferencial de leucocitos y la química sanguínea realizada no mostró ninguna irregularidad aparente. Varias tortugas

presentaron signos de deshidratación con gran cantidad de epibiontes, sin ningún signo o causa aparente de su estado. En algunos casos, presentaron traumas externos como contusión en cráneo, dermatitis y lesiones en cloaca. En dos ocasiones se pudo observar contenidos del tubo digestivo, encontrándose espinas de peces en heces y arena y langostilla en el tubo digestivo. En noviembre del 2013 llegaron dos animales posiblemente intoxicados con una marea roja detectada en la zona, una de las tortugas murió, la otra se rehabilitó y se liberó (**ANEXO VI**).

Estudios Oceanográficos

Posible origen de las tortugas varadas

Las tortugas encontradas muertas en las playas de Pto. Adolfo López Mateos o Pto. San Carlos, se encontraron, en su mayoría, con un alto grado de descomposición y solo muy pocas con un estado que sugiere que su muerte fue reciente, lo que indica que es muy probable que la muerte haya ocurrido fuera del área. Es sabido que en esta zona se presentan una gran cantidad de cadáveres, no solo de tortugas sino también de aves y mamíferos marinos, lo que sugiere que la dinámica de las corrientes marinas, arrastran todo tipo de despojos flotantes en el mar hacia esta zona. Una forma de determinar el origen de las tortugas muertas, es a partir de información conocida de las corrientes marinas y su modelado. De acuerdo a lo anterior, se realizó el modelado de corrientes por personal del CIBNOR con ayuda de especialistas de otras instituciones, con la finalidad de determinar si las corrientes tanto superficiales como las que ocurren en la columna de agua pueden estar dirigiendo a los cadáveres hacia estas costas.

Los resultados sugieren que la probabilidad de que una partícula encontrada en Punta San Lázaro tenga su origen en las zonas de pesca de la flota artesanal del GU es cercana al 50% la mayor parte del año. Es decir, que a pesar de tratarse de la zona costera aledaña, la probabilidad de que la partícula provenga de las zonas de pesca es similar a que provenga de otras zonas en mar abierto. También el modelo arrojó que el tiempo estimado de deriva de una partícula desde la zonas de pesca de la flota artesanal

del GU hasta Punta San Lázaro, es de por lo menos 10 días con un máximo de 25. Se reconoce que, al igual que cuerpos de deriva utilizados en trabajos de campo y reportados en trabajos anteriores, las partículas aquí parametrizadas cuentan con características que suponemos podrían representar la deriva de los cadáveres de tortuga en algunos aspectos (**ANEXO VII**).

Oceanografía costera

En este trabajo se resalta la importancia de conocer con mejor detalle la oceanografía costera, las corrientes, la hidrografía etc., para entender la manera en que la elevada productividad primaria puede influenciar la producción en niveles tróficos superiores. Además, como se comentó en el apartado anterior, el estudio de corrientes es muy importante para estimar el probable origen de las tortugas varadas muertas.

Se trabajó en el diseño de marcas de deriva para determinar las corrientes superficiales de la zona con datos muestreados *in situ*. Las marcas de deriva construidas para tal fin, equipadas con receptores GPS, fueron liberadas en San Juanico en el mes de diciembre y febrero, con la finalidad de monitorear el curso de las corrientes superficiales como insumo para inferir el probable curso de los cadáveres de tortugas y con ello estimar el origen probable de las tortugas. Además como parte del estudio de las corrientes en la zona se analizó a partir de sensores remotos el patrón de vientos y las irregularidades de la superficie de mar en el GU, con la finalidad de determinar la dinámica de corrientes superficiales y su variación entre temporadas estudio, de la producción primaria neta, así como el análisis de las anomalías térmicas.

La climatología mensual y estacional para las corrientes superficiales en el GU obtenidas con satélite, muestra que la corriente viene del noroeste (Corriente de California) a principio del año y comienza a intensificarse a partir de Marzo, alcanzando un máximo alrededor de Abril-Mayo. Dicha corriente se extiende a lo largo de la península, debilitándose ligeramente conforme se mueve al sureste. Para junio-julio, comienza un flujo de aguas tropicales proveniente del sureste, el cual se intensifica en agosto y alcanza su flujo máximo y extensión zonal en septiembre. Dicho flujo

interacciona durante los meses de julio a diciembre con la Corriente de California formando meandros y giros oceánicos. Este flujo tropical comienza a debilitarse en octubre, pero se mantiene hasta diciembre desapareciendo por completo en enero, cuando comienza a intensificarse nuevamente la Corriente de California. Desafortunadamente las boyas superficiales de deriva empleados para este propósito tuvieron muy poco tiempo de vida y proporcionaron datos de pocos días. A pesar de lo anterior, los datos son valiosos ya que nos indicaron que la circulación dentro del GU no es completamente lineal (norte-sur a lo largo de la costa para el caso del invierno), se presentan desviaciones en forma de giros que dan la apariencia de un comportamiento errático, pero con un resultado neto de transporte hacia el sur (**ANEXO VIII**).

IV. Discusión

Teniendo en cuenta la revisión bibliográfica y los muestreos realizados, hay cuatro puntos que merecen atención por parte de las autoridades, organizaciones de la sociedad civil, pescadores y grupos académicos interesados en la problemática suscitada en aguas del GU. Estos puntos son: 1) Causas de mortalidad de las tortugas, 2) Origen geográfico de las tortugas varadas muertas, 3) Biología y ecología de tortugas caguamas y 4) Evaluación de metodologías para disminuir la captura incidental de tortugas en la región.

1) Causas de mortalidad: En la última década se han reportado y documentado mortandades inusualmente altas de caguamas en el GU, manifestado por el gran número de animales varados en la playa occidental de la Isla Magdalena o playa San Lázaro. Dicha mortandad se atribuye casi exclusivamente a la interacción con actividades antropogénicas, principalmente pesquerías; aunque puede haber otras hipótesis probables, como los efectos propios del ambiente y la dinámica poblacional de la especie.

La pesca como la principal causa: A nivel mundial, la pesca incidental es considerada una de las principales amenazas para las poblaciones de tortugas marinas (Hamann et al., 2010; Wallace et al., 2013); y en aguas del GU se ha observado un gran número de animales capturados incidentalmente en artes de pesca (Nichols, 2003; Koch et al., 2006; Peckham et al., 2007; Peckham et al., 2008; INAPESCA, 2012; ANEXOS III y IV). Además, el pico de animales varados muertos coincide temporalmente con la temporada de pesca de escama en la región (Peckham et al., 2007; Seminoff et al., 2006; Koch et al., 2013; ANEXO IV) y la zona de mayor incidencia de animales varados está frente a las áreas comúnmente utilizadas para la pesca ribereña de escama (Koch et al., 2006, ANEXO IV). Las caguamas son animales con una dieta generalista-oportunista, que suelen alimentarse de descartes de pesquerías o directamente de las mismas artes de pesca, como se ha observado en aguas del Mediterráneo (Tomas et al., 2001; White, 2004), en las costas de Uruguay (Estrades et al., 2007) y de Virginia (Seney y Musick, 2007); en aguas del GU los análisis de contenidos estomacales muestran que esta especie se alimenta principalmente de langostilla (Villanueva, 1991; Nichols, 2003; Peckham y Nichols, 2003; ANEXO III), aunque en la última década han incluido en su dieta peces normalmente descartados en las pesquerías costeras (Peckman et al., 2011), esto sugiere una mayor interacción de las tortugas y la pesca. Aunque el cambio de dieta hacia descartes pesqueros no es una causa de mortalidad *per se*; se podría argumentar que las actividades pesqueras aumentan la disponibilidad de alimento para las tortugas

Hay evidencia que le resta peso a la hipótesis de la pesca como principal causa de muerte, como el hecho de que, a pesar de que las interacciones con la pesca a menudo no resultan en lesiones detectables en los cadáveres descompuestos (Work y Balazs, 2010), menos del 2% de los todos los animales varados (frescos o descompuestos) muestran evidencia física de la interacción con pesquerías (Peckham et al., 2008; Koch et al., 2006; ANEXO IV); incluso, para el caso de los mamíferos marinos (lobos marinos y delfines) varados en la zona, teniendo en cuenta únicamente los cadáveres frescos (donde es más factible detectar las marcas) la incidencia fue de cerca del 14%, la cual

se considera como moderada (Mercuri, 2007). Otro punto a considerar es que, sin cambios aparentes de gran intensidad en las prácticas de pesca o esfuerzo, durante julio del 2012 se observó un incremento del 600% en el número de animales varados ese mes, por lo cual resulta difícil señalar a la pesca como la causa principal de este aumento desmesurado de la mortalidad. Además, en agosto a diciembre del 2013, no se observó interacción entre la pesca de escama y las tortugas (Mauricio Ramírez-Rodríguez *com. pers.* en reunión de trabajo).

Enfermedades y/o parásitos como principal causa: El herpes virus ha sido identificado como una posible causa de mortalidad en tortugas marinas; en ese sentido se han reportado la presencia del herpes virus en tejidos de las tortugas aparentemente sanos en el GU (Romero et al., 2008). Recientemente se ha documentado la presencia de fibropapiloma en caguamas en la zona (ANEXO II). Aunque, en general, los análisis hematológicos muestran un estado de salud en tortugas que va de adecuado a aceptable, sin signos clínicos evidentes ni señales de enfermedad (Rossi, 2009; ANEXO II). Además el fibropapiloma es más común en tortugas mal nutridas y la mayoría de los organismos recientemente muestreados presentaron condiciones adecuadas de nutrición (ANEXOS II y III). Es importante considerar que el número de animales y las variaciones en el tipo de análisis, no permiten aseverar un estado de salud aplicable al total de la población.

Intoxicación por mareas rojas como causa principal: Eventos de mortalidad masiva de mamíferos, aves y tortugas marinas vinculados a mareas rojas tóxicas, se han documentado en diferentes partes del mundo (Landsberg et al., 2009; Walsh et al., 2010). En aguas del GU se han registrado mareas rojas de *Akashiwo sanguinea* en los meses de verano (Gárate-Lizárraga et al., 2001), período en el que se produce el mayor número de varamientos. Las mareas rojas de *A sanguinea* son comunes en el área de surgencias de la Corriente de California (Jessup et al., 2009; Xiuning et al., 2011) y se ha relacionado con la mortandad masiva de aves marinas en la Bahía de Monterey, sin embargo no se detectaron toxinas tales como el ácido domoico, saxitoxina o brevetoxina en el agua (Jessup et al., 2009). Con respecto a las causas de muerte de los animales varados en

el GU, se han documentado signos de intoxicación por mareas rojas en tortugas vivas y muertas en estado fresco (Aguirre et al., 2011; ANEXO VI), aunque es importante considerar que el número de animales observados no permiten aseverar que las mareas rojas sean la causa principal de la mortandad masiva de tortugas y de su estacionalidad. Además, muestreos recientes de fitoplancton durante el periodo de mayor mortalidad de tortugas, mostraron que de todas las especies encontradas, solo el dinoflagelado *Dinophysis tripos* ha sido reportado como tóxico, sobre todo para el ser humano, aunque en la cantidad que se encontró, no representa peligro alguno (ANEXO V). Asimismo *Akashiwo sanguinea* no se ha detectado como causa de muerte en caguamas en el GU, ni asociada a varamientos de otras especies. Otro punto a considerar es que no se ha reportado la mortalidad masiva de otras especies marinas o malestar en humanos relacionado con mareas rojas.

2) Origen geográfico de las tortugas varadas muertas: Cuando una tortuga muere en el mar, ya sea por causas naturales o antropogénicas, su cadáver puede permanecer días en el mar a la deriva, a merced del ambiente y de los carroñeros. Estos cadáveres pueden perderse en el mar o varar en las costas debido a su comportamiento de deriva y a la distancia de la costa donde ocurre el deceso (Crowder et al., 1995; Epperly et al., 1996; Lewison et al., 2003; Hart et al., 2006; Koch et al., 2013). Por esa razón, comprender el comportamiento de deriva de los cadáveres es esencial para entender de donde provienen. Experimentos de deriva de tortugas en aguas del GU, utilizando naranjas como cuerpos de deriva, indican que el lugar donde las tortugas mueren podría coincidir con las zonas de pesca de escama, por lo que la distribución de los animales varados en la región refleja su distribución en la zona así como las zonas de pesca (Koch et al., 2013). Mientras que modelos de circulación oceánica y de deriva acoplados, junto con datos de experimentos de deriva con boyas, indican que un animal varado muerto en Punta San Lázaro puede provenir de una zona diferente a las utilizadas por la pesquería riverañá de escama (> 50% de probabilidad) (ANEXO VII). Cabe señalar que los trabajos donde se aproxima el comportamiento de deriva de los cadáveres son escasos (ej. Hart et al., 2006; Koch et al., 2013), y sólo se tienen en cuenta la deriva

superficial de los organismos, asumiendo que los mismos se comportarán como boyas oceanográficas u objetos cuya masa corporal o tamaño dista mucho del de una tortuga; sin embargo no se tiene en cuenta la deriva profunda de los mismos, ya que se ha observado con marcas de satélite, que una tortuga muerta puede permanecer bajo el agua unos 13 días y ser arrastrada por las corrientes profundas unos 500 km hasta volver a superficie, debido a su estado de descomposición (Epperly et al., 1996), por lo que es de suma importancia no sólo considerar la deriva profunda, sino también los tiempos de descomposición de los cadáveres

3) Biología y ecología de caguamas: Conocer los atributos poblacionales de la especie es esencial para dimensionar el impacto de la mortandad observada en el GU. Solo entendiendo la dinámica de la población, permitirá encontrar alternativas de manejo, tanto sociales como ambientales, a la problemática que involucra a los pescadores ribereños de escama y la supervivencia de la población del Pacífico Norte de la tortuga caguama. En este sentido, existen una serie de incertidumbres poblacionales que deben de abordarse para comprender este problema y diseñar estrategias de conservación.

Incertidumbre de la abundancia regional de juveniles: A pesar del esfuerzo y los estudios realizados en los últimos años, no se sabe con certeza el número aproximado de juveniles que utilizan el GU y áreas oceánicas adyacentes. Los únicos estudios realizados encaminados a contestar esa pregunta son el de Villanueva (1991), con censos realizados desde embarcaciones menores en los años ochenta y el de Seminoff et al. (2006) con vuelos aéreos durante la década pasada. Ambos coinciden en las magnitudes: el primero estima unos 10,000 animales en el área y el segundo entre 5,000 y 15,000. Si se considera su comportamiento diurno en superficie (50-80% del tiempo) la población de juveniles en aguas del GU rondaría entre los 7,000 y 30,000 animales (Peckham et al., 2008). Sin embargo, hay ciertos hechos que ponen en duda las estimaciones mencionadas como por ejemplo: 1) si consideramos la tasa anual de mortalidad calculada (2,250 tortugas/año), en los últimos 10 años se habrían muerto cerca de 22,500 animales (75% del máximo poblacional estimado) y, contrario a lo

esperado, lejos de disminuir los varamientos y la captura incidental, estos aumentaron en el 2012 hasta en un 600% con respecto a la década pasada (ANEXO IV); y 2) el registro reciente de por lo menos 100 caguamas en las costas de Sinaloa (Zavala-Norzagaray et al., 2013), lo que podría ser interpretado como una expansión de la población. Por lo anterior, es urgente re-evaluar los números poblacionales de los juveniles en el área del GU y zona oceánica adyacente, para tener un panorama más amplio de los efectos de la captura incidental observada en la región.

Incertidumbre de los cambios estacionales en su distribución: Si bien se observa una estacionalidad bien marcada en los varamientos y en las capturas incidentales (más abundantes en los meses cálidos del año), no hay una idea muy clara de lo que ocurre con las tortugas en la parte fría del año. No se sabe si se quedan todo el año sobre la plataforma, o tienen incursiones oceánicas en busca de alimento a la zona del sistema frontal de Baja California, lo que comprendería un circuito migratorio costa-océano. Cabe mencionar que se han observado movimientos migratorios en juveniles de caguamas en el Pacífico Norte y en las costas del Perú (Polovina et al., 2004; Mangel et al., 2011), por lo que no se descarta que aquí suceda lo mismo.

Incertidumbre ciclo de vida: Aún existe una gran incertidumbre sobre la relación entre los adultos reproductores, los juveniles del Pacífico Norte (PN) y los juveniles de las aguas costeras de la península de Baja California (pBC). Si bien todos pertenecen a la misma población (todos nacen en Japón), no se tiene bien claro el circuito migratorio de su ciclo de vida. No sabemos si: 1) el PN y la pBC son parte del mismo circuito migratorio con la pBC siendo la parte final del mismo, donde los juveniles presentan el cambio de un modo de vida pelágica a una bento-pelágica; 2) son dos circuitos diferentes, con juveniles explotando un ecosistema oceánico y oligotrófico (PN) y por ende más vulnerables y otros con ventaja al aprovechar un ecosistema costero de surgencias (pBC); o bien 3) la no existencia de un patrón definido, donde el azar de estar entre 15 y 30 años en el mar los lleva o retienen en uno u otro destino. Definitivamente el entendimiento de este circuito migratorio, es fundamental para comprender el papel de la pBC dentro del mismo.

Cambios en la alimentación: Llama la atención el cambio de la dieta en los últimos años, pasando de comer únicamente langostilla a una dieta más variada donde se incluyen peces descartados por la pesquería y cefalópodos (Peckham et al., 2011; ANEXO III). Es importante entender la razón de ese cambio, ya que ayudar a comprender por qué las caguamas se alimentan de los descartes o de los mismos artes de pesca, con el riesgo de quedar atrapadas; y si dicha estrategia es por necesidad (disminución del alimento por cambios en el ambiente) o por oportunismo (fácil acceso al alimento). Tampoco se sabe si el buscar comida en los artes de pesca, es un hábito que ha adquirido toda la población de juveniles de Baja California, o bien es sólo una porción de estos. Comprender lo anterior daría una idea sobre si los animales marcados con dispositivos satelitales, muestran las áreas que utilizan habitualmente todas las tortugas, o sólo aquellas áreas que utilizan las tortugas que adquirieron el hábito de alimentarse de los artes de pesca.

4) Modificación artes de pesca para reducir la captura incidental: Los estudios sobre la modificación en los artes de pesca o el modo de operarlos, son de vital importancia si se quiere reducir la captura incidental de tortugas y mantener la viabilidad económica de las pesquerías. En general, hay una falta de resultados concluyentes en ensayos con redes y palangres, debido al tamaño relativamente pequeño de réplicas. Esto último evidenciaría la necesidad de mejorar la coordinación y la comunicación, entre el pequeño número de profesionales involucrados en esta relativamente nueva área de investigación (Gilman et al., 2009). En palangres, las técnicas evaluadas incluyen el cambio en el diseño de los anzuelos, cambios en la profundidad y horarios de operación y reposo de los palangres, así como el cambio en la carnada utilizada o la tinción de la misma (Watson et al., 2005; Sales et al., 2010; Bolten et al., 2002; Swimmer et al., 2005; Gilman et al., 2006; Serafy et al., 2012). Con respecto a la modificación del diseño de las redes de enmalle, se han llevado a cabo pocos trabajos para identificar aquellos diseños que reducen efectivamente las tasas de captura de tortugas marinas (Brown y Price, 2005; Price y Van Salisbury, 2007). También se presenta como opción regular o controlar el esfuerzo de forma temporal, espacial o una conjunción de ambos por parte de las

autoridades, o técnicas más novedosas basadas en el autocontrol de la pesquería, que involucra la utilización de radios por parte de los pescadores y de los puertos de descarga, para establecer una red de comunicación en tiempo real que emita un aviso de las zonas conflictivas, y de esta forma implementar vedas espaciales de corta duración temporal (Alfaro-Shigueto et al., 2012).

En el GU las acciones emprendidas consistieron en una serie de ensayos con artes de pesca modificados, encaminados a reducir la captura incidental de tortugas y afectar la captura comercial lo menos posible, de manera que las medidas a tomar tuviesen viabilidad tanto de conservación como económica. Las acciones se centraron principalmente en la modificación de las redes de enmalle de fondo, así como la implementación de luces o figuras de depredadores en las mismas, también se evaluó la captura incidental de tortugas en tres rangos de profundidad tanto para redes como para palangres (Maldonado et al., 2006; Gaos et al., 2009; Wang et al., 2010; INAPESCA, 2012). Los resultados obtenidos son preliminares, y para poder implementar algunas de las alternativas hacen falta trabajos adicionales con más replicas y con otras variantes. Otras acciones emprendidas contemplaron la implementación de un programa de reconversión pesquera, basado en la revaloración del producto local en el mercado, específicamente promoviendo la sustitución de redes para la pesca de escama con anzuelos, con la finalidad de obtener un pescado de mejor calidad, llevando a cero la captura incidental de tortugas y aumentando la sustentabilidad de las pesquerías. Estos logros se han visto reflejados en una disminución considerable de la frecuencia de varamientos en Playa San Lázaro, que en el 2010 fue 66% menor que el promedio interanual de 2003-2009 (GTC-CONABIO, 2012).

V. Comentarios Finales y Recomendaciones

Consulta y Taller de Expertos

Una de las actividades programadas en el presente proyecto fue la de organizar un taller con expertos en tortugas y temas relacionados con el problema, con la finalidad de recibir aportaciones, desde un punto de vista estrictamente académico, para la discusión de los temas tratados. Lo anterior con el objetivo de definir posturas y establecer una serie de recomendaciones sobre las líneas de investigación a desarrollar en el mediano y largo plazo, así como aquellas sugerencias que pudieran derivarse de los resultados y del análisis de la información, para los agentes que regulan las actividades de pesca y conservación del ambiente en la zona de estudio.

Para facilitar las discusiones en el taller de expertos con el que culminaría el proyecto, se realizó un levantamiento de opinión sobre las hipótesis existentes entre un grupo internacional de expertos (ver comunicado técnico, **ANEXO IX**). Desafortunadamente, el resultado del ejercicio fue incompleto, toda vez que se lograron muy pocas respuestas al cuestionario, lo que compromete la calidad del análisis. Es importante mencionar que, además del poco tiempo para este ejercicio, de la capacidad insuficiente de convocatoria fue y la apatía o reserva por los investigadores para integrarse a un esfuerzo de esta naturaleza, de 23 invitados, únicamente 13 respondieron y sólo tres respondieron el cuestionario final.

Ante los resultados obtenidos, se decidió abandonar el ejercicio y proporcionar como insumo para el taller la segunda versión de la tabla, junto con los comentarios que realizaron los investigadores entre la primera y la segunda versión de la misma.

Se realizó la convocatoria para el taller, pero al igual que en el ejercicio anterior, sólo hubo confirmación de tres investigadores externos al proyecto, para participar en el mismo. Dadas las expectativas que se tienen de los resultados de este ejercicio y

considerando que entre los participantes en el proyecto de investigación, sólo dos son especialistas en tortugas, se evaluó y consideró pertinente posponer el taller para el 21 al 22 de agosto, con la finalidad de ampliar la convocatoria, y que dicho ejercicio académico cumpla con el objetivo previsto.

Comentarios finales y recomendaciones

En vista de la información revisada y la generada en este estudio, es importante comentar que en términos generales, la interacción con pesquerías es importante como causa de muerte de la tortuga amarilla en el GU; sin embargo dicha interacción difícilmente puede asociarse como única causa a los eventos importantes de mortandad masiva de los últimos años, dado que se han presentado eventos similares en otras regiones y en la misma región en otras épocas (octubre 2006, julio 2012), sugiriendo que, además de la mortalidad incidental por pesca, existen otros factores que en ciertos períodos pueden deteriorar el estado de salud de las tortugas y contribuir al aumento en las mortandades masivas observadas en la región.

Se recomienda realizar un estudio de captura, marcado y recaptura masivo, tanto con las tortugas que son capturadas incidentalmente por artes de pesca y luego liberadas vivas, como con las tortugas que sean capturadas con tal fin en aguas oceánicas del GU, además de coordinar el marcaje con otras áreas en aguas mexicanas (costas de Sinaloa) e internacionales (centro del Pacífico Norte y costas de California), donde se sabe que hay juveniles de caguamas. Con estos datos se podría estimar la abundancia de esta especie a escala local y regional, además de que podría ayudar a establecer la identidad poblacional de adultos y juveniles.

También se recomienda realizar una serie de muestreos siguiendo la metodología de transecto lineal con muestreo a distancia, que abarque la parte externa de Bahía Magdalena, GU y Punta Eugenia (tanto costa como mar adentro), con los cuales se realicen estimaciones de abundancia no solamente de tortugas, sino también de la actividad superficial de mamíferos marinos, aves y embarcaciones de todo tipo. Dicho

programa de monitoreo debería cubrir las cuatro estaciones del año por un periodo no menor a cinco años. Con los datos obtenidos se podría estimar la abundancia, distribución y densidad poblacional de tortugas, aves y mamíferos marinos dentro del área, de la actividad antropogénica y nos permitiría determinar si estos parámetros cambian estacionalmente o anualmente. La información generada, podría complementarse con vuelos de prospección, al menos por un año, que cubra una mayor área incluyendo la costa peninsular y continental de la parte sur del Golfo de California durante los meses de febrero, junio, agosto y diciembre, los que nos daría un panorama más amplio sobre la distribución de las caguamas regionalmente.

Para tener una visión ecosistémica e interdisciplinaria del ambiente y acercarnos a la ecología de las tortugas caguamas en el Golfo, se recomienda realizar los muestreos (marinos y aéreos) en simultáneo con estaciones de muestreo oceanográficos y pesqueros (muestreos de prospección pesquera), que junto con el uso de imágenes de satélite, nos ayudaría a tener una visión regional del ecosistema del GU y como se acopla a los pulsos productivos de los otros BAC (Golfo de California y Punta Eugenia.) Por último, Se recomienda hacer una aproximación de las distintas variables (poblacionales y ambientales), utilizando herramientas de modelado, que nos permitan predecir su comportamiento futuro como una herramienta de manejo.

El uso de isótopos estables también contribuiría para entender la dinámica poblacional y la ecología de las caguamas; los análisis con muestras de ciertos tejidos con tasas de recambio elevadas, nos pueden dar una idea del uso del hábitat de los animales varados o capturados (incidentalmente o a propósito), en los meses previos a su captura. Como complemento se recomienda continuar con los estudios de la ecología trófica de los animales vivos, varados o muertos accidentalmente, que nos ayudará a comprender las relaciones depredador-presa y su relación con las variables ambientales, para poder explicar los cambios en la dieta y el uso del esta área por las caguamas. Asimismo, con los isótopos estables como auxiliares, se podrá ver en qué momento y dónde están comiendo (plataforma o frentes oceánicos), además que permitirá, junto con

las estimaciones de abundancia y distribución, determinar los cambios estacionales en la distribución y alimentación de los animales.

También se recomienda buscar la colaboración internacional, para conseguir muestras de isótopos estables de las líneas de crecimiento del caparazón de adultos del oeste del Pacífico y de juveniles del Pacífico Norte. Se espera que las señales isotópicas de las tres regiones sean contrastantes y fáciles de diferenciar una de otra, y de esta forma poder seguir la señal isotópica de su migración para poder tomar o descartar las hipótesis planteadas anteriormente sobre su circuito migratorio.

Con respecto a los animales que varan en la playa, se recomienda continuar con los recorridos de playa en busca de animales varados, con un protocolo forense para la toma de muestras, que incluya todos los posibles factores de muerte: 1) ahogamiento por captura incidental, 2) acumulación de biotoxinas producto de marea rojas, 3) desangrado por ruptura de tejido esofágico por tragarse un anzuelo, 4) inanición por falta de alimento, y 5) cáncer u otra enfermedad que se sospeche, además de las muestras de contenido estomacal siempre que sea posible.

Con relación a la captura incidental y mortalidad por pesca, se recomienda continuar con las evaluaciones ya realizadas, tomando las mismas o nuevas variantes en el diseño de los artes de pesca, con un protocolo más extenso y un mayor número de réplicas, para que los resultados sean robustos. Se recomienda continuar con aquellos programas exitosos en la disminución de la captura, como la de reconversión del arte de pesca (redes de enmalle por anzuelo y piola). Para hacer una evaluación más precisa de los impactos de la captura incidental, aparte de los datos biológicos y ecológicos de las tortugas. Es necesaria una caracterización detallada de los artes de pesca y las zonas donde operan, si hay un patrón estacional o una relación con la variabilidad climática de gran escala, etc. Solo así se podrá comprender a fondo esta problemática y plantear herramientas de manejo adecuadas que lleven a disminuir la captura incidental.

Es necesario continuar con la modelación de los estudios de deriva superficial, con el uso de modelos de mayor resolución en la zona e incrementar los escenarios de

circulación para abarcar periodos de mayor interés y condiciones ambientales extremas, como años Niño, o de alta frecuencia como marejadas y clima extremo.

La Paz B.C.S. junio de 2014.

VI. Bibliografía

- Aguirre, AA, H Peckham, I Stasiak, S Hayhurst, V de la Toba, A Zavala-Norzagaray, N Rossi, and TR Spraker (2011) Baseline health parameters of clinically healthy and pathological evaluation of stranded pacific loggerhead turtles (*Caretta caretta*) impacted by small-scale fisheries in Baja California Sur, Mexico. 31st Annual Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation: The Next Generation of Research and Conservation, 12-15 April, San Diego, California.
- Alfaro-Shigueto J, Mangel JC, Dutton PH, Seminoff JA, Godley B. 2012. Trading information for conservation: a novel use of radio broadcasting to reduce sea turtle bycatch. *Fauna & Flora International*, Oryx, 46(3): 332–339
- Bolten, A.B., Martins, H., Isidro, E., Ferreira, R., Santos, M., Bettencourt, E., Giga, A., Cruz, A., Riewald, B., and Bjorndal, K. 2002. Preliminary results of experiments to evaluate effects of hook type on sea turtle bycatch in the swordfish longline fishery in the Azores. University of Florida contract report to NOAA, National Marine Fisheries Service, Office of Protected Resources, Silver Spring, Md., USA.
- Brown, K. and B. Price. 2005. Documentation and reduction of bycatch in North Carolina fisheries. NOAA. 24 pp.
- Crowder, L., Hopkins-Murphy, S., Royle, J., (1995). Effects of turtle excluder devices (TEDs) on loggerhead sea turtle strandings with implications for conservation. *Copeia* 4, 773–779.
- Epperly, S., Braun, J., Chester, A., Cross, F., Merriner, J., Tester, P., Churchill, J., (1996). Beach strandings as an indicator of at sea mortality of sea turtles. *Bulletin of Marine Science* 59 (2), 289–297.
- Estrades A., Souza G., Scarabino F., Laporta M., Miller P., Rinderknecht A., Sánchez P. (2007). Ecología alimenticia de la tortuga Cabezona (*Caretta caretta*) en la plataforma uruguaya: resultados preliminares. Libro de Resúmenes de las III Jornadas de Conservación e Investigación de Tortugas Marinas en el Atlántico Sur Occidental, 26 al 28 de octubre de 2007, Piriapolis, Uruguay
- Gaos AR., Maldonado D. and H Peckham. (2009). Loggerhead Bycatch and Reduction off the Pacific Coast of Baja California Sur, Mexico. In: Project GloBAL Workshop Proceedings: Tackling Fisheries Bycatch: Managing and reducing sea turtle bycatch in gillnets. Project GloBAL Technical Memorandum No. 1: 57pp
- Gárate-Lizárraga, I.; Hernández-Orozco, M. L.; Band-Schmidt, C.; Serrano-Casillas, G. (2001) Red tides along the coasts of Baja California Sur, México (1984 to 2001). *Oceanides* 16(2): 127-134.
- Gilman, E., Zollett, E., Beverly, S., et al. (2006) Reducing sea turtle bycatch in pelagic longline gear. *Fish and Fisheries* 7, 2–23.

- Gilman E, Gearhart J, Price B, Eckert S and others (2009) Mitigating sea turtle bycatch in coastal passive net fisheries. *Fish Fish* 11:57–88
- GTC-CONABIO (2012). Propuesta integral para la conservación y protección de al tortuga caguama del Pacífico (*Caretta caretta*) dentro de su hábitat crítico de alimentación y desarrollo en el Golfo de Ulloa, Baja California Sur
- Hamman et al (2010) Global research priorities for sea turtles: informing management and conservation in the 21st century. *Endang Species Res* 11: 245–269
- Hart KM, Mooreside P, Crowder LB (2006) Interpreting the spatio-temporal patterns of sea turtle strandings: going with the flow. *Biol Conserv* 129: 283–290.
- INAPESCA (2012) Evaluación Biotecnológica de Artes de Pesca Alternativas en la Pesquería Ribereña del Golfo de Ulloa B.C.S. para Evitar la Captura Incidental de Especies No Objetivo. Acciones Preliminares. Informe Técnico. INAPESCA-SAGARPA. México, 20 pp.
- Jessup David A., Melissa A. Miller, John P. Ryan, Hannah M. Nevins., Heather A. Kerkerling, Abdou Mekebri, David B. Crane, Tyler A. Johnson & Raphael M. Kudela (2009). "Mass stranding of marine birds caused by a surfactant-producing red tide". *PLoS ONE* 4 (2): e4550. doi:10.1371/journal.pone.0004550. PMC 2641015. PMID 19234604.
- Koch V, Nichols WJ, Peckham SH, de la Toba V (2006) Estimates of sea turtle mortality from poaching and bycatch in Bahía Magdalena, Baja California Sur, Mexico. *Biological Conservation* 128: 327-334
- Koch V, Peckham H, Mancini A, 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
- Landsberg JH, Flewelling LJ and J. Naar (2009) *Karenia brevis* red tides, brevetoxins in the food web, and impacts on natural resources: Decadal advancements. *Harmful Algae* 8: 598–607
- Lewison, R.L., Crowder, L.B., Shaver, D.J., (2003). The Impact of Turtle Excluder Devices and Fisheries Closures on Loggerhead and Kemp's Ridley strandings in the Western Gulf of Mexico. *Conservation Biology* 17 (4), 1089–1097.
- Maldonado, D., Peckham, S.H. and Nichols, W.J. (2006) Reducing the bycatch of Loggerhead turtles (*Caretta caretta*) in Baja California Sur: experimental modification of gillnets for fishing halibut. In: *Second Western Pacific Sea Turtle Cooperative Research and Management Workshop* (ed I. Kinan). Western Pacific Regional Fishery Management Council, Honolulu, USA, pp. 59–68.
- Mangel JC, Alfaro-Shigueto J, Witt MJ, Dutton PH, Seminoff JA, Godley BJ (2011) Post-capture movements of loggerhead turtles in the southeastern Pacific Ocean assessed by satellite tracking. *Mar Ecol Prog Ser* 433:261-272

- Mercuri M (2007) Varamientos de mamíferos marinos en Isla Magdalena, BCS México y su relación con factores físicos y biológicos. Tesis de Maestría, La Paz: Instituto Politecnico Nacional-CICIMAR. 125 p.
- Nichols, W.J., 2003. Biology and conservation of sea turtles in Baja California, Mexico. Ph.D. Dissertation. The University of Arizona
- Peckham, S.H., Nichols, W.J., 2003. Why did the turtle cross the ocean? Pelagic red crabs and loggerhead turtles along the Baja California coast. In: Seminoff, J.A. (compiler). Proceedings of the Twenty-Second Annual Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation. NOAA Technical Memorandum NMFS-SEFSC-503, 308pp.
- Peckham SH, Maldonado-Diaz D, Walli A, Ruiz G, Nichols WJ, Crowder LB (2007) Small-scale fisheries bycatch jeopardizes endangered Pacific loggerhead turtles. PLoS ONE 2:e1041
- Peckham SH, Maldonado-Diaz D, Koch V, Mancini A, Gaos A, Tinker MT, Nichols WJ (2008) High mortality of loggerhead turtles due to bycatch, human consumption and strandings at Baja California Sur, Mexico, 2003 to 2007. Endang Species Res 5:171–183
- Peckham SH, Maldonado-Diaz D, Tremblay Y, Ochoa R and others (2011) Demographic implications of alternative foraging strategies in juvenile loggerhead turtles *Caretta caretta* of the North Pacific Ocean. Mar Ecol Prog Ser 425: 269–280
- Polovina, J.J, Balazs, G.H., Howell, E.A., Parker, D.M., Seki, M.P. & Dutton, P.H. (2004). Forage and migration habitat of loggerhead (*Caretta caretta*) and olive ridley (*Leptochelys olivacea*) sea turtles in the central North Pacific Ocean. Fish. Oceanogr. 13, 36–51.
- Price, B. and Van Salisbury, C. (2007) Low-Profile Gillnet Testing in the Deep Water Region of Pamlico Sound, NC. North Carolina Department of Environment and Natural Resources, Division of Marine Fisheries, Morehead City, NC, USA.
- Romero V, LD Soriano, AL Sandoval, J Bravo, L Aguilar, H Peckam, M Olivera, M Harfush, HM Zepeda-Lopez and AA Aguirre. (2008). Sea turtle fibropapillomatosis in Mexico: Is it a viral etiology? Proceedings of the Twenty-Eight Annual Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation. 18-26 January, Loreto, Baja California, Mexico, no. 42. (check page 27)
- Rossi, N. A. (2009) Health and reproductive assessment of endangered Loggerhead turtles in Baja California Sur, Mexico. Department of Ecology, Evolution and Environmental Biology. New York, Columbia University. M.A. Conservation Biology
- Sales G, Giffoni BB, Fiedler FN, Azevedo VG, Kotas JE, Swimmer Y, Bugoni L. 2010. Circle hook effectiveness for the mitigation of sea turtle bycatch and capture of target species in a Brazilian pelagic longline fishery. Aquat Conserv Mar Freshwat Ecosyst. 20:428–436. <http://dx.doi.org/10.1002/aqc.1106>

- Seminoff JA, Peckham SH, Eguchi T, Sarti-Martinez A, Rangel-Acevedo R, Forney KA, Nichols WJ (2006) Loggerhead turtle density and abundance along the Pacific coast of the Baja California peninsula, Mexico. In: Frick M, Panagopoul A, Rees AF, Williams K (eds) Book of Abstracts. Twenty Sixth Annual Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation. International Sea Turtle Society, Athens, p 321
- Seney E. E. and J. A. Musick (2007) Historical Diet Analysis of Loggerhead Sea Turtles (*Caretta caretta*) in Virginia. *Copeia*: May 2007, Vol. 2007, No. 2, pp. 478-489
- Serafy JE, Cooke SJ, Diaz GA, Graves JE, Hall M, Shivji M, Swimmer Y. (2012). Circle hooks in commercial, recreational, and artisanal fisheries: research status and needs for improved conservation and management. *Bulletin of Marine Science* 88: 605–621.
- Swimmer Y, Arauz R, Higgins B, McNaughton M, McCracken J, Ballesteros J, Brill R. 2005. Food color and marine turtle feeding behavior: can blue bait reduce turtle bycatch in commercial fisheries? *Marine Ecology Progress Series* 295: 273–278.
- Tomas J., Aznar F.J., Raga J.A. (2001). Feeding ecology of the loggerhead turtle *Caretta caretta* in the western Mediterranean. *Journal of Zoology* 255: 525–532
- Villanueva, D., (1991). La tortuga perica, *Caretta caretta gigas* (Deraniyagala, 1939), en la costa del Pacífico de Baja California Sur, México. Departamento de Biología Marina. UABCS. La Paz, BCS, México, 68pp
- Wallace BP, Kot C, DiMatteo AD, Lee T, Crowder L, & RL Lewison. (2013). Impacts of fisheries bycatch on marine turtle populations worldwide: toward conservation and research priorities. *Ecosphere* 4(3): 1-49
- Walsh, C.J., S. Leggett, B. Carter, C. Colle (2010) Effects of brevetoxin exposure on the immune system of loggerhead sea turtles. *Aquatic toxicology* 97: 293-303.
- Wang, J., Fidler, S. and Swimmer, Y. (2010) Developing visual deterrents to reduce sea turtle bycatch in gill net fisheries. *Mar Ecol Prog Ser* 408: 241–250
- Watson J., Epperly S., Foster D. and Shah A. (2005). Fishing methods to reduce sea turtle mortality associated with pelagic longlines. *Canadian Journal of fisheries and Aquatic Sciences* 62: 965-981.
- White, M. (2004). Observations of loggerhead turtles feeding on discarded fish catch at Argostoli, Kefalonia. *Marine Turtle Newsletter* 105: 7-9.
- Work TM & GH Balazs (2010) Pathology and distribution of sea turtles landed as bycatch in the Hawaii-based North Pacific pelagic longline fishery. *J Wildl Dis* 46(2):422-32
- Xiuning D, William Peterson, Anita McCulloch, Guangxing Liu. (2011). An unusual bloom of the dinoflagellate *Akashiwo sanguinea* off the central Oregon, USA, coast in autumn 2009. *Harmful Algae* 10(6): 784–793.
- Zavala-Norzagaray A, Hart E. C, Canizalez-Roman A, Aguilar-Claussell P, Ley-Quinonez C, Aguirre-Alonso A. (2013). Primer registro de tortuga amarilla (*Caretta caretta*),

en el estado de Sinaloa, Golfo de California, México Memorias 19na Reunión de Especialistas en Tortugas Marinas de Latinoamérica. 2 y 3 de Febrero de 2013, Baltimore-Maryland, USA.

ANEXO I. Estado del arte

Revisión de la biología y ecología de la tortuga caguama (*Caretta caretta*) y su interacción con actividades humanas en aguas del Golfo de Ulloa.

Revisión y evaluación de la bibliografía sobre la mortalidad de tortugas en aguas del Golfo de Ulloa y sus posibles causas.

Christian Salvadeo

Alejandro Gómez Gallardo Unzueta

Salvador Lluch Cota

Felipe Neri Melo Barrera

Junio 2014

Contenido

Revisión de la biología y ecología de la tortuga caguama (<i>Caretta caretta</i>) y su interacción con actividades humanas en aguas del Golfo de Ulloa	3
Presentación	3
I. Biología y ecología.....	4
II. Área de estudio.....	12
III. Las caguamas del Golfo de Ulloa	18
IV. Interacción, mortalidad y mitigación de la captura incidental por pesca	41
V. DISCUSIÓN Y COMENTARIOS.....	59
VI. Propuestas	62
VII. Literatura citada	65
Revisión y evaluación de la bibliografía sobre la mortalidad de tortugas en aguas del Golfo de Ulloa y sus posibles causas.....	76
Aspectos veterinarios.....	¡Error! Marcador no definido.
Aspectos ecológicos	¡Error! Marcador no definido.
Deriva de cadáveres y oceanografía	¡Error! Marcador no definido.
Estimación y causas de mortalidad.....	¡Error! Marcador no definido.
Referencias.....	¡Error! Marcador no definido.

Revisión de la biología y ecología de la tortuga caguama (*Caretta caretta*) y su interacción con actividades humanas en aguas del Golfo de Ulloa

Presentación

Como parte del compromiso adquirido a raíz de la solicitud de apoyo por parte de la Comisión Nacional de Áreas Protegidas, sobre el problema de las mortandades inusualmente altas de tortuga amarilla o caguama (*Caretta caretta*) en la zona conocida como Golfo de Ullóa, en la costa centro-occidental de Baja California Sur, se estableció como una de las estrategias para identificar las posibles causas de dicha mortandad, la necesidad de contar con un documento que recogiera las investigaciones sobre la caguama y la zona del problema, con la finalidad de contar con un documento base que permitiera al grupo interinstitucional e interdisciplinario de científicos de las instituciones locales (Centro de Estudios Biológicos del Noroeste CIBNOR, Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas del IPN CICIMAR y de la Universidad Autónoma de B.C.S. UABCS), apoyados por especialistas de otros centros de investigación a nacionales e internacionales, establecer hipótesis de las causas probables de la alta mortandad de las caguamas en el Golfo de Ulloa, que sirvieran para determinar las principales líneas de investigación a desarrollar en un proyecto de mediano aliento. Lo anterior con el objetivo de contar con información con robustez y rigor científico, que permita establecer las principales causas de la mortandad de esta especie de tortugas, para responder a la preocupación generada a nivel nacional e internacional, donde de inicio, se atribuye dicha mortandad exclusivamente a la interacción con actividades antropogénicas, principalmente pesquerías, sin contar con un estudio interdisciplinario e integral, que permita descartar otras hipótesis probables, como lo pueden ser efectos propios del ambiente, tanto físico-químicos como biológicos.

A partir de lo anterior se genera este documento de trabajo, donde se recogen y analizan los principales estudios sobre la tortuga amarilla o caguama generados a la

fecha, tanto en la zona en comento, como en otras regiones de su rango de distribución. Este documento será compartido con colegas especialistas de las instituciones locales y nacionales, para que a partir de su análisis y discusión, sean definidas las líneas de investigación mencionadas.

I. Biología y ecología

Descripción de la especie

La caguama (*Caretta caretta*) también conocida como tortuga amarilla, boba o cabezona, se diferencia fácilmente del resto de las tortugas marinas por su gran cabeza con unas poderosas mandíbulas, que le permiten alimentarse de animales con conchas duras en su etapa adulta. Esta especie es la tortuga con caparazón duro más grande del mundo, los adultos presentan un rango de longitud de 70-95 cm y un peso de 80-200 kg. El color de su piel varía del amarillo al marrón y el caparazón es típicamente marrón-rojizo (Fig. 1); además de su coloración y el tamaño de su cabeza, esta especie puede ser fácilmente diferenciada por la presencia de cinco escudos centrales y cinco pares laterales en la parte dorsal de su caparazón (Fig. 1). Presenta dimorfismo sexual, entre las diferencias más obvias entre machos y hembras adultos son las colas más gruesas y los escudos ventrales más cortos de los primeros. Estas diferencias no son evidentes entre hembras y machos juveniles.

Se han descrito dos subespecies: la caguama del Indo-Pacífico (*C. caretta gigas*) y la caguama del Atlántico (*C. caretta caretta*), las cuales se diferencian por el número de huesos neuronales y escudos marginales del caparazón (Deraniyagala 1933, Scott y Mollison 1956). Sin embargo, estos caracteres polimórficos dentro de la especie no son filogenéticamente informativos, por lo que Dodd (1988) refuta dicha clasificación, además de que estudios moleculares (Dutton et al. 1996) no revelan patrones de subespecie para el género, por lo que debe considerarse como una única especie.

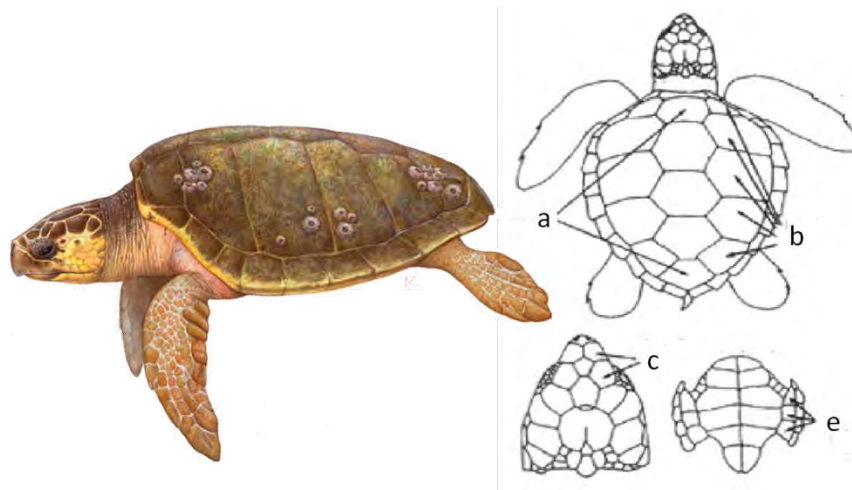


Figura 1: Aspecto general de la tortuga caguama y rasgos distintivos para su identificación: a) 5 escudos centrales, b) 5 pares de escudos laterales, c) 4 escamas prefrotales y d) 3 escudos inframarginales; fuentes de las ilustraciones: Fernando Zeledón Instituto, Nacional de Biodiversidad (INBio) y MarineBio Conservation Society.

Distribución y estatus poblacional

La caguama es una especie de tortuga marina de distribución cosmopolita. Al igual que para el resto de las tortugas marinas, su historia de vida se desarrolla en su totalidad en ambientes marinos y estuarinos y las hembras maduras salen sólo brevemente a las playas para desovar. Esta tortuga es considerada una especie en peligro de extinción por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN 2008). Es una especie particularmente vulnerable por la gran extensión territorial en su distribución (Dodd 1988), así como por el uso de diferentes hábitats dependiendo su estadio de vida, con una amplia distribución y uso de hábitat que incluye aguas internacionales y territoriales, así como costas de numerosos países. En general se reconocen diez unidades poblacionales distintas, cinco de ellas en estado crítico o en peligro (Atlántico Noreste, Mar Mediterráneo, Norte del Índico, Pacífico Norte y Pacífico Sur) y cinco como amenazadas (Atlántico Noroeste, Atlántico Sur, sudeste del Índico, sudoeste del Índico y Mar de Arabia) (Wallace et al. 2013; NMFS 2013). El término “en peligro” se refiere a aquellas especies o poblaciones que están en peligro de extinción en todo su rango de distribución o en una porción significativa de éste; mientras que el término “amenazado”

hace referencia a aquellas especies o poblaciones que pueden pasar a estar “en peligro” en todo su rango de distribución o en una porción significativa del mismo. (<http://www.fws.gov/endangered/laws-policies/section-3.html>).

Este estatus poblacional es el resultado del análisis de las características intrínsecas de cada población (como tamaño poblacional, tendencias demográficas recientes y de largo plazo, vulnerabilidad de sus áreas de reproducción y la diversidad genética) y del análisis de las amenazas a la que están expuestas, que incluyen la captura incidental en artes de pesca, el consumo humano, el desarrollo costero, la contaminación, patógenos y el cambio climático (Wallace et al. 2013). Una característica común en las cinco poblaciones en riesgo, es el descenso en sus tamaños poblacionales observado en las últimas décadas, así como una baja variabilidad genética. Wallace et al. (2013), atribuyen como principales amenazas de esta especie a la pesca incidental y al deterioro de las áreas de anidación por el desarrollo costero. Cabe señalar que las variaciones del clima, posibles enfermedades y la contaminación, fueron excluidas del análisis por la escasa información disponible y los autores reconocen que estos factores también deben ser considerados en análisis futuros.

Alimentación

La tortuga caguama es una especie omnívora, con el mayor número de presas documentadas de entre todas las tortugas marinas (Dodd 1988). En su etapa juvenil se alimenta principalmente de organismos del macroplancton como gasterópodos, cnidarios, tunicados y cefalópodos (Tabla 1), organismos muy abundantes en regiones donde ocurren fenómenos oceanográficos como frentes y giros que los acumulan, facilitando así su encuentro y captura (Polovina et al. 2004; Etnoyer et al. 2006; Hatase et al. 2007; Howell et al. 2010). En áreas oceánicas también suelen tomar la carnada que se encuentra en los palangres de pesca (Gilman et al. 2006) o alimentarse de los

descartes de pesca incidental, llegando a ser en algunos casos el grupo de presas más importante en su dieta (Tomas et al. 2001; Peckham et al. 2011).

En su etapa adulta se alimenta principalmente de invertebrados del fondo marino como poliquetos, crustáceos, gasterópodos, equinodermos, esponjas, bivalvos y cirripedios (Tabla 1), e incluso tortugas recién nacidas (incluida su propia especie), algas y plantas vasculares (Dodd 1988). Las presas más comunes presentan movimientos lentos que facilitan su captura, lo que evidencia los hábitos oportunistas de la especie, alimentándose de las especies más abundantes a escala local y regional (Lenz 2009; Dodd 1988). Tal es el grado de oportunismo, que suele alimentarse de los descartes de pesca incidental que toma del fondo marino, o de especies invasoras, lo que demuestra la plasticidad de esta especie (Dodd 1988; Tomas et al. 2001; Estrades et al. 2007; Lenz 2009; Peckham et al. 2011). En observaciones hechas en la costa noreste de los Estados Unidos, se ha manifestado también la plasticidad alimentaria de esta especie en un cambio decadal en su dieta, alimentándose principalmente de cangrejos cacerola durante principios y mediados de los ochentas, de jaibas a finales de los ochentas y principios de los noventas y de peces descartados por la actividad pesquera de mediados de los noventas a principios de los 2000 (Seney y Musick 2007); de acuerdo a los mismos autores, estos cambios en la dieta se dieron principalmente por una disminución secuencial de las poblaciones de jaibas y cangrejos cacerola producto de la actividad pesquera, obligando a la especie a alimentarse de los peces capturados en las redes o de los mismos descartes de la actividad pesquera.

Tabla 1: Resumen de la composición de la dieta de caguama

Taxas	Región	Hábitos	Fuente
Porífera			
<i>Cliona celata</i>	Atlántico Norte	Bentónicos	Dodd 1988
Cnidaria			
<i>Agalma sp</i>	Atlántico Tropical	Pelágicos	Dodd 1988
<i>Porpita sp</i>	Sudáfrica		Polovina et al. 2004

ANEXO I. Estado del arte

Taxas	Región	Hábitos	Fuente
<i>Pelagia noctiluca</i> <i>Physalia physalis</i> <i>Velella velella</i>	Pacífico Norte		Parker et al. 2005
Poliquetos			
<i>Chloeia flava</i>	Índico tropical	Bentónicos	Dodd 1988
Cirripedios			
<i>Lepas spp.</i>	Pacífico Norte	Pelágicos	Dodd 1988 Parker et al. 2005
Tunicados y Salpas			
<i>Vrs sp</i>	Mediterráneo	Pelágicos	Dodd 1988
<i>Pyrosomas sp</i>	Atlántico Norte		Tomas et al. 2001
<i>Salpa sp</i>	Pacífico Norte y Sur Índico tropical		Parker et al. 2005
Moluscos			
<i>Rapana venosa</i>	Atlántico Sur	Bentónicos	Dodd 1988
<i>Buccinanops cochlidium</i>	Golfo de California		Estrades et al. 2007
<i>Pachycymbiola brasiliana</i>	Índico tropical		Casale et al. 2008
<i>Anachis moleculina</i>	Sudáfrica		Lenz 2009
<i>Cerithium sp</i>	Mediterráneo		Carranza et al. 2011
<i>Cypraea sp</i>			Lazar et al. 2011
<i>Rhinoclavis sp</i>			
<i>Fragum sp</i>			
<i>Tridacna sp</i>			
<i>kelletia kelleti</i>			
<i>Bursa granularis</i>			
<i>Bufonaria crumenoides</i>			
<i>Conus sp</i>			
<i>Dupliclaria sp</i>			
<i>Ficus sp</i>			
<i>Harpa sp</i>			
<i>Turritella sp.</i>			
<i>Corbula sp.</i>			
<i>Gibbula sp.</i>			
<i>Fusinus sp.</i>			
<i>Mangelia sp.</i>			
<i>Natica sp.</i>			
<i>Nassarius sp.</i>			
<i>Euspira SP</i>			
<i>Janthina spp</i>	Atlántico Tropical	Pelágicos	Dodd 1988
<i>Carinaria cithara</i>	Sudáfrica Pacífico Norte		Polovina et al. 2004 Parker et al. 2005 Peckham et al. 2011

ANEXO I. Estado del arte

Taxas	Región	Hábitos	Fuente
Crustáceos			
<i>Libinia sp</i>	Atlántico Norte y Sur	Bentónicos	Dodd 1988
<i>Hepatus pudibundus</i>	Golfo de Ulloa		Nichols 2003
<i>Platyxantus cuenulatus</i>	Pacífico tropical		Estrades et al. 2007
<i>Loxopagurus loxochelis</i>	Índico tropical		Seney & Musick 2007
<i>Dardanus insignis</i>	Sudáfrica		Lenz 2009
<i>Limulus polyphemus</i>			
<i>Callinectes sp.</i>			
<i>Thalamita sp</i>			
<i>Eucrater sp</i>			
<i>Dardanus euopsis</i>			
<i>Calappa sp</i>			
<i>Pagurus sp</i>			
<i>Paguristes sp</i>			
<i>Hemisquilla ensigera</i>	Golfo de Ulloa	Bentónicos	Villanueva 1991
<i>Platymera gaudichaudii</i>			Nichols 2003
<i>Squilla tiburonensis</i>			Peckham et al. 2011
<i>Callinectes sp</i>			
<i>Pleuroncodes planipes</i>	Golfo de Ulloa	Pelágicos	Villanueva 1991
			Nichols 2003
			Peckham & Nichols 2003
			Peckham et al. 2011
Equinodermos			
<i>Clypeaster humilis</i>	Pacífico tropical	Bentónicos	Dodd 1988
<i>Prionocidaris baculosa</i>	Índico tropical		
<i>Holotúridos</i>	Sudáfrica		
Cefalopodos			
<i>Japetella sp</i>	Atlántico Tropical	Pelágicos	Dodd 1988
<i>Leachia sp</i>	Atlántico Norte		
<i>Spirula sp</i>	Sudáfrica		
<i>Onychoteuthis banksi</i>			
Peces			
Varias especies	Atlántico Sur y Norte	Bentónicos	Dodd 1988
Principalmente descartes	Mediterráneo	Pelágicos	Tomas et al. 2001
de pesquerías	Golfo de Ulloa	Demersales	Estrades et al. 2007
			Seney & Musick 2007
			Lenz 2009
			Peckham et al. 2011

Historia de vida

ANEXO I. Estado del arte

Las caguamas son animales longevos de crecimiento lento, que utilizan varios hábitats a lo largo de su historia de vida (Tabla 2), con sitios de anidación, zonas para el desarrollo de juveniles y de alimentación para adultos de la misma población, separados en muchos casos por miles de kilómetros (Godley et al. 2008).

Tabla 2: etapas del desarrollo de la tortuga caguama y su relación con el ambiente

Etapas de vida	Hábitat	Ambiente	Fuente
Huevos	Terrestre	Playas de anidación	NMFS 2013
Post neonatos	Nerítico	Ambiente pelágico cercano a la costa	NMFS 2013
Juveniles	Oceánico	Ambiente pelágico asociado a corrientes, frentes y giros oceánicos donde se acumula el alimento	Nichols et al. 2000 Polovina et al. 2004 Hawkes et al. 2006 Etnoyer et al. 2006 Hatase et al. 2007 Godley et al. 2008 Howell et al. 2010 Mangel et al. 2011
Subadultos y adultos	Nerítico	Ambiente pelágico cercano a la costa incluyendo áreas de alimentación (bentónica), reproducción y corredores migratorios	Hawkes et al. 2006 Hatase et al. 2007 Godley et al. 2008
Hembras adultas anidando	Terrestre	Playas de anidación	NMFS 2013

Etapas post-neonatos

Luego de la eclosión, los recién nacidos entran en un periodo de actividad frenética en la cual las tortugas recién nacidas se mueven desde sus nidos hacia el mar y una vez en éste nadan entre 20 y 30 horas seguidas, alejándose de la costa. Este comportamiento de nado frenético es un mecanismo para reducir la exposición a depredadores, como peces y aves, que suelen concentrarse cerca de la costa (NMFS 2013). Los recién nacidos permanecen por semanas o meses sobre la plataforma continental inactivos o con escasa movilidad a merced de las corrientes y alimentándose

de organismos que se acumulan en las zonas de convergencia donde también se acumula sargazo, que les sirve de protección (Witherington 2002; Bolten 2003).

Etapas Juvenil:

La etapa juvenil comienza cuando las tortugas entran por primera vez a la zona oceánica y permanecen en ésta por un tiempo prolongado (de 7 a 27 años) hasta alcanzar un tamaño de 40 a 60 cm de longitud del caparazón (Bjorndal et al. 2000 2003; Hawkes et al. 2006; Conant et al. 2009; Snover, et al. 2010; Ishihara et al. 2011). Estudios genéticos y de seguimiento satelital, han demostrado que los juveniles de caguama suelen presentar largas migraciones transoceánicas, que pueden durar años, durante las cuales los animales van creciendo y madurando sexualmente (Bowen 1995; Nichols et al. 2000; Polovina et al. 2004; Bowen et al. 2005; Boyle et al. 2009; Howell et al. 2010). Numerosos estudios indican que estos animales permanecen por años en sus áreas de alimentación antes de retornar a sus áreas de reproducción (Nichols et al. 2000, Peckham y Nichols 2003, Seminoff et al. 2004, Etnoyer et al. 2006; Mangel et al. 2011).

Los juveniles son activos nadadores que se mueven siguiendo las corrientes marinas en busca de frentes y giros oceánicos donde se acumula su alimento (Polovina et al. 2004). Llegan a pasar más del 90% del tiempo entre la superficie y los 15 m de profundidad (Howell et al. 2010), lo que indica un estilo de vida y alimentación pelágica. Una posible explicación a este estilo de vida es que los juveniles tengan aún poco desarrolladas las habilidades de buceo profundo, lo que les impide explotar presas bentónicas (Bolten 2003; Revelles et al. 2007; Mangel et al. 2011). Cabe señalar que las únicas poblaciones para las que se han documentado las rutas migratorias transoceánicas de juveniles son aquellas que se reproducen en la parte oeste de las cuencas oceánicas (México-sudeste de E.U.A., Japón y este de Australia) y que la falta de observaciones en otras poblaciones sugiere que estas migraciones no ocurren forzosamente en todas las poblaciones de caguamas (Boyle et al. 2009)

Etapas Adulta:

La etapa adulta comienza cuando los juveniles alcanzan una talla de 40 a 60 cm de longitud del caparazón y comienzan a utilizar las áreas neríticas próximas a sus playas de nacimiento. Los organismos de menores tallas suelen intercalar incursiones en ambientes oceánicos y neríticos (Hatase et al. 2007) y al llegar a la madurez completa adquieren definitivamente los hábitos neríticos (Hawkes et al. 2006), alimentándose principalmente de animales bentónicos (Tabla 1).

La madurez sexual se alcanza entre los 15 y 30 años (Dodd 1988). Durante esta etapa, las hembras suelen presentar movimientos migratorios reproductivos en intervalos de 2 o 3 años, moviéndose de sus áreas de alimentación sobre la plataforma continental hacia sus áreas de anidación en la costa (Dodd 1988; Hatase et al. 2007; Hawkes et al. 2006), para regresar a sus áreas de alimentación luego de aparearse y desovar. Estos movimientos migratorios no son exclusivos de las hembras, estudios recientes sugieren que los machos adultos también presentan movimientos similares (Varo-Cruz et al. 2013).

II. Área de estudio

Generalidades

El Golfo de Ulloa, que se encuentra ubicado entre los 24° y los 26°30' N (Fig. 2), se distingue del resto de la costa occidental de Baja California Sur por tener una plataforma continental relativamente amplia. En su extremo sur, la cota de 200 m de profundidad se encuentra aproximadamente a 22 km de Cabo San Lázaro, mientras que en su extremo norte, frente a Punta Abreojos, dicha profundidad se encuentra a 33 km de la costa. Sin embargo, el margen cóncavo de la península que conforma al golfo, tiene una amplitud extrema de 82 km en su parte media, frente a Punta Pequeña. La plataforma cubre del orden de 19,935 km², de los cuales el 68% presenta profundidades mayores a los 100 m, en tanto que el 32% restante corresponde al área con profundidades que van de los 100 a los 200 m (Fig. 2).

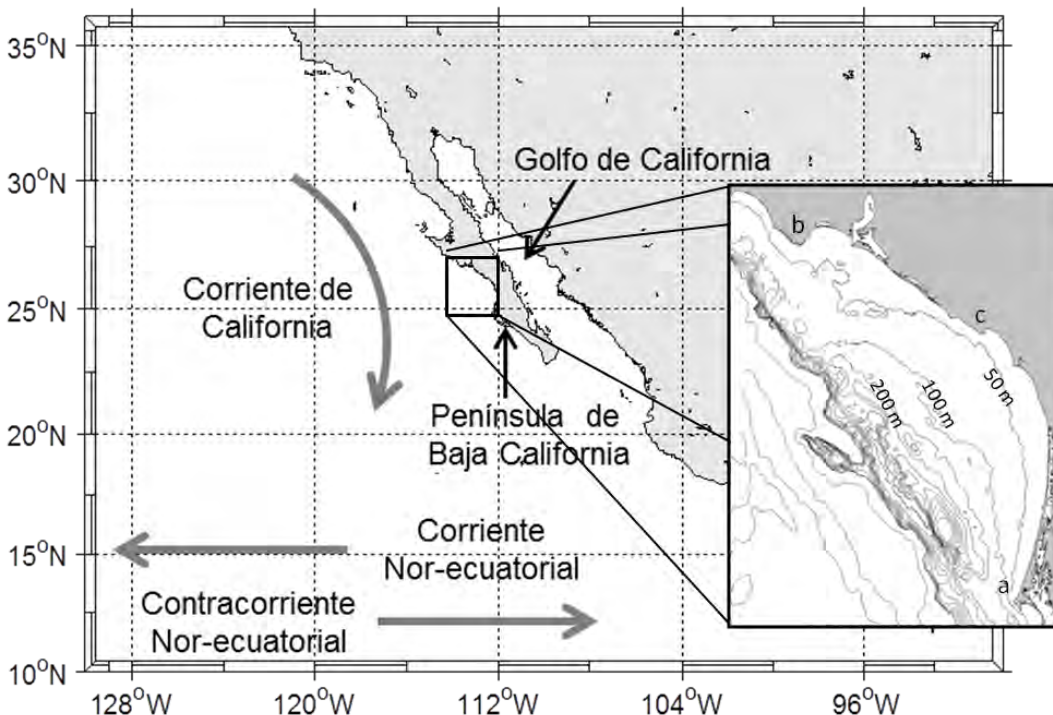


Figura 2: Ubicación geográfica y batimetría del Golfo de Ulloa; a) Cabo San Lázaro, b) Pta Abreojos y c) Punta Pequeña.

La confluencia de dos sistemas oceánicos de gran escala determinan las condiciones físico-químicas de la región: La Corriente de California de origen sub-ártico con aguas frías y densas que fluye en dirección norte-sur y las aguas superficiales de la Corriente Costera Mexicana, de origen tropical, con aguas templadas y menos densas que fluye hacia el norte bordeando la costa peninsular. Este sistema de corrientes resulta en una zona de transición templado-tropical desde Punta Abreojos hasta el sur de Bahía Magdalena (Kurczyn et al. 2012). El Golfo de Ulloa es un ecosistema de interés económico, científico y biológico, con gran importancia para el sostenimiento de recursos naturales y pesqueros de la región. Se considera un Centro de Actividad Biológica (BAC por sus siglas en inglés) con elevada producción primaria y altas tasas de producción de biomasa (Lluch-Belda 2000).

Estacionalidad

La Corriente de California presenta gran variabilidad estacional. Esta variabilidad se hace evidente en la parte costera donde la isoterma de 18°C se encuentra a la altura de Bahía Magdalena (24° Norte) durante mayo, mientras que la misma se desplaza hasta la cuenca de Santa Bárbara (34° Norte) durante agosto y septiembre (Ramírez-Rodríguez et al. 2010). Los vientos del noroeste que soplan paralelos a la costa, son más intensos durante la primavera, produciendo surgencias que incorporan a la superficie aguas subsuperficiales, frías y ricas en nutrientes. Se han observado surgencias en toda la costa occidental de Baja California, pero se observan con mayor frecuencia en las regiones al sur de Punta Eugenia y al sur de Bahía Magdalena. Ambas regiones tienen su mayor actividad durante la primavera (Fig. 3), aunque el afloramiento puede ocurrir también en otros meses (Chávez-López Y Schmitter-Soto 1995).

El afloramiento de las aguas frías y ricas en nutrientes permiten que el incremento de biomasa fitoplanctónica registrada en las zonas costeras (20 km a partir de la costa) se extienda hacia fuera, llegando a rebasar los 80 km (Lluch-Belda 2000). De la misma manera, la distribución de la abundancia del zooplancton coincide espacialmente con las áreas de alta concentración de pigmentos, indicando un acoplamiento trófico entre los productores primarios y los primeros consumidores (Lluch-Belda 2000). El análisis armónico de la estacionalidad en variables físicas y biológicas, revela el acoplamiento trófico en la región de Cabo San Lázaro, desde que se da el pico de actividad en las surgencias, hasta la llegada de depredadores tope como mamíferos marinos (Mercuri 2007; Fig. 4).

ANEXO I. Estado del arte

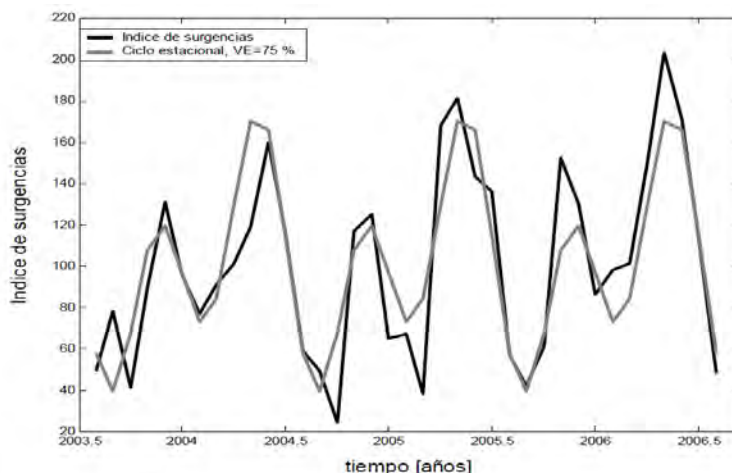


Figura 3: Ajuste estacional a través de armónicos del índice de surgencias para la región de Bahía Magdalena (punta sur del Golfo de Ulloa); tomado de Mercuri (2007).

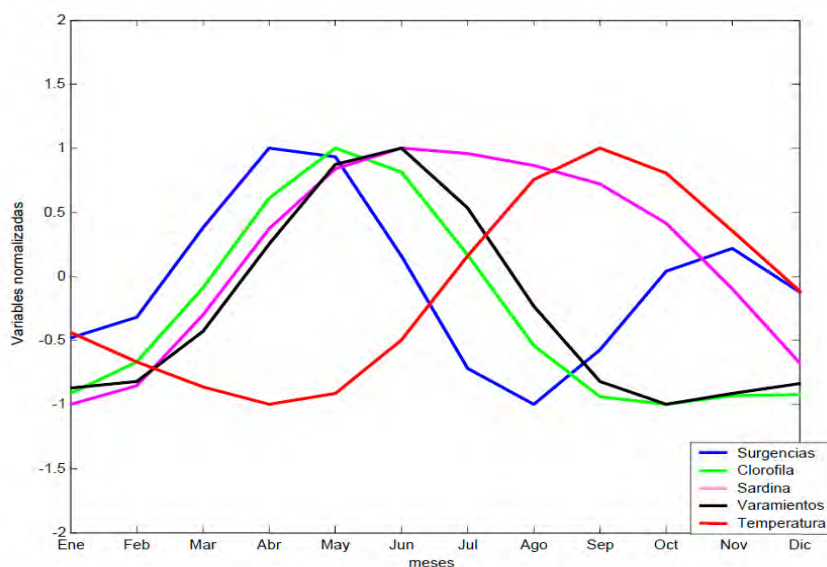


Figura 4: Evolución estacional (ajuste de armónicos) de variables físicas y biológicas normalizadas para la región de Bahía Magdalena (punta sur del Golfo de Ulloa); tomado de Mercuri (2007).

Procesos oceanográficos de importancia ecológica

Aunque la región es conocida por su alta producción biológica derivada de las surgencias costeras, existen otros procesos oceánicos de relevancia ecológica. La variación estacional de las corrientes y su interacción con la topografía se relacionan con

estructuras de mesoescala como giros oceánicos (Strub y James 2002; Soto–Mardones et al. 2004; Kurczyn et al. 2012) que concentran y retienen la biomasa planctónica de zonas adyacentes, lo que los hace sitios de importancia para el desarrollo larval y reclutamiento de numerosas especies de importancia comercial y hábitat para alimentación de depredadores pelágicos (Hewitt 1981; Yen et al. 2006)

También se presentan frentes térmicos de mesoescala (10~100 días 100~1000 km) a lo largo del año. A pesar de estar relativamente poco estudiados, se sabe que estos frentes resultan en condiciones de alta productividad que, en su conjunto, se les conoce como el Sistema Frontal de Baja California Sur (Etnoyer et al. 2004; 2006). Este sistema se ubica frente a la costa de la porción sur de la Península de Baja California, donde prolifera la langostilla (*Pleuroncodes planipes*) y se alimentan una gran cantidad de depredadores tope como la ballena azul (*Balaenoptera musculus*), el marlin rayado (*Tetrapturus audax*), el pez espada (*Xiphias gladius*), el calamar gigante (*Dosidicus gigas*) y las tortugas caguama, prieta (*Chelonia mydas*) y golfina (*Lepidochelys olivacea*) (Etnoyer et al. 2004; 2006).

Variabilidad climática de gran escala

La variabilidad interanual de El Niño/a Oscilación del Sur (ENSO) se siente en la costa peninsular como un calentamiento (El Niño) o enfriamiento (La Niña) anormal de sus aguas. Presenta una periodicidad no regular de entre dos y siete años en variables físicas (Fiedler 2002) y de cinco años en variables biológicas de la costa del Pacífico nororiental (Lluch-Belda et al. 2005). Esta es la escala de variabilidad climática dominante en la región de la Corriente de California (Salvadeo et al, *en prensa*); durante la fase cálida de El Niño, la termoclina y la nutriclina se profundizan significativamente, provocando la caída de la productividad primaria en los sistemas de surgencias estacionales, con un aumento en la temperatura superficial del mar, modificando la riqueza biológica y la distribución latitudinal de la fauna marina incluyendo la langostilla, que durante este fenómeno cambia su distribución hacia el norte llegándose a observar

en la Bahía de Monterrey en el estado de California (Aurioles-Gamboa 1992; Lluch-Belda et al. 2005).

Otra escala de variación con fuerte influencia en la región es la Oscilación Decadal del Pacífico (PDO por sus siglas en inglés, Pacific Decadal Oscillation), descrita como una fluctuación de largo período que afecta principalmente el clima en el Pacífico norte y Norteamérica (Mantua et al. 1997). En ese sentido, se pueden observar en la variación de baja frecuencia de la Corriente de California, dos eventos de calentamiento y tres de enfriamiento en los últimos 110 años relacionados con la variación del PDO (Fig. 5). Los cambios abruptos entre fases multidecadales son conocidas como cambios de régimen. El cambio de régimen mejor documentado en el Pacífico norte fue el ocurrido a mediados de la década de los 1970, con una fuerte señal en variables físicas y biológicas, incluyendo producción primaria, biomasa y distribución de las poblaciones de sardinas, anchovetas, salmones y calamares (Lluch-Belda et al. 1989; Ebbesmeyer et al. 1991; Mantua et al. 1997; Salvadeo et al. 2011). Estos cambios impactan las redes tróficas marinas y en última instancia afectan la distribución y la supervivencia de grandes pelágicos, como aves y mamíferos marinos, a lo largo de la costa de México, Estados Unidos y Canadá (Trites et al. 2007; Calambokidis et al. 2009; Salvadeo et al. 2011; Kerosky et al. 2012).

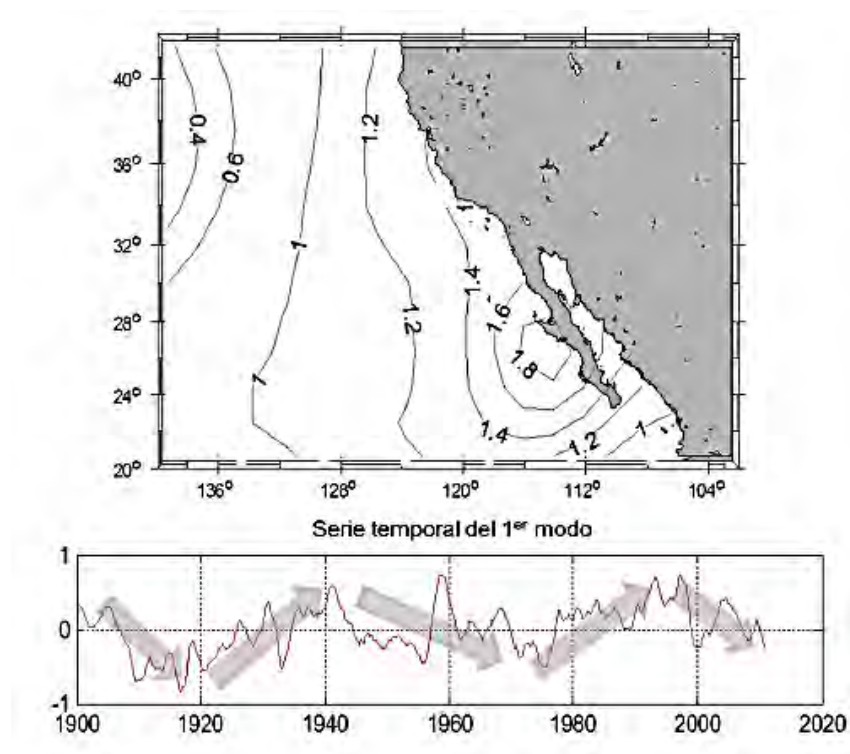


Figura 5: Patrón espacial y temporal del primer modo de variación del análisis de funciones empíricas ortogonales de las anomalías de la temperatura superficial del mar en la porción sur de la Corriente de California; las flechas grises representan la variación multidecadal del régimen; tomado de Salvadeo (2012).

III. Las caguamas del Golfo de Ulloa

La población estimada para el Pacífico Norte es de 335,000 animales, de los cuales aproximadamente 67,000 son juveniles de tallas grandes (Lewison et al. 2004). La caguama es una especie rara en el Pacífico Nororiental, excepto por las aguas próximas a las costas de la Península de Baja California y más precisamente el Golfo de Ulloa (Fig. 6 y 7), donde se ha estimado una población de entre 7,000 y 30,000 animales (Peckham et al. 2008), que nacen, igual que los juveniles que se distribuyen en la región Central del Pacífico Norte, en las costas de Japón (Villanueva 1991; Bowen 1995; Nichols et al. 2000; Peckham and Nichols 2003; Seminoff et al. 2004 2006; Etnoyer et al. 2006; Peckham et al. 2008).

En los últimos años se ha observado un incremento en el tamaño de los organismos que varan en las playas del Golfo de Ulloa (Ver Fig. 5 de Peckham et al. 2008) que, al compararlos con animales capturados incidentalmente en el Pacífico Sur o varados en las áreas de reproducción japonesas, sugiere que se tratarían de juveniles y sub-adultos próximos a madurar (Fig. 8). Apoyaría esta idea el hecho que estos animales utilizan principalmente la zona nerítica para alimentarse (Fig. 6 y 7), así como el amplio rango de edades de los animales varados que va de los 6 a los 31 años (Bickerman 2011). Sin embargo, estudios sobre la maduración gonádica de animales varados, dan cuenta que independientemente de la talla del caparazón, todos los individuos presentaron características típicas de púberes inmaduros, con una proporción de sexos de 4 hembras por cada macho (Rossi 2009).

Estudios sugieren que estos juveniles presentan una elevada fidelidad al sitio, con una preferencia por la zona sur del Golfo de Ulloa (Fig. 6) y una residencia prolongada que puede ser de hasta 10 años en promedio antes de retornar a sus áreas de anidación y alimentación adulta en aguas neríticas del Pacífico Occidental (Nichols et al. 2000; Peckham and Nichols 2003; Seminoff et al. 2004; Etnoyer et al. 2006; Peckham et al. 2007, 2011). Su migración transoceánica es de aproximadamente 12 mil km, nadando en contra de las corrientes predominantes a lo largo de dos frentes convergentes identificados por satélite con datos de temperatura superficial del mar, clorofila y corrientes geostroficas (Nichols et al. 2000; Polovina et al. 2004; Howell et al. 2010). Durante este trayecto las tortugas se alimentan de forma oportunista del macroplankton que se acumula superficialmente en los frentes oceánicos que se forman en los bordes de los giros oceánicos (Polovina et al. 2004; Howell et al. 2010).

ANEXO I. Estado del arte

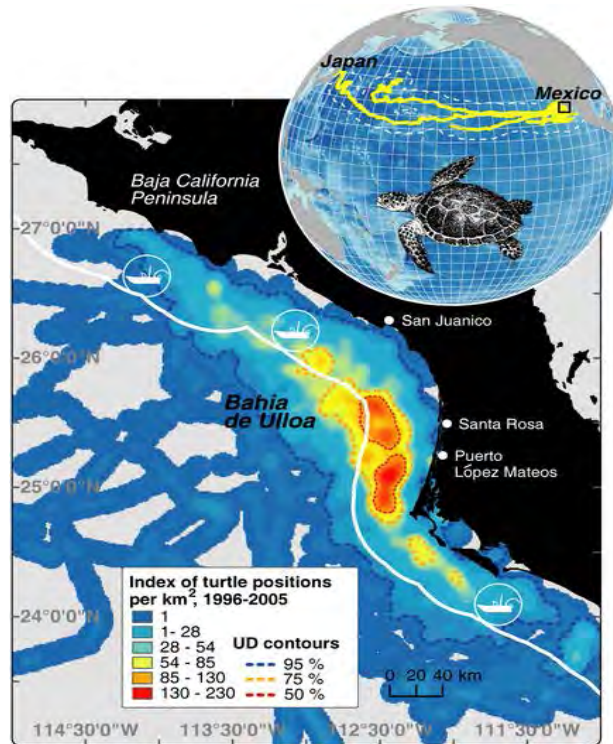


Figura 6: Ruta migratoria transoceánica de retorno de juveniles hacia sus áreas de reproducción (arriba derecha) y uso de hábitat de juveniles frente a las costas de la Península de Baja California (posición por km²); línea blanca: área de pesca de la flota ribereña; tomado de Peckham et al. (2007).

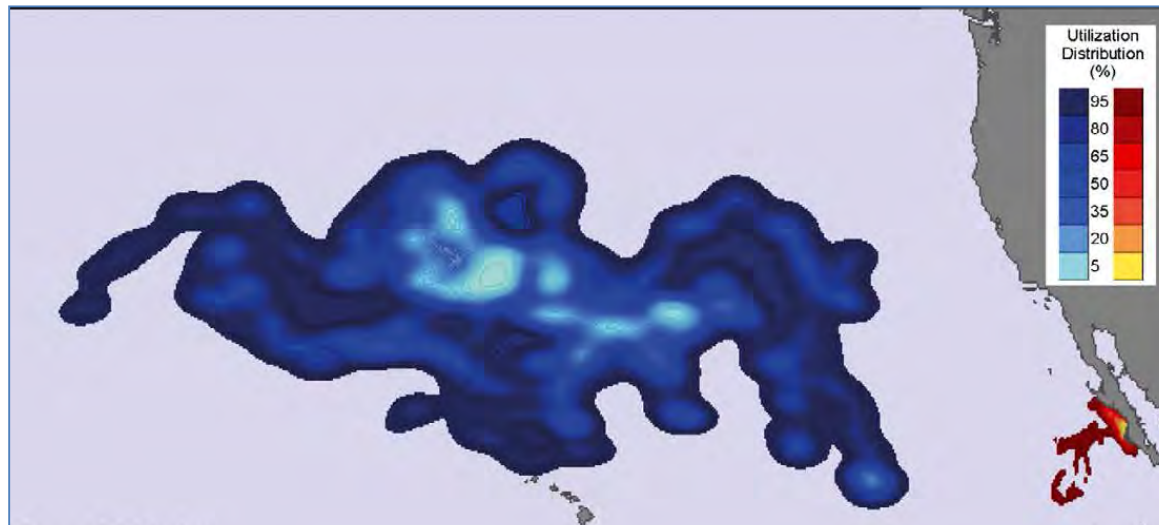


Figura 7: Uso de hábitat de juveniles de la Península de Baja California (Rojo) y del Pacífico Central (azul); tomado y modificado de Peckham et al. (2011).

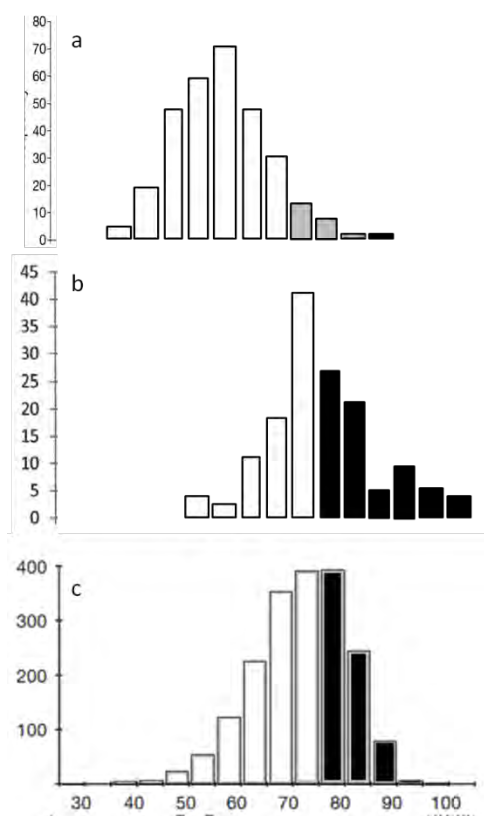


Figura 8: Frecuencia de tallas de: a) organismos juveniles (blanco), sub-adultos (gris) y adultos (negro) capturados incidentalmente por artes de pesca frente a las costas sudamericanas pertenecientes a la población del Pacífico Sur, tomado y modificado de Alfaro-Shigueto et al. (2008); b) organismos inmaduros (blanco) y maduros (negro) varados en playas de Japón, tomado y modificado de Moriya (2010); y c) de organismos inmaduros (blanco) y maduros (negro) varados en el Golfo de Ulloa del 2003 al 2007, tomado y modificado de Peckham et al. (2008), para el estadio de madurez sexual se tomo en cuenta las tallas reportadas por Moriya (2010).

En relación a su alimentación, estos organismos consumen principalmente presas con hábitos bento-pelágicos y peces que son descartados por las pesquerías ribereñas que operan en la zona (Tabla 3); también incluyen en su dieta presas con hábitos exclusivamente bentónicos pero en muy bajos porcentajes (Tabla 3). Su alimentación pelágica sería exclusivamente sobre la fase pelágica de la langostilla (Tabla 4), especie muy abundante en aguas del Golfo de Ulloa (Wingfield et al. 2011), que se acumula superficialmente en las zonas de convergencia de frentes y giros oceánicos, ambiente

ANEXO I. Estado del arte

pelágico que comparte con grandes cetáceos como la ballena azul (Etnoyer et al. 2006; Baley et al. 2009), mientras que su alimentación bentónica sería sobre la fase bento-pelágica de la langostilla (Tabla 4), que se acumula durante el día sobre la plataforma continental formando densos enjambres (David Aurióles com. pers.), lo que facilitaría su captura.

Tabla 3: Contenido estomacal de tortugas caguamas capturadas en el Golfo de Ulloa; el porcentaje de las principales presas es en relación al número de veces que dicha presa aparece en el total de estómagos muestreados en cada periodo; hábitat pelágico (P) y bentónico (B); Descartes se refiere a especies de peces descartadas por la pesquería ribereña.

años	N. de estómagos	Principales presas (%)	referencia
1986-1988	18	<i>Pleuroncodes planipes</i> (100%) hábitat P-B	Villanueva 1991
	1	<i>Squilla tiburonensis</i> (100%)* hábitat B	
1998-2000	9	<i>Pleuroncodes planipes</i> (100%) hábitat P-B	Peckham & Nichols 2003
		<i>Callinectes</i> sp (solo restos en un estomago) hábitat B	
2003-2007	88	<i>Prionotus</i> spp. (30%) descartes	Peckham et al. 2011
		<i>Diplectrum</i> spp. (23%) descartes	
		<i>Pleuroncodes planipes</i> (14%) hábitat P-B	
		<i>Synodus</i> spp. (11%) descartes	
		<i>Platymera gaudichaudii</i> (6%) hábitat B	
		<i>Hemisquilla ensigera</i> (5%) hábitat B	

*fue el animal más grande capturado, con una talla de 74 cm

Tabla 4: Estadios de vida de la langostilla en el Golfo de Ulloa y zona oceánica adyacente; fuente: Aurióles-Gamboa 1992.

Etapas de vida	Edad aprox.	Tamaño cefalotórax	Hábitos	Ambiente
Larva-juvenil-sub-adulto	1er año	Hasta 17 mm	Pelágico	Nerítico-oceánico
Adulto	2do año	17-20 mm	Bento-Pelágico	Plataforma-talud
Adulto	3er año	32-34 mm	Bentónico	Plataforma-talud

Con respecto al aprovechamiento de los descartes de la actividad pesquera por parte de estos organismos durante la última década, son evidencia una vez más de los hábitos oportunistas y la plasticidad de la especie. Este cambio en su dieta, sumado al ambiente altamente productivo del Golfo de Ulloa (BAC) y el fácil acceso al alimento, les daría una ventaja poblacional frente a los juveniles que se distribuyen en aguas oligotróficas del Pacífico Norte central, o que les proporcionaría un aumento en su tasa de crecimiento y por ende un mayor potencial reproductivo cuando llegue al estado adulto (Peckham et al. 2011).

Es interesante considerar el cambio de una alimentación conformada principalmente por crustáceos a una piscívora (Tabla 3); pues en ese sentido, se han registrado cambios similares en la dieta de caguamas jóvenes en la costa este de los Estados Unidos, relacionados con la disminución secuencial de sus principales presas debido a su extracción por actividades pesqueras (Seney y Musick 2007). Para el caso de los animales que se distribuyen en el Golfo de Ulloa, no se puede atribuir este cambio de dieta a una disminución de la langostilla producto de la actividad extractiva, ya que esta especie no es blanco de ningún tipo de actividad pesquera en la región. En ese sentido se plantean tres hipótesis: 1) el cambio en la dieta es producto de cambios en la abundancia y distribución de la langostilla relacionados con la variabilidad climática (cambio por necesidad); 2) el cambio en la dieta es producto de cambios oportunistas de comportamiento alimenticio de las tortugas (cambio por oportunismo); y 3) una conjunción de las dos anteriores.

Con respecto a la variación natural del ambiente, aparentemente existe una estacionalidad en avistamientos de caguamas realizados en aguas costeras del Golfo del Ulloa y en censos de animales varados en la playa occidental de Isla Magdalena; ambos conjuntos de datos sugieren que estos animales están presentes todo el año, con una mayor abundancia cerca de la costa en los meses de primavera verano y otoño, con un pico en los meses de julio y agosto (Fig. 9).

ANEXO I. Estado del arte

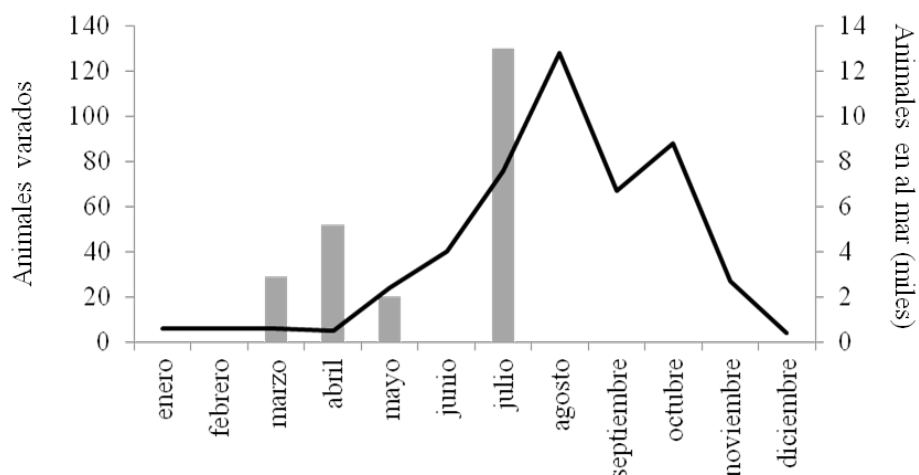


Figura 9: Promedio de tortugas caguamas varadas durante censos de en la playa occidental de Isla Magdalena (línea negra; Peckham et al. 2008) y tortugas caguamas observadas durante censos en el mar en la región (barras grises; Villanueva 1991)

La información mencionada coincide con las observaciones de Mercuri (2007), que utilizando variables físicas (índice de surgencias y temperatura superficial del mar) y biológicas (concentración de clorofila “a”, captura de sardinas y varamientos de mamíferos marinos) para sus análisis, observó una estacionalidad muy marcada, con todas las variables acopladas por su relación de fases, describiendo la progresión y dinámica del sistema ecológico (ver Fig. 4), sugiriendo que el ritmo e intensidad de los varamientos en la zona, pueden explicarse como un reflejo de la abundancia-mortalidad de mamíferos marinos en el área, relacionada a su vez a los pulsos de productividad del ecosistema marino adyacente. A partir de observado, no podemos descartar que la estacionalidad observada en la presencia de caguamas en el mar y en sus varamientos, no esté fuertemente relacionada con la estacionalidad del ecosistema de surgencias del Golfo de Ulloa.

Otro aspecto a tener en cuenta es el cambio estacional en la abundancia y disponibilidad del alimento de las tortugas caguamas; como se mencionó con anterioridad, la langostilla es uno de los principales ítems en su dieta, alimentándose de la fase pelágica y bento-pelágica, esta última sobre la plataforma continental por su fácil

acceso y captura al concentrarse en el fondo, debido a sus movimientos circadianos. En ese sentido, la langostilla presenta una estacionalidad bien marcada en su abundancia sobre la plataforma continental, retirándose paulatinamente hacia zonas más profundas, llegando a desaparecer completamente de los primeros 100 metros de profundidad hacia finales del verano-otoño. Llama la atención la coincidencia temporal entre una mayor presencia de animales cerca de la costa (inferido a partir de sus avistamiento y varamientos) y la retirada de la langostilla de la plataforma continental (Fig. 10), lo que sugiere que las tortugas se aproximan a la costa en busca de alimento, cuando este escasea debido a sus movimientos estacionales costa-talud continental.

Este ciclo estacional hipotético sería así: hacia finales del verano-otoño las tortugas comenzarían a desplazarse fuera de la costa atraídas por la recolonización de la plataforma continental (columna de agua y bentos) de la langostilla, ya para el invierno y primavera tendrían su distribución más oceánica, con algunos animales (los de menor talla), alimentándose en la zona frontal reportada por Etnoyer et al. (2006), y el resto (los de mayor talla) con una alimentación bentónica. Durante la primavera y principios del verano los animales continuarían con la alimentación bento-pelágica alejados de la costa y sacarían ventaja, junto a otros grandes pelágicos (Etnoyer et al. 2006; Mercuri 2007), de la productividad global originada a partir del pulso productivo de las surgencias de primavera y principios del verano (ver Fig. 4). Ya avanzado el verano y con la caída de la productividad primaria y el comienzo de la migración de la langostilla hacia zonas más profundas, las caguamas comenzarían a moverse nuevamente hacia la costa en busca de alimento y es durante este periodo crítico que los animales aprovechan los descartes de la pesquería, aumentando la interacción con los artes de pesca. Con la llegada del invierno, se vuelve a reiniciar el ciclo gracias a la recolonización de la plataforma continental por parte de la langostilla.

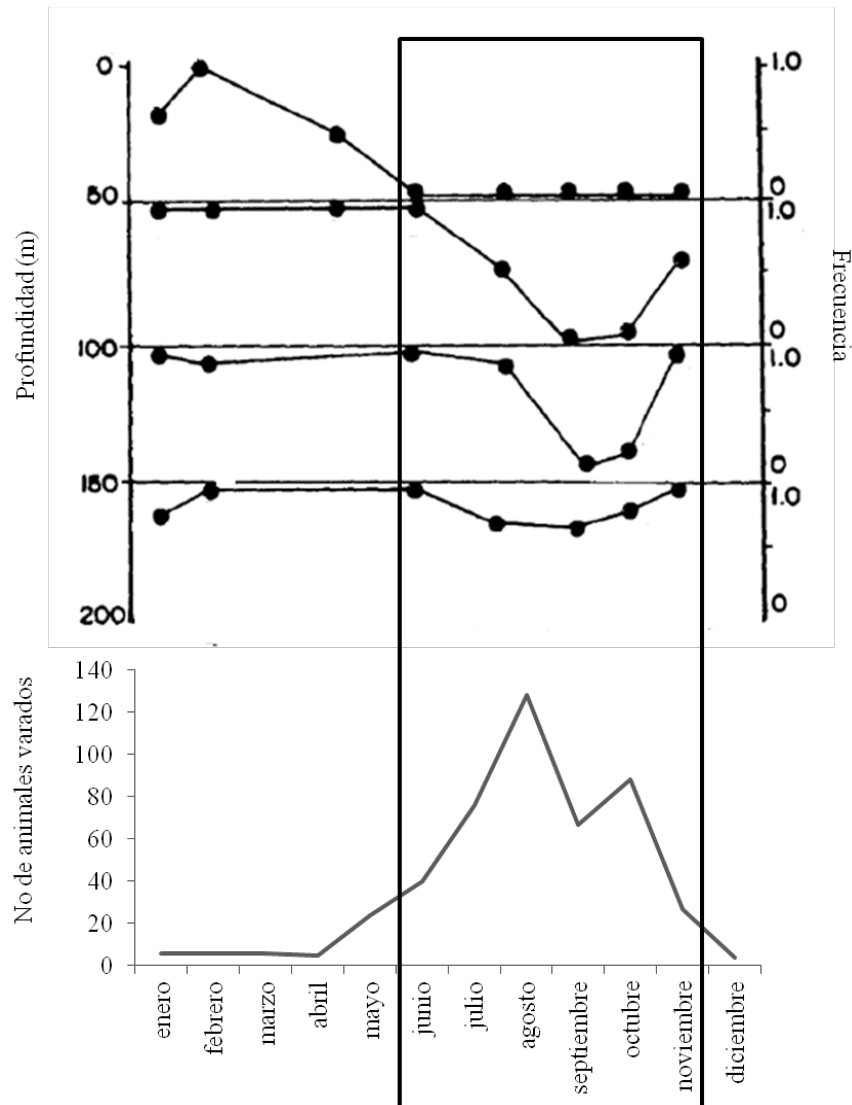


Figura 10: Frecuencia mensual de observación de langostilla a diferentes profundidades sobre la plataforma continental en el Golfo de Ulloa (arriba; tomado y modificado de Auriolles et al. 1992) y número de caguamas varadas en la playa occidental de Isla Magdalena (Peckham et al. 2008).

Con respecto a la variabilidad climática de mayor escala, como la interanual del ENSO o la decadal del PDO, aun no existen trabajos publicados sobre los efectos de estas escalas de variación sobre la ecología o biología de las caguamas en aguas del Golfo de Ulloa. Esta falta de bibliografía se debe más a la falta de estudios que describan estos efectos, a que estos no existan. En ese sentido, en las costas de California se ha observado un aumento en la frecuencia de animales varados o capturados

incidentalmente en artes de pesca durante los eventos cálidos de El Niño (Allen et al. 2013), lo que sugiere un cambio hacia el norte en la distribución de caguamas (animales de las aguas costeras de la península de Baja California moviéndose hacia las costas de California), tal y como se ha observado en numerosas especies de crustáceos, peces y mamíferos marinos, incluyendo la langostilla que se ha observado tan al norte como la Bahía de Monterey (Lluch-Belda et al. 2005). Sin embargo estudios recientes con isótopos estables refutan dicha hipótesis y revelan que las tortugas capturadas incidentalmente en las costas californianas durante anomalías cálidas, provienen del centro del Pacífico Norte y no de la Baja California como se esperaría (Allen et al. 2013). Reafirma estas observaciones, el hecho de que sólo 2 de las 54,655 trayectorias satelitales de tortugas del Pacífico Centro Norte incluyan las costas californianas, las cuales ocurrieron hacia finales del evento de El Niño de 1998. Además, de 40 tortugas con transmisores satelitales marcadas en aguas de Baja California, ninguna viajó hacia el norte hasta las costas californianas (Peckham et al. 2011; NMFS 2013).

Con respecto a la variación de menor frecuencia como la decadal del PDO o la oscilación multi-decadal del Atlántico Norte (AMO), se ha observado que tanto la población del Pacífico Norte (población a la cual pertenecen los juveniles del Golfo de Ulloa) como la del Atlántico Noroeste, se sincronizan regionalmente con la variación climática de baja frecuencia del PDO y AMO respectivamente (Van Houtan & Halley, 2011). Se ha observado que hasta un 88% de los cambios demográficos observados en las últimas décadas, pueden explicarse a través de modelos sobre reclutamiento de juveniles, donde se incluye la variabilidad climática decadal como forzante; además estos modelos proporcionan predicciones futuras de ambas poblaciones, basadas en los cambios demográficos históricos. Los modelos son sobre el reclutamiento de juveniles, por ser el segmento más numeroso de la población y posiblemente los factores que regulan su supervivencia y reclutamiento como adultos, parecen tener un papel dominante en las tendencias demográficas a largo plazo.

A partir de los resultados de los modelos, los autores concluyen que tanto en el Pacífico como en el Atlántico Norte las condiciones climáticas de baja frecuencia,

podrían haber sido un factor importante en los descensos poblacionales observados en los últimos años y sugieren una disminución en sus números poblacionales hasta el 2040 para la población del Pacífico Norte y un aumento para la población del Atlántico (Fig. 11). Los autores resaltan que estos resultados no exoneran a los impactos antropogénicos (pesca, destrucción de hábitat para desove, etc), pero ponen de manifiesto la importancia de estos procesos de control poblacional y recomiendan que estudios futuros deben de considerar al ambiente en las evaluaciones sobre vulnerabilidad, variabilidad y resiliencia de las poblaciones de tortugas marinas.

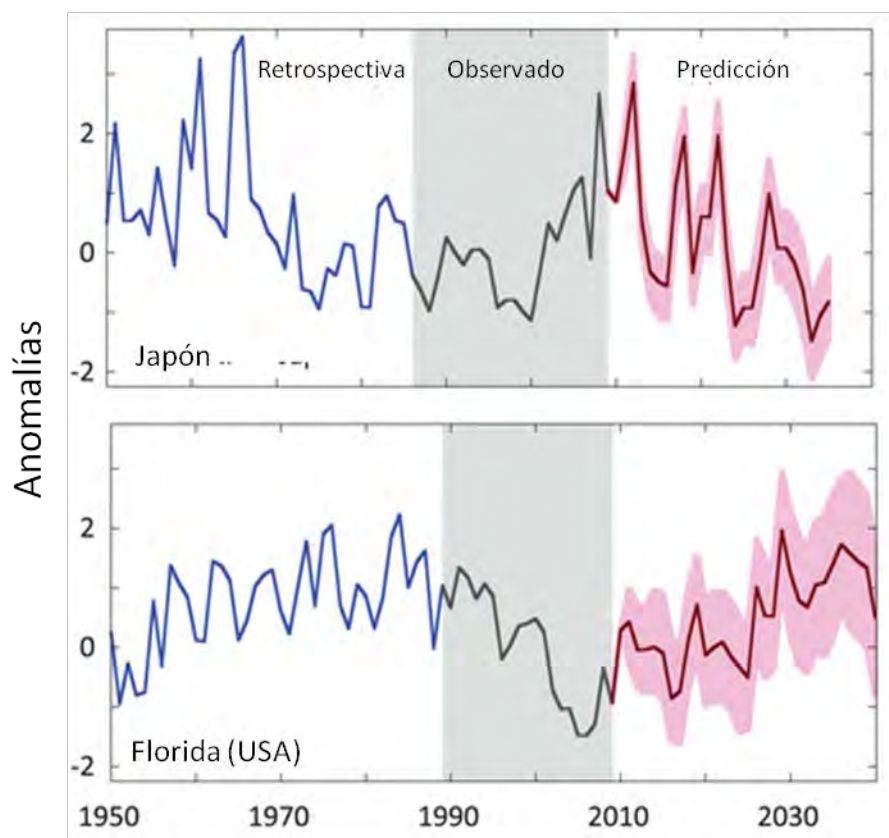


Figura 11: Anomalías en el número de nidos de caguamas en áreas de anidación de la población del Pacífico Norte y del Atlántico Noroeste tomado y modificado de Van Houtan & Halley (2011).

Varamientos masivos en el Golfo de Ulloa

Como consecuencia de los numerosos reportes de varamientos masivos de tortugas y mamíferos marinos reportados en la playa occidental de la Isla Magdalena o playa San Lázaro, durante el 2000 se inició una metodología para el registro sistemático de los mismos. Estos registros se realizaron durante viajes de prospección en la playa occidental de la Isla Magdalena desde la localidad Boca de la Soledad hasta Cabo San Lázaro (Fig. 12). Esta playa tiene una extensión de 54 km y se puede recorrer en una motocicleta para arena en aproximadamente 3 horas, incluyendo las paradas para toma de datos y muestras. Los viajes de prospección se efectuaron una vez por semana como mínimo en los meses donde se observaron el mayor número de varamientos (abril-septiembre) y mensuales el resto del año entre el año 2000 y el 2011. Los recorridos y toma de datos fueron realizados por técnicos capacitados de Puerto López Mateos, asistido en algunas temporadas por estudiantes e investigadores del CICIMAR y UABCS como parte de un programa de monitoreo. Para cada registro de varamiento se tomaron los siguientes datos: fecha, posición geográfica con GPS, distancia (en km) desde Boca de la Soledad, especie de tortuga o mamífero marino, tamaño del animal, estado de descomposición, sexo, observaciones particulares como presencia de marcas de redes de pesca o mutilación de aletas por ejemplo. Además se tomaron fotografías de cada animal varado y se los marcó visiblemente para evitar el remuestreo. Con estos datos se realizaron varias tesis y publicaciones sobre mamíferos marinos y tortugas que describen los patrones de varamientos observados y tratan de explicar sus posibles causas e impactos sobre las poblaciones.

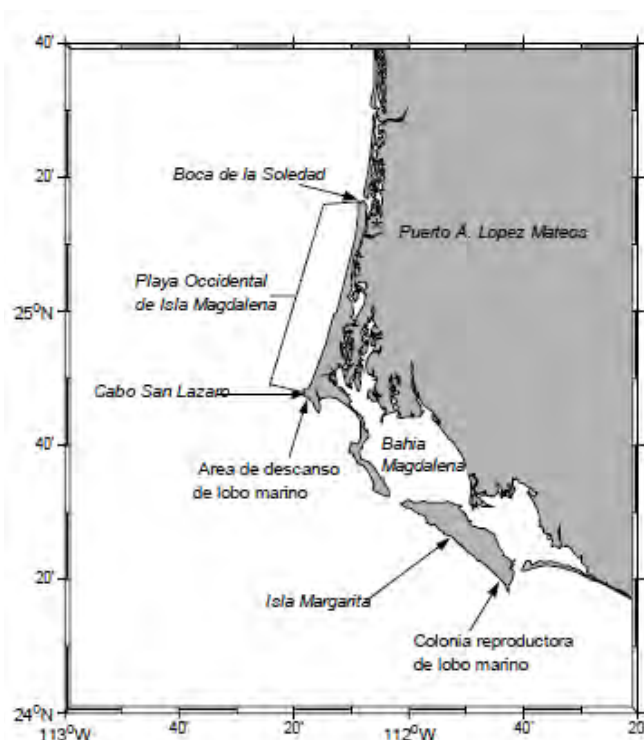


Figura 12: Área de estudio de varamientos; tomado y modificado de Mercuri 2007.

Mamíferos marinos

Mercuri (2007) reporta de julio de 2003 a julio de 2006 un total de 602 mamíferos marinos varados; el 65% correspondieron a pinnípedos y el 35% a cetáceos (Tabla 5). Debido a la fuerte estacionalidad observada (Fig. 12) y a la baja incidencia de animales con marcas que denoten una interacción con actividades humanas (se discute adelante), la autora enfocó su estudio bajo la hipótesis que los varamientos de mamíferos marinos están asociados a ritmos de productividad del ecosistema en el que habitan. Para ello utilizó las siguientes variables para su análisis: índice de surgencias, concentración de clorofila-a, temperatura superficial del mar y capturas de sardina en Bahía Magdalena, buscando que las variables seleccionadas fuesen independientes y que cada una describiera un proceso físico o biológico por separado. Sus resultados muestran que tanto la tasa de varamientos, como los factores físicos y biológicos, presentaron una estacionalidad muy marcada.

ANEXO I. Estado del arte

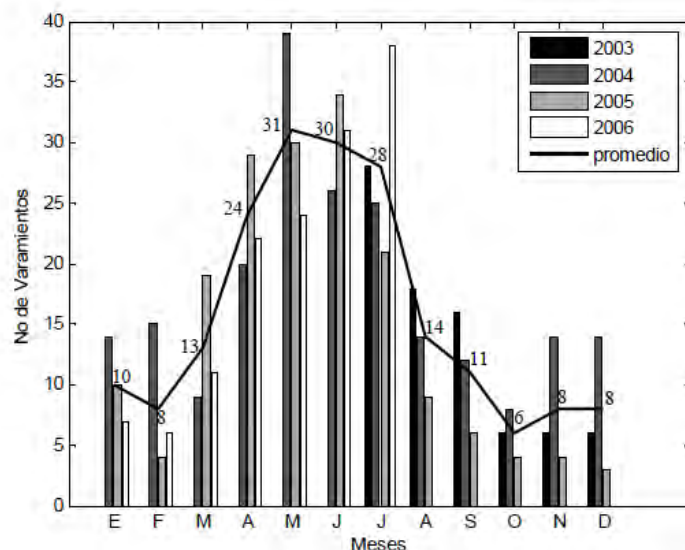


Figura 12: Frecuencia de varamientos durante los meses del año desde julio 2003 a julio 2006 y su promedio; tomado de Mercuri et al. (2007).

Todas las variables quedaron acopladas por su relación de fases describiendo la progresión y dinámica del sistema y su sucesión ecológica (1^{ro} surgencia, 2^{do} productores primarios, 3^{ro} pelágico menores y por último los predadores tope), por lo que realizó un modelo estacional conceptual (ver Fig. 4). El ciclo estacional descrito anteriormente explicó el 80% de la varianza total de los varamientos. Los residuos a la componente estacional se explicaron en gran medida por su correlación con eventos interanuales, de manera que la varianza total explicada por el modelo resultó ser de un 93%. Los resultados expuestos sugieren que el ritmo e intensidad de los varamientos en la zona pueden explicarse como un reflejo de la abundancia-mortalidad de mamíferos marinos en el área, relacionada a su vez, a los pulsos de productividad del ecosistema marino adyacente.

Tabla 5: Número de mamíferos marinos varados en la playa occidental de Isla Magdalena desde julio del 2003 hasta julio del 2006; tomado de Mercuri et al. (2007).

	Pinnípedos	Cetáceos	Total
2003 (jul-dic)	50 (63%)	30 (37%)	80

ANEXO I. Estado del arte

2004 (ene-dic)	150 (71%)	60 (29%)	210
2005 (ene-dic)	114 (66%)	59 (34%)	173
2006 (ene-jul)	80 (57%)	59 (43%)	139
Total	394 (65%)	208 (35%)	602

En el mismo estudio, para analizar la interacción de mamíferos marinos con actividades pesqueras en el área de estudio, se determinó la proporción de mamíferos marinos varados que presentaron marcas que evidenciaban una interacción antropogénica (marcas de redes de pesca, mutilación de aletas, huellas de bala, lesión en los tejidos por agentes mecánicos o “traumatismo”). También se comparó la temporalidad de los varamientos con la temporalidad de las pesquerías que se llevan a cabo en la región (camarón, almeja, sardina, langosta, escama y tiburón), con el fin de observar si se presentaba una relación. Como se observó que algunas marcas (de enmalle por ejemplo) se pierden cuando el estado de descomposición de los animales es avanzado, se determinó la proporción de animales con marcas aplicando 4 criterios diferentes de selección y análisis de los animales varados teniendo en cuenta el estado de descomposición de los animales y el origen de los datos a evaluar (varamientos o fotos, para mayor información ver metodología en Mercuri et al. 2007).

Se reportaron un total 26 individuos con marcas de interacción con pesquerías, representando entre un 4% y un 16% del total de individuos varados, dependiendo del criterio usado para el análisis. La autora hace notar que de los 26 organismos con marcas de interacción con pesquerías, 22 (85 %) aparecieron durante los meses de mayo, junio y julio, coincidiendo con los meses en que opera la pesca de escama y sardinas (Tabla 6; Fig. 13). Con estos resultados se pudo detectar el efecto de la pesca de escama en los meses de verano sobre la comunidad de mamíferos marinos en el área, considerándose de nivel moderado (14-16%).

Tabla 6: Temporadas de pesca de los principales recursos pesqueros en la región del Golfo de Ulloa; esfuerzo pesquero bajo (gris) y alto (negro) y nulo (blanco); fuentes:

ANEXO I. Estado del arte

Casas-Valdez y Ponce-Díaz, (1996); Mercuri (2007); Ramírez Rodríguez et al. (2010).

Recurso (arte de pesca)	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Escama y tiburón (redes y palangres)												
Langosta (trampas)												
Almeja (manual buceo)												
Abulón (manual buceo)												
Camarón (redes de arrastre)												
Sardina (redes de encierro)												

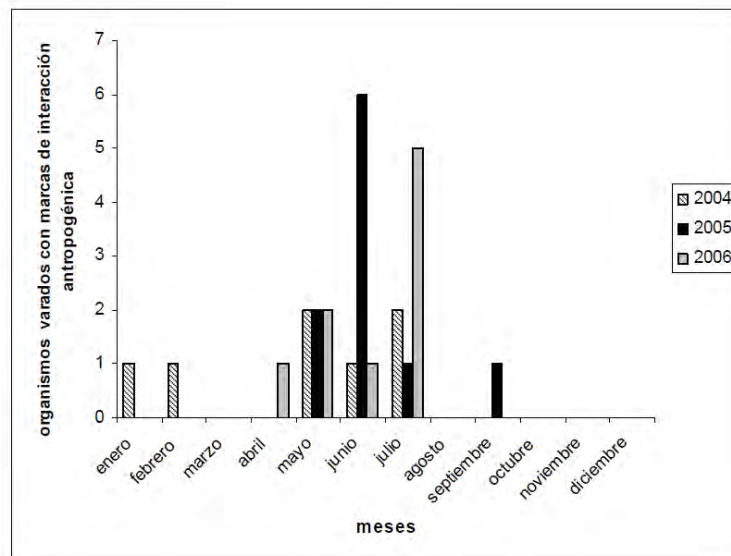


Figura 13: Temporalidad de los varamientos con evidencias de interacción antropogénica; Tomado de Mercuri 2007.

Caguamas

Junto con los varamientos de mamíferos marinos, también se registraron los varamientos de tortugas marinas, al respecto se han publicado cuatro artículos donde se reporta y se discute específicamente la problemática de los varamientos y la pesquería en el Golfo de Ulloa (Koch et al. 2006 2013; Peckham et al. 2007; 2008), mientras que otros autores no discuten directamente esta problemática pero si discuten aspectos relacionados con la misma como su impacto a nivel poblacional (Wallace et al. 2010;

2013) o evalúan algunos parámetros poblacionales de los animales varados como su estado de salud, metales pesados, toxinas y alimentación (Romero et al. 2008; Rossi 2009; Aguirre et al. 2011; Ley-Quíñonez et al. 2011; Peckham et al. 2011). A su vez también existen trabajos donde evalúan la modificación de los artes de pesca para disminuir la captura incidental (Maldonado et al. 2006; Gaos et al. 2009; Wang et al. 2010; INAPESCA 2012).

De la costa occidental del estado de Baja California Sur, el análisis de los reportes indican que el área de mayor incidencia de varamientos de tortugas durante el 2010 y 2011, fueron las playas de la región sur del Golfo de Ulloa (Fig. 14), con 514 tortugas (87%) de un total de 594 animales varados, seguido de Guerrero Negro (Isla arena) con 56 (9% del total), donde se observó un cambio latitudinal en la composición de especies con tortugas prieta (*Chelonia mydas*) varando principalmente en el norte y caguamas en el sur del Golfo de Ulloa (Fig. 14), con el 95% de los varamientos de caguamas. Cabe señalar que la concentración de los varamientos de caguamas en el sur del Golfo de Ulloa está más relacionado con cambios en la distribución, que con diferencias espaciales en la intensidad y tipo de arte de pesca, mostrando claramente la importancia de la zona para la conservación de la especie (Koch et al. 2013). En ese sentido se han observado aproximadamente más de 3,000 caguamas varadas en la zona desde el año 2000, con un promedio de 340 tortugas al año, con un máximo de 941 caguamas varadas en 2006 y un mínimo de 64 entre 2000 y 2002 (Tabla 7). Cabe señalar que en 2012 hubo un aumento de aproximadamente 600% en los varamientos de caguamas, con relación al promedio observado entre 2003 y 2011. Se cree que este aumento se produjo por la conjunción de varios factores, como la implementación de una veda para el tiburón entre los meses de junio y julio, lo que instó a los pescadores de tiburón a trasladar su esfuerzo a la pesquería de escama de fondo, con el consecuente resultado catastrófico, aunado a que las condiciones oceanográficas fueron favorables, para que una gran cantidad de tortugas se agregaran en la misma área de pesca (Esliman-Salgado y Peckham 2013).

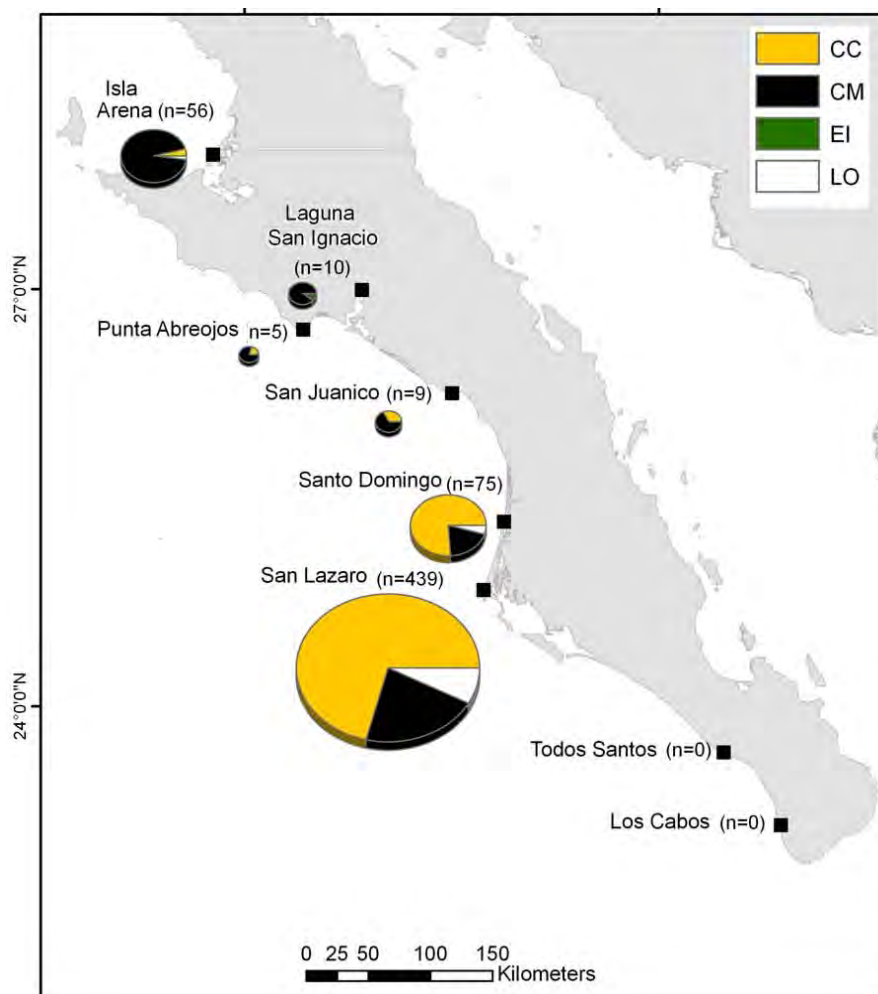


Figura 14: Numero de tortugas marinas varadas en la costa occidental de BCS durante el 2010 y 2011; especies: *Caretta caretta* (CC), *Chelonia mydas* (CM), *Eretmochelys imbricata* (EI) y *Lepidochelys olivacea* (LO); tomado y modificado de Koch et al. 2013.

Tabla 7: Numero de caguamas varadas en Playa San Lázaro y Santo Domingo

	Caguamas varadas	Fuente
2000-2002	103 ± 39	Koch et al. 2006
2003	394	Peckham et al. 2008
2004	220	Peckham et al. 2008
2005	368	Peckham et al. 2008
2006	941	Peckham et al. 2008
2007	462	Peckham et al. 2008

ANEXO I. Estado del arte

2010-2011	370	Koch et al. 2013
Total observado 2000-2011	3064	

Los varamientos de caguamas presentaron una estacionalidad bien marcada, con más del 60% de los varamientos entre los meses de mayo a septiembre (Fig.15), coincidiendo en tiempo con el mayor esfuerzo pesquero para escama (Tabla 6), razón por la cual esta actividad es considerada como la causa principal de la mortandad masiva y posterior varamiento de tortugas durante el verano (Koch et al. 2006; 2013; Peckham et al. 2007; 2008). Con respecto a la estacionalidad presentada por los varamientos de mamíferos marinos, se observa claramente un desfase temporal de algunos meses entre los máximos de ambos grupos (Fig. 16), pues los varamientos de tortugas tuvieron una mayor incidencia cuando cae la productividad del ecosistema del Golfo de Ulloa (Fig. 4), los mamíferos marinos dejan el área (Mercuri, 2007) y la langostilla se retira de la plataforma hacia el talud continental (Auriolles 1992). En esta fase el ecosistema entró en un periodo crítico en cuanto a disponibilidad de alimento, obligando a las tortugas a buscar alimento más cerca de la costa y, aumentando con esto, la probabilidad de varar y de interaccionar con los artes de pesca.

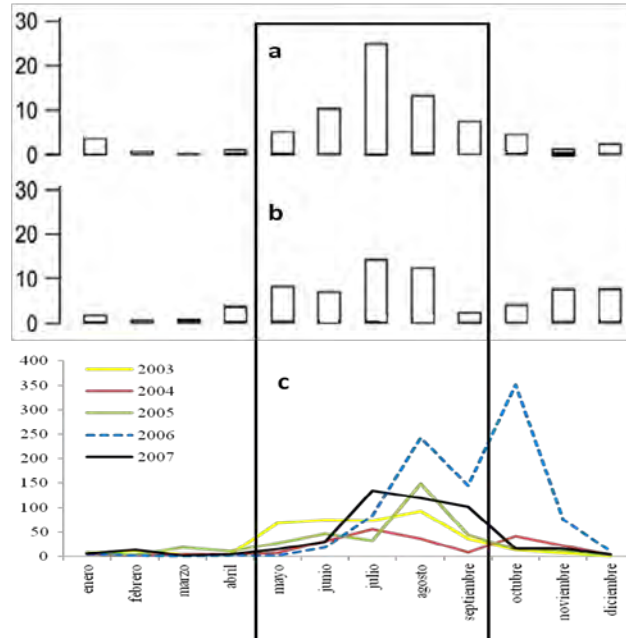


Figura 15: Proporción mensual de varamientos con respecto al total en a) Santo Domingo (n = 75) y b) en playa San Lázaro (n = 439) durante el 2010 y 2011; y c) número de

animales varados por mes en Playa San Lázaro de enero del 2003 a diciembre del 2007; tomado y modificado de Koch et al. (2013) y Peckham et al. (2008)

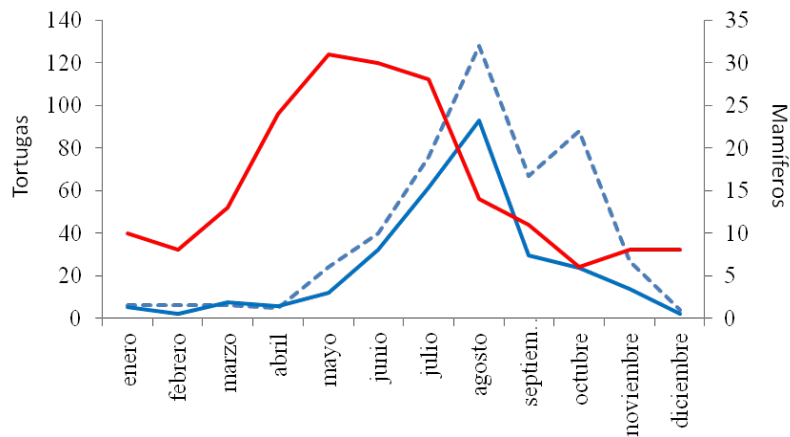


Figura 16: Número de tortugas caguamas (azul) y mamíferos marinos (rojo) varados por mes en Playa San Lázaro de julio del 2003 a Julio del 2006 (líneas solidas); y caguamas varadas por mes en Playa San Lázaro de enero del 2003 a diciembre del 2007 (línea punteada); tomado y modificado de Mercuri (2007) y Peckham et al. (2008)

Llama la atención la elevada cantidad de varamientos ocurridos en el 2006 (Fig. 15 y 16), especialmente en el mes de octubre que varan mucho más animales ($n = 352$) que durante todo el año 2004 ($n = 220$). Al respecto Peckham et al. (2008) menciona que la pesquería de escama (señalada como la principal responsable de los varamientos), en este caso particular no podría ser la responsable, ya que desde mediados de septiembre los pescadores cambian sus sitios de pesca hacia áreas donde se ha observado que la captura incidental es nula y propone dos posibles hipótesis: la primera como consecuencia de un evento de mareas rojas en la región y la segunda como consecuencia del accionar en mar adentro de flotas palangreras industriales de altura, con mayor capacidad de esfuerzo pesquero. Sobre la primera parece poco probable pues las mareas rojas no son un evento raro en el Golfo de Ulloa y que nunca se ha reportado tal cantidad de animales varados muertos; además se les hicieron las necropsias correspondientes a 12 animales y no se halló una causa en común; por lo que se inclinó por la segunda hipótesis debido al reporte de barcos de altura pescando en altamar, observados desde un avión que estaba buscando tortugas en el área.

Al respecto, la actividad de barcos de altura pescando dentro del Golfo de Ulloa es una actividad que ocurre normalmente en la región, con 5 a 15 barcos operando entre 10 y 100 km de distancia de la costa (Vögler-Santos et al. 2012; GTC-CONABIO 2012), por lo que otras podrían ser las causas. Cabe señalar que el mismo evento anómalo se observó también en mamíferos marinos, con un elevado número de varamientos fuera de lo normal durante el mes de octubre y noviembre del 2006, que incluyó a dos grandes ballenas barbadas (Auriolos y Mercuri com. pers.); lo que daría indicios de que podría tratarse de un evento más general que haya afectado a todo el ecosistema y no particularmente a las tortugas. En ese sentido para el año 2006 se ha observado un calentamiento anómalo en las aguas costeras y oceánicas frente a Bahía Magdalena con aproximadamente 2 grados por arriba de lo normal para los meses de julio y agosto (Fig. 17), fenómeno similar a lo que ocurre durante los eventos de El Niño. Al respecto Allen et al. (2013) reportan una captura incidental de caguamas en redes de enmalle frente a las costas de California para ese mismo año, debido al desplazamiento de caguamas procedentes del Pacífico Centro Norte, como consecuencia de los eventos de El Niño. Por todo lo anterior, es posible que la causa del elevado número de varamientos de tortugas y mamíferos marinos observados hacia finales del 2006, sea consecuencia del calentamiento anómalo observado a partir de la segunda mitad del año, asociado tal vez a la variación interanual del ENSO (Fig. 17), con la consiguiente caída de la productividad primaria y secundaria de las surgencias de primavera, que se ve agravada hacia finales de año cuando el ecosistema entra en su “periodo crítico” hacia finales del año, con la consiguiente escasez de alimento en toda la cadena trófica y por ende un aumento de la mortalidad natural de los animales, como ya se ha observado por ejemplo con ballena gris (Le Boeuf et al. 2000). Lo anterior no exime de influencia de este evento anómalo a la pesca industrial que opera en el área, pero hacen falta más estudios para determinar si la misma fue consecuencia de los cambios en el ambiente o que esta flota haya operado más cerca de la costa que lo habitual, por un cambio en la distribución del recurso como consecuencia del empobrecimiento del ecosistema oceánico, producto del calentamiento inusual de las aguas.

ANEXO I. Estado del arte

Las causas de la mortandad de los animales varados son inciertas, ya que no se han encontrado en los cadáveres heridas producidas por ataques de tiburones, ni restos de fibro-papilomas o tumores cancerígenos, ni signos de inanición prolongada. A su vez, en algunos casos, no se han encontrado rastros de acumulación de bio-toxinas en tejidos u otras enfermedades. En ese sentido, cabe señalar que determinar la causa de muerte de los animales se dificulta debido al elevado estado de descomposición de los mismos al llegar a la playa (Koch et al. 2006; 2013; Peckham et al. 2007; 2008). Sin embargo, con menos del 2% de los animales varados con marcas de interacción por pesquerías (Koch et al. 2006; 2013), la captura incidental y mortalidad por pesca es señalada como la principal causa de decesos y posterior varamiento de los organismos. Este supuesto se basa principalmente en la falta de evidencias claras de mortalidad, la superposición temporal de los varamientos con la temporada de pesca de escama (mayo-septiembre) y la elevada captura incidental y mortalidad observada en redes de enmalle y palangres (Koch et al. 2006; 2013; Peckham et al. 2007; 2008).

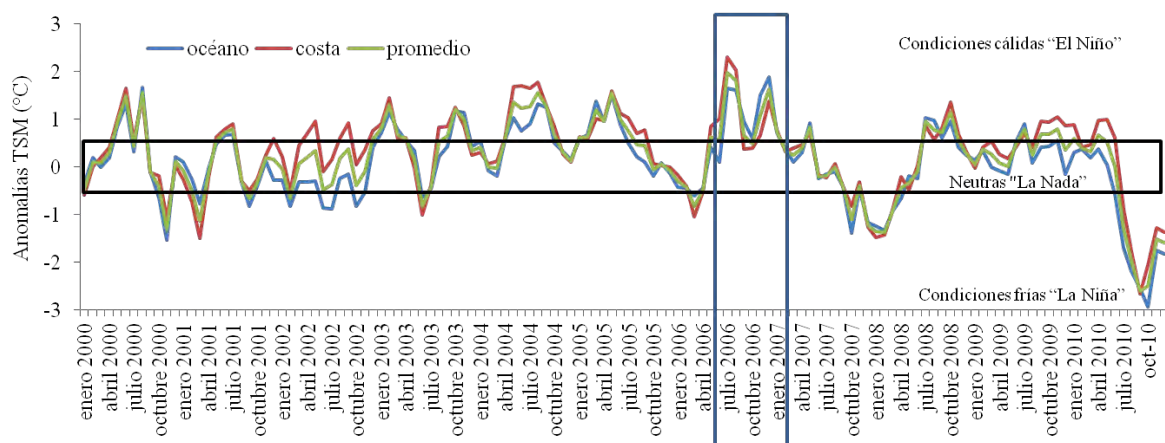


Figura 17: Anomalías de la temperatura superficial de mar con respecto al ciclo estacional observado; para mayor información sobre la metodología empleada ver Salvadeo (2012) y Salvadeo et al. (En prensa).

Un fenómeno similar al observado en el Golfo de Ulloa, se da en las costas de Carolina del Norte (costa este de los Estados Unidos); donde con una extensión de costa similar y una geografía muy parecida conformada por bahías, lagunas costeras y barras

arenosas, se presenta una elevada cantidad de varamientos de varias especies de tortugas a lo largo de toda la costa (5,182 animales entre 1995 y 1999), con algunos sitios puntuales donde se concentran la mayor cantidad de los mismos. Al igual que en el Golfo de Ulloa, los organismos dominantes en los varamientos en las playas externas (expuestas a mar abierto) fueron juveniles de caguama de tallas grades, (Chan 2004; Hart et al. 2006). Con una estacionalidad bien marcada y un pico en los meses de mayo y junio (Fig. 18), que se relacionó principalmente a cambios estacionales en los patrones de viento y corrientes (Hart et al. 2006). De forma similar a lo observado en el Golfo de Ulloa, las causas de mortalidad son inciertas, principalmente por el avanzado estado de descomposición de los animales. Llama la atención que tanto en el Golfo de Ulloa como en las costas de Carolina del Norte, sólo el 1.8 % del total de animales varados presentaron marcas relacionadas con actividades pesqueras (Chan 2004; Koch et al. 2013), sin embargo la pesquería con palangres y redes de arrastre son consideradas la principal causa de mortandad, aunque no la única (Chan 2004). Las numerosas similitudes entre ambas zonas plantea la necesidad de un contacto con los grupos científicos y sociales que estén trabajando en esa zona, para el intercambio de información e ideas respecto a la problemática en común.

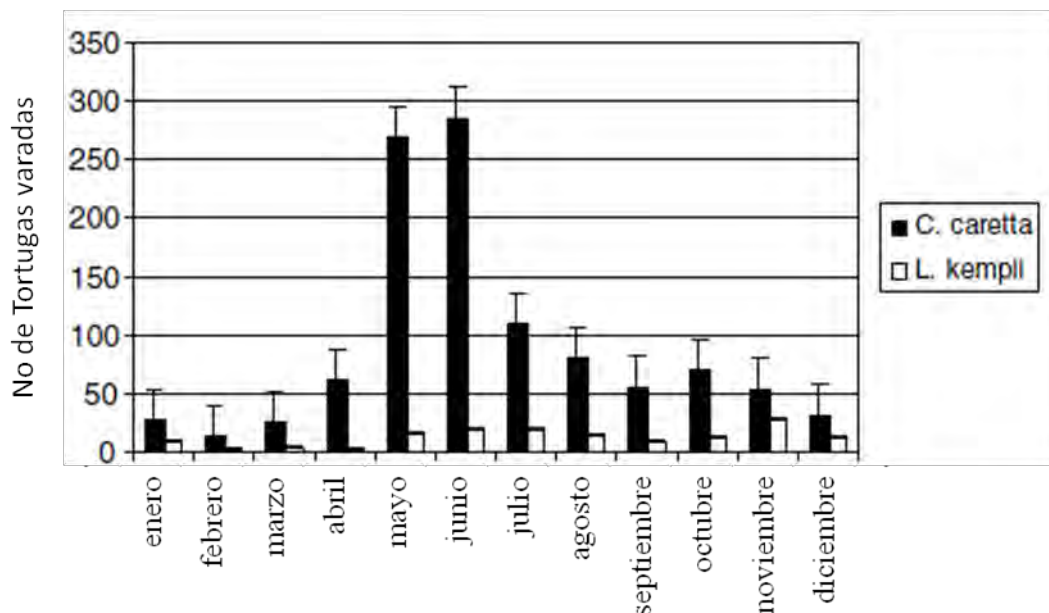


Figura 18: Número de tortugas caguamas varadas por mes en la costa externa de Carolina del Norte; las barras muestra el error de muestreo asociado; tomado y modificado de Hart et al. 2006.

Estudios de deriva con naranjas en el Golfo de Ulloa, dan cuenta que si los cuerpos descompuestos de tortugas con flotabilidad positiva derivan de manera similar a lo observado, los animales varados en Playa San Lázaro representarían entre un 4 a un 36% de los animales muertos en el mar (Koch et al. 2013), estudios similares en las costas de Carolina del Norte donde se incluyen más variables concluyen que los individuos varados representaron entre el 15 al 20% de los animales muertos en el mar y que la probabilidad de varamiento disminuye drásticamente con la distancia a la costa (Hart et al. 2006). Teniendo en cuenta el promedio general de animales varados por año en los últimos 12 años y asumiendo que estos representan un 20% de los animales muertos en el mar, esperaríamos que estén muriendo unas 1700 tortugas por año frente a las costas del Golfo de Ulloa.

IV. Interacción, mortalidad y mitigación de la captura incidental por pesca

Con respecto a la pesca incidental, esta ha sido catalogada como una de las principales amenazas para las poblaciones de macrofauna marina con un amplio rango de dispersión y complejos circuitos migratorios como tiburones, tortugas, aves y mamíferos marinos (Read et al. 2006; Dulvy et al. 2008; Wallace et al. 2010; 2013; Croxall et al. 2012; Lewison et al. 2012). Estas especies interactúan con distintos tipos de artes de pesca, ya que su amplia distribución abarca numerosas fronteras geopolíticas y regiones oceanográficas, que son utilizadas tanto por la pesca artesanal de pequeña escala, como por la pesquería industrial de gran escala, mismas que incluyen una amplia gama de métodos y artes de pesca (Wallace et al. 2008; 2010). La frecuencia de las interacciones (definido como números de encuentros accidentales con las artes de pesca que pueden provocar lesiones e incluso la muerte de los animales), dependerá de la

superposición espacio-temporal entre el hábitat crítico para una determinada especie, con la actividad pesquera (Wallace et al. 2010)

Los estudios sobre la captura incidental de algunos componentes de la macrofauna marina, han aumentado exponencialmente en los últimos años (Soykan et al. 2008), destacándose algunos casos con captura incidental extremadamente alta en áreas muy puntuales (p. ej. Peckham et al. 2007; Alfaro-Shigueto et al. 2011), o aquellos que hacen un análisis de la captura incidental a gran escala (Lewison et al. 2004; Lee et al. 2006; Casale 2010; Wallace et al. 2010), así como aquellos estudios que desarrollan o aplican estrategias para la reducción de la captura incidental (tema que se discutirá más adelante). El problema con estos estudios es que se enfocan en un área, un periodo y un arte de pesca determinados, que limitan su extrapolación, o tienen una aproximación a muy amplia escala, que dificulta su utilización como guía para la implementación de estrategias de manejo y conservación adecuadas para una reducción significativa de la captura incidental (Wallace et al. 2013).

Captura incidental de caguamas en el Pacífico Norte y Golfo de Ulloa

En aguas del Golfo de Ulloa, se realizaron una serie de estudios con el fin de dimensionar la captura incidental en artes de pesca implicadas en la captura de escama entre mayo y septiembre, dentro de la zona núcleo de distribución de caguamas al sur del Golfo de Ulloa (Fig. 8 y 9), frente a las playas de San Lázaro y Santo Domingo, donde se ha observado la mayor incidencia de varamientos de esta especie (Fig. 14). Las artes de pesca seleccionadas fueron los palangres y las redes de enmalle. Los resultados dan cuenta de la elevada tasa de captura incidental obtenida con poco esfuerzo, siendo de las más altas documentadas en aguas del Pacífico tanto para redes de enmalle (Tabla 8) como para palangres (Tabla 9). La tasa de captura incidental durante el uso de palangres y redes de enmalle calados en el fondo, producen 29 tortugas por cada 1,000 anzuelos/día para los palangres y 1 tortuga por km de red/día.

ANEXO I. Estado del arte

Tabla 8: Número de lances y tortugas capturadas y muertas en redes de enmalle en el Pacífico Noreste.

Región	Lances	Tortugas capturadas	Tortugas muertas	Referencia
California (USA)	4165	16	N/R	Allen et al. 2013
Golfo de Ulloa (<32m)*	59	0	-	Peckham et al. 2008
Golfo de Ulloa (>32m)*	35	28	19	Peckham et al. 2008

* Profundidad

Tabla9: Número de sets, de anzuelos y tortugas capturadas y muertas en palangres en aguas del Pacífico.

Región	No sets	No anzuelos	Tortugas capturadas	Tortugas muertas	Referencia
Hawaii	570	599,700	20	18	Balazs et al. 1995
NE Australia	14	10800	0	-	Beverly & Robinson 2004
SO Cabo San Lucas	47	112800	4	-	Galeana-Villaseñor et al. 2009
Golfo de Ulloa	8	1636	48	43	Peckham et al. 2008

Teniendo en cuenta la tasa de captura incidental y de mortalidad de los animales, más el esfuerzo pesquero en el área, dan cuenta de una mortandad aproximada de 2,250 $\pm$ 750 tortugas al año, estimación validada comparándola con el registro de varamientos anteriormente mencionados. El traslape en el uso de las aguas del sur del Golfo de Ulloa por parte de un gran número de juveniles de caguama y una pesca intensa y poco regulada, da como resultado una elevada mortalidad de caguamas (Koch et al. 2006; 2013; Peckham et al. 2007; 2008). Suponiendo una población de 7,000 a 30,000 juveniles para el Golfo de Ulloa, estaríamos hablando que mueren entre el 4 y el 42% de la población local de juveniles (Peckham et al. 2008); que si consideramos un total de 67,000 juveniles de tallas grandes para todo el Pacífico Norte (Lewison et al. 2004), estaríamos suponiendo que estarían expuestas a esta elevada mortalidad por pesca

cerca del 50% de los juveniles de la población del Pacífico Norte, lo que tendría un profundo impacto en la recuperación de dicha población (Peckham et al. 2008).

Un extenso trabajo realizado por Wallace et al. (2013) que incluyó la revisión de 1,467 reportes de captura incidental, mortandad y esfuerzo pesquero (1990-2011) con una escala global y considerando todas las especies de tortugas, mostró que el 59% de los registros de captura corresponden a palangres, el 26% a redes de pesca y el 15 % restante a redes de arrastre. Los niveles más altos de captura incidental y esfuerzo pesquero ocurrieron en el Pacífico Oriental, en el Atlántico Occidental y en el Mediterráneo (Fig. 19), en el resto de las regiones, y especialmente en el Índico hubo capturas incidentales, pero no hay grupos de investigación enfocados en esta problemática, especialmente con pesquerías ribereñas o costeras que utilizan, por ejemplo, redes de enmalle o redes de arrastre para camarón. Del análisis se desprende que no hay un patrón general del impacto de la captura incidental relacionado con el tipo de arte de pesa o historia de vida de las especies o sus poblaciones, sino más bien varían regionalmente dependiendo de las artes de pesca y su modo de uso, del uso del hábitat por parte de las tortugas y de las características oceánicas de la región; aunque las artes de pesca que trabajan más profundo o están más tiempo trabajando sin ser atendidas, suelen tener una mayor mortalidad de ejemplares, porque estos no pueden salir a respirar (Wallace et al. 2013).

Con respecto a la población del Pacífico Norte, los resultados del análisis sugieren un bajo nivel de impacto por la pesca, en relación con lo que podría esperarse teniendo en mente la elevada captura incidental observada en el Golfo de Ulloa (Wallace et al. 2013). En este sentido, los autores comentan que la cantidad de esfuerzo en que se fundamentan las tasas de captura de palangres y redes de enmalle del Golfo de Ulloa, son relativamente bajas en comparación con otros registros de captura incidental, además de que se consideraron junto con otros registros de captura incidental que impactan a esta misma población. Como resultado de lo anterior, la captura incidental ponderada para el Golfo de Ulloa fue estimada por debajo respecto a los valores originales, lo que permitió una comparación menos sesgada. Sin embargo, cuando

existan pruebas de una elevada captura incidental (como en el Golfo de Ulloa) en una población identificada como de alto riesgo o en peligro, como la población de caguamas del Pacífico Norte, la reducción de la captura incidental debe ser una prioridad (Wallace et al. 2013).

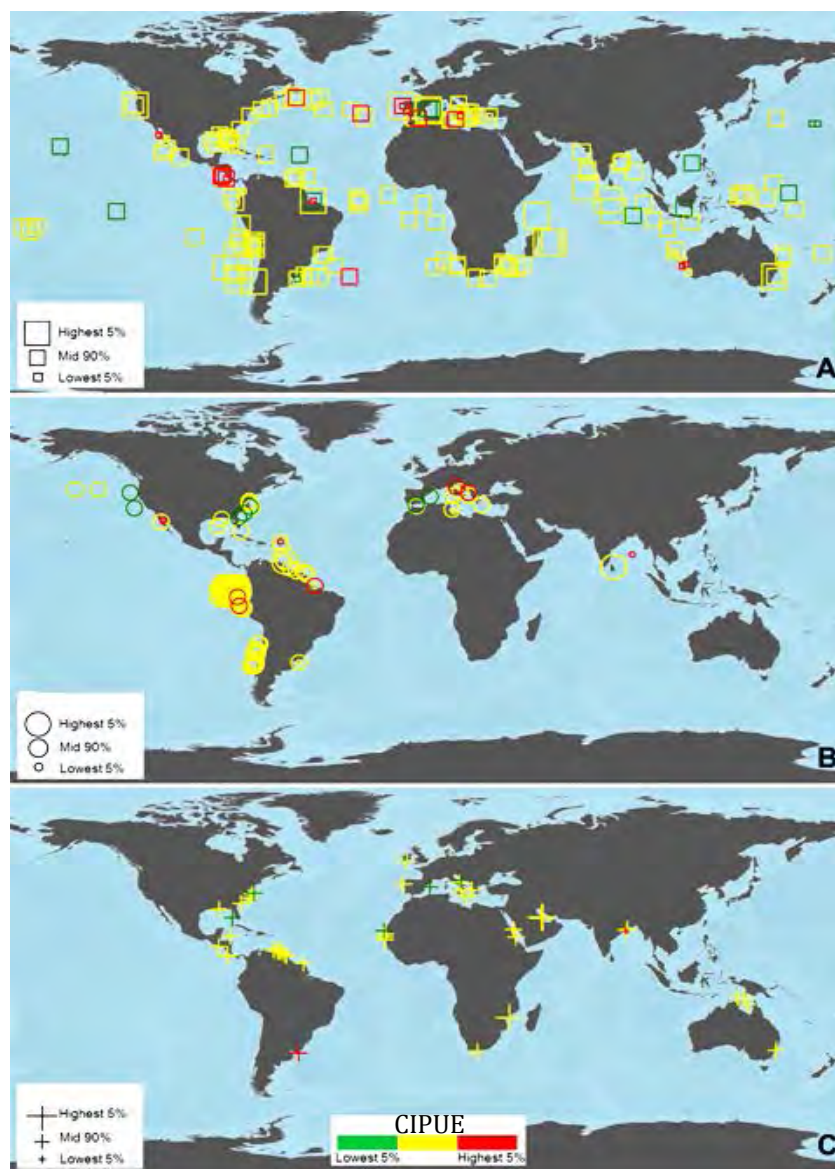


Figura 19: Magnitud del esfuerzo de pesca: alto (símbolo grande), medio (medio) y bajo (chico) para palangres (A), redes de enmalle (B) y redes de arrastre (C); y magnitud de la captura incidental por unidad de esfuerzo (CIPUE): alta (rojo) media (amarillo) y baja (verde); tomado y modificado de Wallace et al. (2013).

De la misma forma, se han reportados altos niveles de captura incidental en pesquerías de pequeña escala en las costas de Perú con tortugas caguamas (Alfaro-Shigueto et al. 2011) y en Costa Rica con tortugas golfinas (*Lepidochelys olivacea*) (Arauz et al. 1998). Un denominador común entre Costa Rica, Perú y el Golfo de Ulloa, es que en los tres casos hay una superposición espacial y temporal de la actividad pesquera con una elevada abundancia de tortugas. Para el caso particular del Golfo de Ulloa, la elevada captura incidental en redes de enmalle y palangres con bajo esfuerzo pesquero, comparado con la captura incidental de la pesca industrial de altura en otras regiones del Pacífico Norte (Tablas 8 y 9), se debe principalmente a que el Golfo de Ulloa es un BAC donde se congregan no solamente tortugas y pescadores, sino también numerosos predadores tope como mamíferos marinos.

Palangres

Los palangres son los responsables de numerosas muertes de tortugas en el mundo, siendo las tortugas caguama y laúd las que más caen en este tipo de arte de pesca. Estos son utilizados tanto por las flotas pesqueras artesanales costeras como por las flotas industriales de altura; este arte de pesca es más selectivo que las redes de arrastre y las redes de enmalle. Sin embargo, las caguamas tienden a quedar atrapadas en los palangres por morder la carnada y engancharse o tragarse el anzuelo, o quedan enredadas en las líneas al chocar con éstas (Fig. 20). Por ejemplo, la flota palangrera hawaiana presentó entre 1994 y 1999, un promedio de 418 tortugas capturadas con una mortandad de 73 animales por año (McCracken 2000), mientras que para el año 2000, las flotas industriales de palangres que operaron en el Pacífico Norte con un esfuerzo de 1.9 millones de anzuelos por día, presentaron una mortandad de 3,000 caguamas (Lewison et al. 2004). En este sentido, las estrategias para disminuir la captura incidental en palangres incluyen: 1) cambios en los diseños de los artes de pesca o cambios en el modo de operarlos; 2) regulación y control del esfuerzo y captura mínima por temporada y área de pesca; y 3) implementación de metodologías que aumenten la supervivencia de las tortugas capturadas (Gilman et al. 2006).



Figura 20: Tortuga enganchada por morder (izquierda) o tragarse (centro) los anzuelos con carnada, y enganchada al enredarse de con las líneas de un palangre (derecha) (tomado de FAO 2010).

Con respecto a los cambios en los artes de pesca o modo de operarlos, una de las técnicas más estudiadas es el cambio en el diseño de los anzuelos (Fig 21) y en la carnada utilizada. En ese sentido, se ha observado la eficacia de anzuelos circulares 18/0 y 17/0 para reducir significativamente la captura incidental de caguamas, a la vez que aumentan las capturas de especies objetivo tanto en el Atlántico Norte (Watson et al. 2005) como en el Atlántico Sur (Sales et al. 2010). Sin embargo, un estudio similar en las islas Azores (Portugal), reveló que el uso de anzuelos circulares 16/0 no redujo la tasa de captura incidental de caguamas pero si redujo significativamente la tasa de ingestión de los mismos (Bolten et al. 2002), concluyendo que estos anzuelos posiblemente no reduzcan la captura incidental, pero podrían reducir la mortalidad de los animales capturados, debido a que los anzuelos circulares son más difíciles de ingerir porque son más anchos que los tradicionales y las púas apuntan hacia el eje del anzuelo.

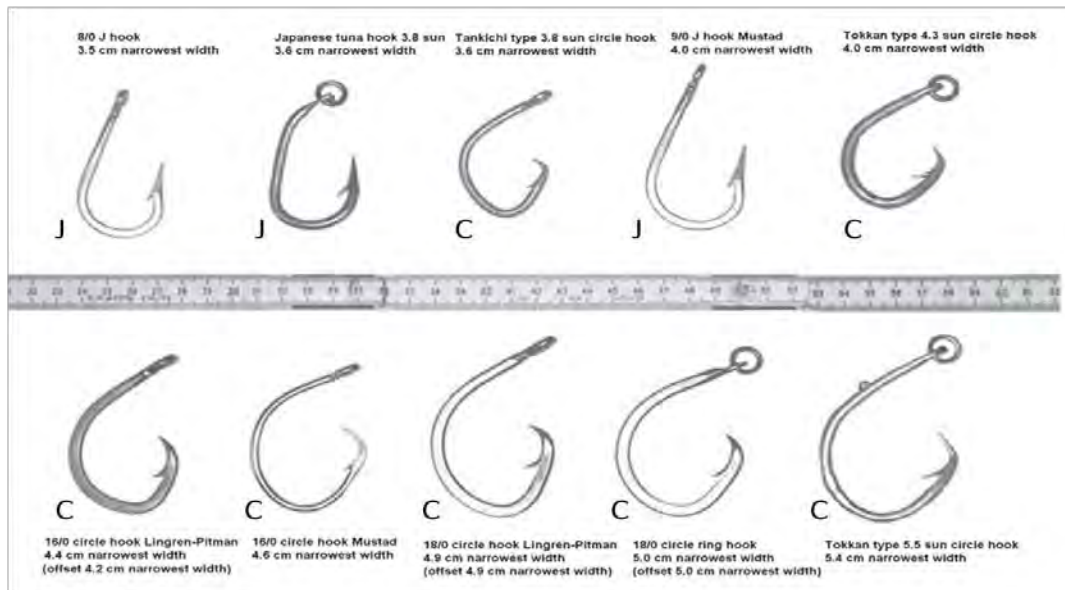


Figura 20: Diseños de anzuelos tradicionales (J) y los anzuelos circulares (C); tomado y modificado de Gilman et al. (2006).

Del análisis e integración de los resultados obtenidos a partir de estudios similares a los de Bolten et al. (2002) y Watson et al. (2005) en otras regiones (Tabla 10), Read (2007) concluye que el uso de anzuelos circulares: 1) tienen el potencial de reducir la captura incidental de caguamas, pero no en todas las pesquerías; 2) disminuye la mortalidad de las tortugas mediante la reducción de la ingesta de los mismos, facilitando su liberación; 3) en algunos casos aumenta la captura de las especies objetivo de la pesquería, mientras que en otros la disminuye hasta niveles que hacen su uso poco práctico; 4) no permite predecir hasta qué punto su uso reducirá la mortalidad de tortugas; y 5) de usarse como medida de conservación para reducir la captura incidental, deben primero ser probados en el campo para asegurarse que efectivamente si se reducirá la captura incidental. Incluso teniendo en cuenta nuevos trabajos podemos llegar a las mismas conclusiones, pudiendo afirmar que el uso de anzuelos circulares grandes (17/0-18/0) con peces como carnada, reducen significativamente la captura de los animales comparados con el uso de los tradicionales anzuelos “J” y calamar como carnada (Watson et al. 2005; Sales et al. 2010; Santos et al. 2013).

ANEXO I. Estado del arte

Tabla 10: resumen de estudios realizados para evaluar la eficacia en reducir la captura incidental y mortalidad de caguamas con el uso de anzuelos circulares; tomado y modificado de Read (2007).

Área de estudio	Años	Barcos	Lances	Anzuelos	Caguamas capturadas	Fuente
Atlántico Noroeste	2002	13	489	427,382	96	Watson et al., 2005
	2003	11	539	578,050	92	
Azores	2000	1	93	138,121	232	Bolten et al., 2002
	2001	1	60	88,150	44	Bolten et al., 2003
	2002	1	48	75,511	18	Bolten et al., 2004
	2003	1	73	114,417	143	Bolten et al., 2005
Golfo de México	2002	3	61	29,570	0	Garrison, 2003
						Watson et al., 2005
Ecuador (Atún)	2004	136	185	20,570	0	Largarcha et al 2005
	(Mahi)	7	126	32,200	0	
Pacífico Noroeste	2005	2	52	48,600	74	Minami et al., 2006
Atlántico Sur	2004-08	4	229	145,828	170	Sales et al., 2010
	2008-12	1	310	446,400	260	
						Santos et al., 2013

En México, un estudio publicado recientemente evalúa el uso de anzuelos circulares de tamaño C14/0, C16/0 y C18/0, sin desviación en la punta, como una opción para reducir la captura incidental de tortugas prieta (*Chelonia mydas agassizii*) y golfinia (*Lepidochelys olivácea*) en la pesca ribereña con palangre en Sinaloa. Los resultados mostraron que el uso de estos anzuelos puede reducir la pesca incidental de tortugas, pero presentaron una eficiencia elevada en la captura de dorado y tiburón que puede ser polémica, ya que la legislación mexicana vigente reserva los primeros para la flota deportiva, y en el caso del tiburón plantea una disyuntiva para la conservación (Rodríguez-Valencia et al. 2008).

Con respecto al tipo de carnada utilizada, se ha observado que el uso de peces en lugar de calamares, podría disminuir la captura incidental de caguamas, sin embargo habría que ver si no hay otros factores detrás de estas observaciones, como la hora del día o la profundidad a la que trabajan los palangres, siendo necesarios más estudios comparando ambos tipos de carnada (Gilman et al. 2006). Una posible explicación a lo

observado, sería que los peces suelen estar más libres en el anzuelo y puede ser comidos progresivamente por la tortuga en bocados pequeños, mientras que el calamar suele estar encarnado más firmemente y las tortugas tenderían a tragarse el anzuelo entero (Gilman et al. 2006).

Otra técnica reportada para disminuir la captura incidental de tortugas es la tinción de la carnada, esta técnica es efectiva para reducir la captura incidental de aves en palangres oceánicos. En ese sentido se han llevado a cabo experimentos en laboratorio y en campo, para investigar las respuestas de comportamiento de la tortuga lora (*Lepidochelys kempii*) y caguama frente a calamares teñidos con diferentes colores. En cautiverio, las caguamas prefirieron el calamar no teñido (rojo y azul), aunque en campo el experimento con tortugas golfinas no arrojó resultados significativos, por lo que esta medida de mitigación no parece tener potencial para reducir la captura incidental de tortugas marinas en la pesca con palangre (Swimmer et al. 2005). Aunque cabe resaltar que la experimentación en campo no se realizó con caguamas y que sería interesante observar resultados de estudios similares enfocados a esta especie.

Cabe destacar que un problema que tiene el uso de los anzuelos circulares, es que son más caros y no hay mucha disponibilidad en el mercado, comparado con los baratos y ampliamente disponibles “J” (Gilman et al. 2006). Sin embargo, existe un reconocimiento generalizado de que los anzuelos circulares son una de las herramientas disponibles para reducción de la captura incidental y la mortalidad de las tortugas, siendo necesario un enfoque integral que tenga en cuenta otras estrategias de mitigación, como el tipo de carnada o la profundidad y horarios de operación de los palangres, que complementen su uso (Serafy et al. 2012).

Con respecto a la profundidad en que trabajan los palangres, existe suficiente evidencia que muestra que los lances profundos tienen una menor incidencia de captura de tortugas que los lances más someros (Gilman et al. 2006). Esto es entendible ya que las tortugas (y especialmente los juveniles de caguama), permanecen la mayor parte del tiempo por arriba de los 15 m de profundidad (Howell et al. 2010). Se sugiere que el

palangre trabaje por debajo de los 100 m, como una forma de mitigar la captura incidental de tortugas (Gilman et al. 2006). A pesar de lo anterior, no existen trabajos donde se evalúe la eficacia de este cambio en la forma en que opera el palangre y la captura incidental de tortugas (FAO 2010). Los pocos estudios que hay, son evaluaciones de diseños experimentales que valoran la eficacia y la forma en que estos palangres operan (Fig. 22; Shiode et al. 2005; Shiga et al. 2006; Beverly et al. 2009). En ese sentido, hacen falta estudios adicionales que evalúen si realmente ésta y otras alternativas (como reducir el tiempo de reposo diurno del palangre), son realmente efectivas a la hora de reducir la captura incidental de tortugas en los palangres, además de su viabilidad económica.

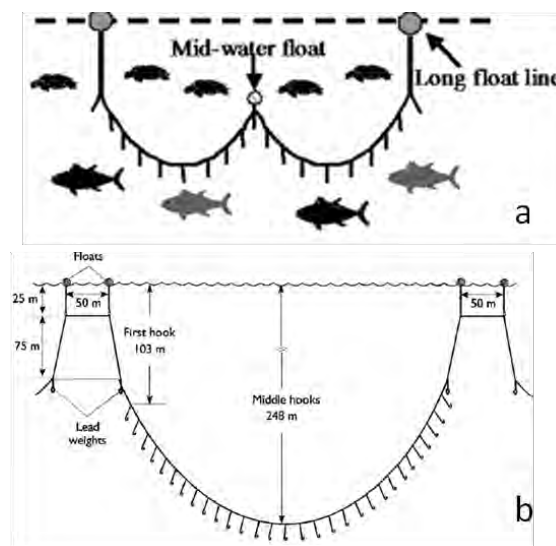


Figura 22: Diseños de palangres; tomados de a) Shiga et al. (2006) y b) Beverly et al. (2009)

Redes de enmalle

Hay una creciente evidencia de una elevada mortalidad de tortugas marinas en la pesca con redes costeras de enmalle en todo el mundo, llegando a ser la mayor amenaza individual para algunas poblaciones de tortugas marinas. La red de enmalle es un tipo

de arte de pesca fija, donde ambos extremos de la red se anclan al fondo para que esta quede extendida y los peces queden atrapados por la red, este es uno de los artes de pesca menos selectivos. La interacción con tortugas se da principalmente, porque éstas se enmallan con las aletas y se ahogan al no poder salir a tomar aire a la superficie. Al igual que en los palangres, las estrategias para disminuir la captura incidental en redes de enmalle son: 1) cambios en el diseño de los artes de pesca o cambios en el modo de operarlos; 2) regulación y control del esfuerzo y captura mínima por temporada y área de pesca; y 3) implementación de metodologías que aumenten la supervivencia de las tortugas capturadas (Gilman et al. 2009).

Con respecto a la modificación del diseño de las redes de enmalle, se han llevado a cabo muy pocos trabajos para identificar aquellos diseños o métodos que reducen efectivamente las tasas de captura de tortugas marinas, sin afectar la viabilidad económica de la pesquería. En ese sentido, se ha observado que reducir la altura de la red de enmalle que se utiliza (Fig. 23), es un método eficaz y económicamente viable para la reducción de la captura incidental de tortugas (Brown y Price 2005; Price y Van Salisbury 2007). Esto puede deberse a una reducción en la tasa de enmalle porque la red es más rígida, una disminución en la probabilidad de captura porque se reduce la superficie de interacción en la columna de agua (al tener menos altura), o un efecto combinado a ambos (Price y Van Salisbury 2007). Por otro lado, también se reduce la mortalidad de los animales capturados al reducir tiempos de desenmalle y un menor daño tanto a animales como a las mismas redes (Gearhart y Eckert 2007; Eckert et al. 2008). Otra modificación de las redes para disminuir la tasa de enmalle, es aumentar la longitud de los tirantes o evitar su uso. En la pesca demersal con redes de enmalle, los tirantes se utilizan normalmente para maximizar la captura porque aumenta la tasa de enmalle. Los tirantes son líneas que son más cortas que la altura de la red y conectan la línea de flotadores con la de los plomos a intervalos regulares a lo largo de toda la longitud de la red, esto genera una bolsa de malla floja que aumenta la probabilidad de enmalle (Fig. 24) (Price y Van Salisbury 2007).

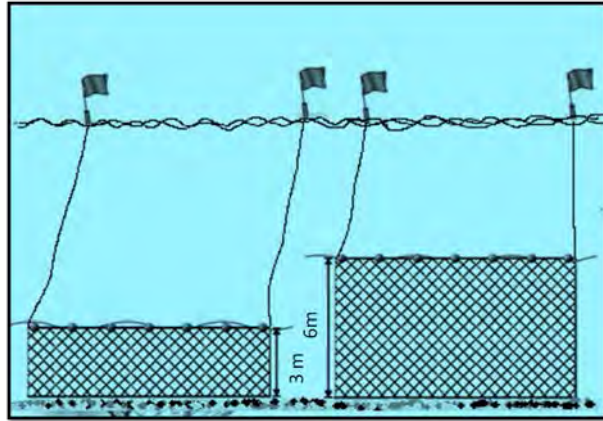


Figura 23: Redes de enmalle de fondo tradicional (derecha) y modificada (izquierda).

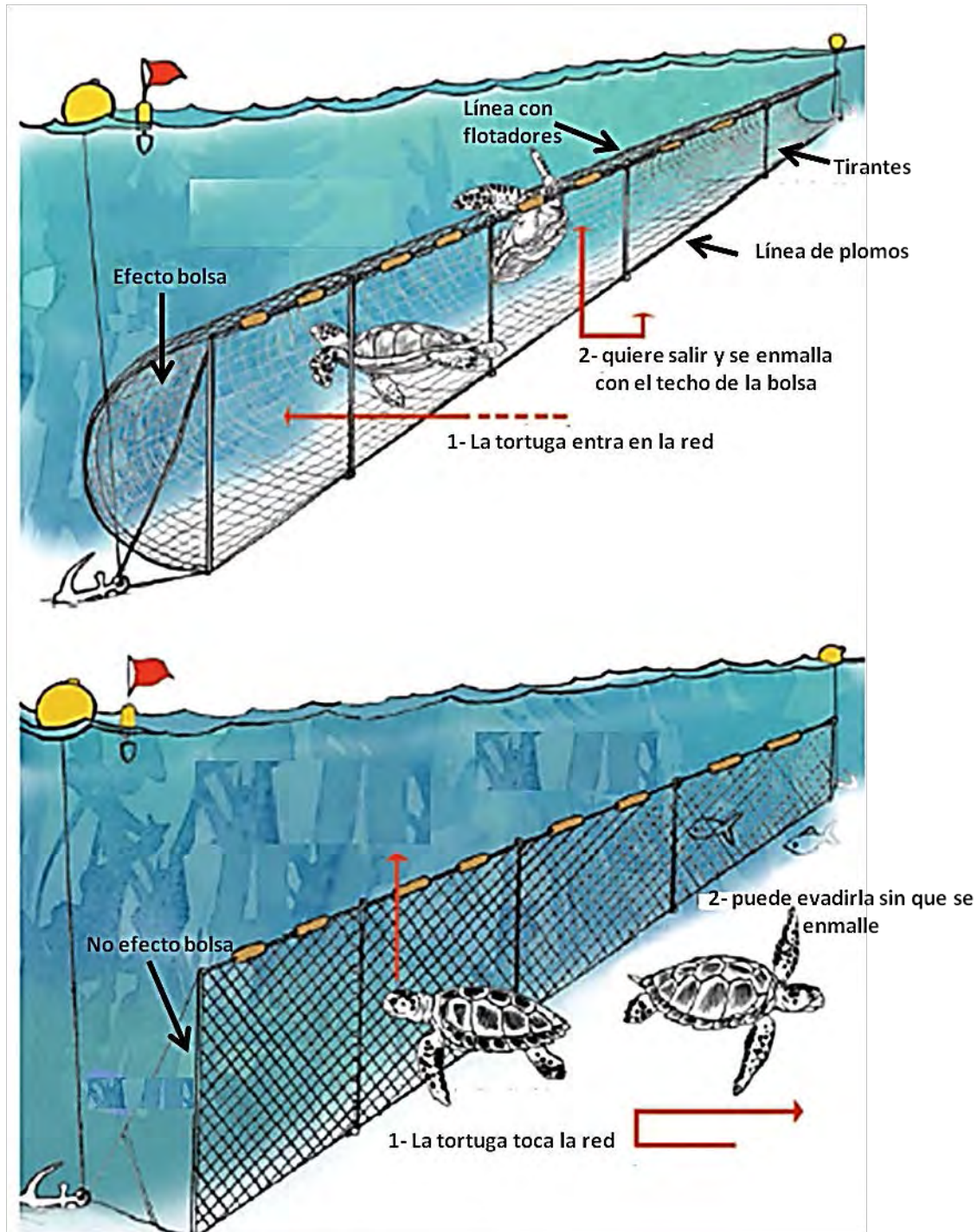


Figura 24: redes de enmalle tradicional (arriba) y modificada (abajo); tomado y modificado de FAO (2010).

Existe evidencia de que el tamaño de malla influye en la tasa de enmalle de tortugas, con observaciones que a mayores dimensiones de malla, aumentan las tasas de captura de tortugas marinas (Price y Van Salisbury 2007). En algunas pesquerías, los reglamentos especifican el tamaño máximo de malla para reducir al mínimo la captura de tortugas (Price y Van Salisbury 2007; Yeo et al. 2007). Sin embargo, se debe considerar un umbral de tamaño mínimo de malla, por debajo del cual la captura de juveniles o tallas chicas de otras especies se volvería un problema para la viabilidad de la medida (Gilman et al. 2009).

Regulación y control del esfuerzo pesquero

En todos los artes de pesca que presentan una fuerte interacción con tortugas, se presenta como opción regular o controlar el esfuerzo, pero una de las medidas más drásticas es el cierre total de la misma durante un tiempo determinado. Por ejemplo la pesquería pelágica de pez espada (*Xiphias gladius*) en Hawaii que utilizaba palangres superficiales, fue cerrada por cuatro años y en la actualidad tienen un estricto control, que incluye el uso de anzuelos circulares con restricciones en el esfuerzo (número de lances por año) y en el número de capturas permitidas, además de contar con observadores a bordo (NMFS 2004). En el Atlántico noroeste también fueron cerradas las pesquerías, primero de forma parcial y luego totalmente en el 2000 y 2001 respectivamente (NMFS 2001a; 2001b) y en el 2004 fueron abiertas nuevamente con el requerimiento de utilizar metodologías que disminuyan la captura incidental.

En otros casos suele utilizarse el cierre parcial de la pesquería, ya sea temporal o espacial o una conjunción de ambos, estas estrategias suelen aplicarse durante la época del año donde se identifica la mayor captura incidental de los animales, o bajo ciertas condiciones ambientales. En ese sentido, en aguas oceánicas frente a las costas de California, se estableció una veda espacio-temporal de la pesca con redes de enmalle para reducir la captura incidental de las caguamas sólo durante condiciones cálidas (por arriba del promedio) de las aguas, mientras que durante los años con condiciones neutras o frías, esta veda no aplica porque las aguas están demasiado frías para la

incursión de las caguamas (Allen et al. 2013). También se han implementado vedas espaciales basadas en la temperatura superficial de mar; un ejemplo de ello se da en la pesquería hawaiana con palangres que operan en el Pacífico Norte, donde como medida de control y prevención de la captura incidental de tortugas, se recomienda pescar al norte de la isoterma de 18.5°C (Howell et al. 2008). El cierre de las pesquerías es una de las opciones menos viables para la actividad pesquera y la economía de las familias de pescadores, por lo que primero deben de agotarse otras medidas como la modificación de los artes de pesca, o la forma de operarlos. En ese sentido, una medida de manejo sería el reducir los tiempos de reposo de los artes de pesca, de esta forma se reduciría la mortalidad por pesca, aunque no la captura incidental

Recientemente se ha propuesto otra alternativa de autocontrol de la pesquería, que involucra la utilización de radios por parte de los pescadores y de los puertos de descarga, para armar una red de comunicación en tiempo real que emita un aviso de las zonas conflictivas (donde se observan más capturas incidentales o animales en estado libre,) para de esta forma implementar vedas espaciales de corta duración temporal, basadas en la información en tiempo real proporcionada por los mismos pescadores. Además, es una herramienta muy útil para ser utilizada e interpretada por los científicos y poder describir de forma más fina la distribución de las tortugas en el mar, junto con otras variables biológicas de la especie y físicas del ambiente (Alfaro-Shigueto et al. 2012)

Acciones para reducir la captura incidental en el Golfo de Ulloa

En el Golfo de Ulloa se dan los tres tipos de pesca mencionados anteriormente, sin embargo los palangres y las redes de enmalle de fondo, son los que presentan evidencia de una elevada mortalidad de tortugas (Peckham et al. 2007; 2008; Koch et al. 2013). Desafortunadamente, hay un solapamiento espacial y aparentemente temporal entre la presencia de tortugas en el área y la pesca artesanal de escama, siendo esta actividad la fuente principal de ingresos y alimento para los pobladores de la región costera del Golfo de Ulloa (Lucero-Romero 2009). Las acciones emprendidas por parte

de los grupos técnicos de las Organizaciones de la Sociedad Civil (OSC) y de los mismos pescadores, consistieron en una serie de ensayos con artes de pesca modificados, encaminados a reducir la captura incidental de tortugas y afectar la captura comercial lo menos posible, de manera que las medidas a tomar tuvieran una viabilidad tanto de conservación como económica.

Las acciones para reducir la captura incidental en los artes de pesca, se centraron principalmente en la modificación de las redes de enmalle de fondo. Estos cambios han incluido la reducción en la altura de las redes (Fig. 23), reducción de la longitud de los tirantes (Fig. 24), así como la eliminación completa de las boyas de la línea de flotadores. Además de las modificaciones de las artes, se evaluó la diferencia espacial en las capturas de las especies objetivo e incidental, para ello se realizaron los ensayos en tres rangos de profundidad, que abarcaron las zonas de pesca de la flota artesanal: aguas someras (5-18 m), media agua (18-32 m) y aguas profundas (32-45 m). Durante las temporadas de pesca de escama en que se llevaron a cabo los ensayos (2004, 2005 y 2007), se observó que con la modificación en la altura de la red o de los tirantes no se detectó una disminución significativa en la captura incidental de tortugas (Maldonado et al. 2006; Gaos et al. 2009). Sin embargo, los resultados preliminares del 2007 con redes de enmalle sin flotadores, presentaron resultados bastante prometedores en cuanto a la reducción de la captura incidental de tortugas, pero para poder implementar tal modificación hacen falta más estudios. De todos los ensayos realizados hasta ahora, podemos concluir que el método más eficaz para eliminar la captura incidental, es pescar en aguas cercanas a la costa que no tengan más de 32 m de profundidad (Gaos et al. 2009).

La falta de resultados concluyentes puede ser resultado de un tamaño relativamente pequeño de réplicas de las diferentes variantes, o que los ensayos no se hayan realizado de forma ordenada y sistemática. Esto último evidenciaría la necesidad de mejorar la coordinación y la comunicación, entre el pequeño número de profesionales involucrados en esta relativamente nueva área de investigación (Gilman et al. 2009). Un detalle importante que han mencionado los pescadores, es que el número de tortugas

enmalladas disminuye en las redes de seda. Los pescadores dicen que esto se debe a que no utilizan los tirantes, y por lo tanto, se mantiene rígida sin que se forme la bolsa (Fig. 24), contrario a lo que sucede con las redes de monofilamento (Gaos et al. 2009).

Una nueva opción no mencionada con anterioridad, se basa en la importancia de la visión para la alimentación de las tortugas y consiste en colocar siluetas de tiburones en las redes (Fig. 25) para que se les ahuyente. Esta técnica se probó por primera vez en el mes de julio del 2006 en aguas del Golfo de Ulloa, colocándose una silueta de tiburón (1.5 m) cada 10 m (Wang et al. 2010). Los resultados son alentadores para la conservación de tortugas, ya que se redujo la captura de tortugas en un 54%, aunque la captura comercial también se vio mermada en un 45%, lo que hace su utilización económicamente inviable. Sin embargo, podrían hacerse trabajos adicionales con otras variantes como colocar las siluetas no sobre las redes, sino en los alrededores de las áreas donde se va a desplegar el equipo u otras opciones.

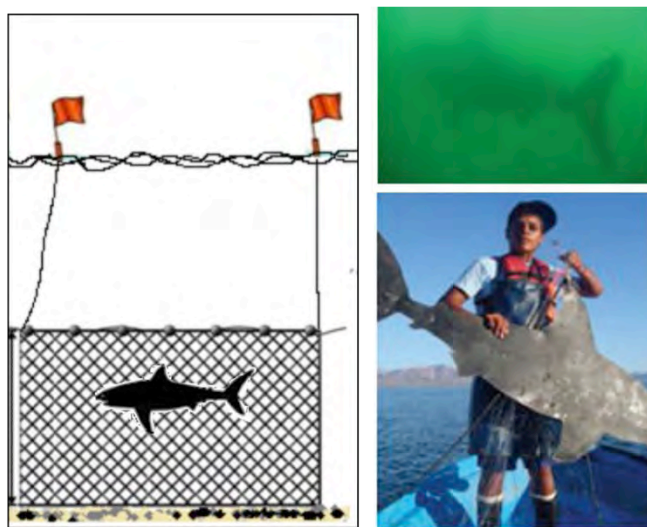


Figura 25: redes de enmalle con silueta de tiburón; tomado y modificado de wang et al. (2010)

Otras acciones emprendidas contemplaron la implementación de un programa de reconversión pesquera, basado en la revaloración del producto local en el mercado, específicamente promoviendo la sustitución de redes para la pesca de escama con

anzuelos, con la finalidad de obtener un pescado de mejor calidad, llevando a cero la captura incidental de tortugas y aumentando la sustentabilidad de las pesquerías. Estos logros se han visto reflejados en una disminución considerable de la frecuencia de varamientos en Playa San Lázaro que en el 2010 fue 66% menor (153 tortugas) que el promedio interanual de 2003-2009 (GTC-CONABIO 2012). Esta propuesta que no fue apoyada por las instancias de gobierno y generó un conflicto social, lo que provocó que las autoridades se retiraran de esa zona (Esliman-Salgado y Peckham 2013). También se ha propuesto una zona de autoprotección que consideraba medidas de protección encabezadas por pescadores locales y que contó con el aval del Gobierno del Estado, pero que no prosperó. Posteriormente se elaboró un estudio para solicitar a la SEMARNAT el decreto de una zona de refugio de vida silvestre, que finalmente fue denegado por la autoridad argumentando sobre-rregulación (Esliman-Salgado Peckham 2013). Finalmente, en el verano de 2012, el Instituto Nacional de Pesca (INAPESCA) implementó un programa de investigación, con el objetivo de analizar y evaluar el impacto de las artes de pesca obteniendo resultados sorprendentes, ya que los niveles de captura incidental de tortugas, fueron mayores que los descritos y reportados previamente en diversas publicaciones arbitradas (Esliman-Salgado y Peckham 2013).

V. DISCUSIÓN Y COMENTARIOS

A partir de la revisión bibliográfica llevada a cabo, podemos decir que los futuros proyectos de investigación deben de concentrarse en cuatro líneas o temas de interés que deben de aproximarse para entender la biología y ecología de las tortugas caguamas en el Golfo de Ulloa, y poder tener una aproximación más acertada y buscar la mejor solución, tanto social como medioambiental, a la problemática que involucra a los pescadores artesanales y a la supervivencia de la población del Pacífico Norte de la tortuga caguama. Los puntos a tratar serían:

- 1) Estatus e identidad poblacional de las caguamas del Golfo de Ulloa,
- 2) Biología y Ecología de las caguamas dentro del ambiente del Golfo de Ulloa,

3) Causas de la mortandad de las tortugas varadas en las playas del Golfo de Ulloa

4) Evaluación de metodologías para disminuir la captura incidental de tortugas en la región.

A pesar del esfuerzo y los estudios realizados en los últimos años, no se sabe con certeza el número aproximado de juveniles que utilizan el Golfo de Ulloa y áreas oceánicas adyacentes. Los únicos estudios realizados encaminados a contestar esa pregunta son el de Villanueva (1991), con censos realizados desde panga en los años ochenta y el de Seminoff et al. (2006) con vuelos aéreos en la década pasada. Ambos coinciden en las magnitudes: el primero estima unos 10,000 animales en el área y el segundo entre 5,000 y 15,000; y si se considera su comportamiento diurno en superficie (50-80% del tiempo) la población de juveniles en aguas del Golfo de Ulloa rondaría entre los 7,000 y 30,000 animales (Peckham et al. 2008). Sin embargo, hay ciertos hechos que ponen en duda las estimaciones anteriormente mencionadas como por ejemplo: 1) si consideramos la tasa anual de mortalidad calculada (2,250 tortugas/año), en los últimos 10 años se habrían muerto cerca de 22,500 animales (75% del máximo poblacional estimado) y, contrario a lo esperado, lejos de disminuir los varamientos y la captura incidental, estos aumentaron en el 2012 hasta en un 600% con respecto a la década pasada; y 2) el registro reciente de por lo menos 100 caguamas en las costas de Sinaloa (Zavala-Norzagaray et al. 2013), lo que podría ser interpretado como una expansión de la población. Por lo anterior, urge re-evaluar los números poblacionales de los juveniles en el área del Golfo de Ulloa y zona oceánica adyacente, para tener un panorama más amplio de los efectos de la captura incidental observada y lo que se puede esperar.

Con respecto a la identidad poblacional, aún existe una gran incertidumbre sobre la relación entre los adultos reproductores, los juveniles del Pacífico Norte (PN) y los juveniles de las aguas costeras de la península de Baja California (PeBC). Si bien todos pertenecen a la misma población (todos nacen en Japón), no se tiene bien claro el circuito migratorio durante su ciclo de vida, al respecto no se sabe si: 1) el PN y la PeBC son parte del mismo circuito migratorio con PeBC siendo la parte final del mismo, donde los

juveniles presentan ese cambio de un modo de vida pelágica a una bento-pelágica; 2) son dos circuitos diferentes, con juveniles explotando un ecosistema pobre (PN) y por ende más vulnerables y otros con ventaja al aprovechar un ecosistema costero de surgencias de los más productivos del mundo (PeBC); o bien 3) la no existencia de un patrón definido, donde el azar de estar entre 15 y 30 años en el mar los lleva o retienen en uno u otro destino. Definitivamente el acercamiento a entender este circuito migratorio, es fundamental para comprender el papel de la PeBC dentro del mismo y diseñar estrategias de conservación, que reduzcan de forma importante las amenazas sin afectar en demasía la actividad pesquera y el bienestar social de los habitantes de la región.

Si bien se observa una estacionalidad bien marcada en los varamientos y en las capturas incidentales (más abundantes en los meses cálidos del año), no hay una idea muy clara de lo que ocurre con las tortugas en la parte fría del año. No se sabe si se quedan todo el año sobre la plataforma, o tienen incursiones oceánicas en busca de alimento a la zona del sistema frontal de Baja California, lo que comprendería un circuito migratorio costa-océano. Cabe mencionar que se han observado movimientos migratorios en juveniles de caguamas en el PN y en las costas del Perú (Polovina et al. 2004; Mangel et al. 2011), por lo que no se descarta que aquí suceda lo mismo. Otro aspecto fuertemente relacionado con la estacionalidad es su alimentación; al respecto se sabe que comen langostilla, aunque no queda claro de que estadio se alimentan y por ende, en que porción de la columna de agua lo están haciendo (superficie o bentos).

Con respecto a la alimentación, llama la atención el cambio de la dieta en los últimos años, esta es otra de las incógnitas que se deben abordar. Es importante entender el porqué de ese cambio, ya que nos puede dar luz sobre el porqué las caguamas se alimentan de los descartes o de los mismos artes de pesca, con el consiguiente riesgo de quedar atrapadas y si dicha estrategia es por necesidad (disminución del alimento por el clima) o por oportunismo (fácil acceso al alimento). Tampoco se sabe si el buscar comida en los artes de pesca, es un hábito que ha adquirido toda la población de juveniles de la Baja, o bien es sólo una porción de estos;

poder comprender lo anterior nos daría una idea sobre si los animales marcados con dispositivos por satélite, nos muestran las áreas que utilizan habitualmente todas las tortugas, o sólo aquellas áreas de las tortugas que adquirieron dichos hábitos durante la década pasada.

Con respecto a las causas de la elevada mortalidad observada en el Golfo de Ulloa, no queda claro si ésta corresponde completamente a la actividad pesquera u a otro evento desconocido. El problema es que sólo presentan marcas de interacción antropogénica el 1.8% de las tortugas varadas (Koch et al. 2013), debido principalmente al elevado estado de descomposición de los animales que varan en la playa. Este porcentaje tan bajo, dificulta establecer como responsable a la actividad pesquera de toda la mortandad observada. Aunque la coincidencia temporal y las observaciones de una elevada captura incidental, sugieren una fuerte relación entre los varamientos y la pesca de escama. Teniendo en cuenta lo observado en los mamíferos marinos (16% con marcas de interacción), la incertidumbre con respecto al tamaño poblacional real de los juveniles, los posibles efectos del clima (elevada mortandad hacia finales del 2006) y la incertidumbre de si hubo o no un cambio en la abundancia y disponibilidad de langostilla, podemos suponer que una gran proporción de los animales varados muertos, son causados por la actividad pesquera, mientras que el resto podría explicarse a través de los posibles cambios en la capacidad de carga del ecosistema por un aumento desproporcionada de juveniles (menos comida, más enfermedades), o bien debido a cambios en la abundancia y disponibilidad de alimento.

VI. Propuestas

Se recomienda en primer lugar realizar un estudio de captura, marcado y recaptura masivo, tanto con las tortugas que son capturadas incidentalmente por artes de pesca y luego liberadas vivas, como con las tortugas que sean capturadas con tal fin en aguas oceánicas del Golfo de Ulloa, además de coordinar el marcaje con otras áreas en aguas mexicanas (costas de Sinaloa) e internacionales (centro del Pacífico Norte y

costas de California), donde se sabe que hay juveniles de caguamas. Con estos datos se podría estimar la abundancia de esta especie a escala local y regional, además de que podría ayudar a establecer la identidad poblacional de adultos y juveniles.

También se recomienda realizar una serie de muestreos siguiendo la metodología de transecto lineal con muestreo a distancia, que abarque la parte externa de Bahía Magdalena, Golfo de Ulloa y Punta Eugenia (tanto costa como mar adentro), con los cuales se realicen estimaciones de abundancia no solamente de tortugas, sino también de la actividad superficial de mamíferos marinos, aves y embarcaciones de todo tipo. Dicho programa de monitoreo debería cubrir las cuatro estaciones del año por un periodo no menor a cinco años. Con los datos obtenidos se podría estimar la abundancia, distribución y densidad poblacional de tortugas, aves y mamíferos marinos dentro del área, incluso de la actividad antropogénica y si estos parámetros cambian estacionalmente o anualmente. La información generada, podría complementarse con vuelos de prospección, al menos por un año, que cubra una mayor área incluyendo la costa peninsular y continental de la parte sur del Golfo de California durante los meses de febrero, junio, agosto y diciembre, los que nos daría un panorama más amplio sobre la distribución de las caguamas regionalmente.

Para tener una visión ecosistémica e interdisciplinaria del ambiente y acercarnos a la ecología de las tortugas caguamas en el Golfo, se recomienda realizar los muestreos (embarcados y aéreos) en simultáneo (utilizando la misma u otra embarcación si es posible) con estaciones de muestreo oceanográficos (tipo IMECOCAL) y pesqueros (muestreos de prospección pesquera), que junto con el uso de imágenes de satélite nos ayudaría a tener una visión regional del ecosistema del Golfo de Ulloa y como se acopla a los pulsos productivos de los otros BAC (Golfo de California y Punta Eugenia.) Por último, Se recomienda hacer una aproximación de las distintas variables (poblacionales y ambientales), utilizando herramientas matemáticas complejas como funciones de verosimilitud o estadística bayesiana, que nos permitan modelar lo observado y predecir su comportamiento futuro como una herramienta de manejo.

El uso de isótopos estables también contribuiría para entender la dinámica poblacional y la ecología de las caguamas; los análisis con muestras de ciertos tejidos con tasas de recambio elevadas, nos pueden dar una idea del uso del hábitat de los animales varados o capturados (incidentalmente o a propósito), en los meses previos a su captura. Como complemento se recomienda continuar con los estudios de la ecología trófica de los animales vivos, varados o muertos accidentalmente, que nos ayudará a comprender las relaciones depredador-presa y su relación con las variables ambientales, para poder explicar los cambios en la dieta y el uso del esta área por las caguamas. Asimismo, con los isotopos estables como auxiliares, se podrá ver en qué momento y dónde están comiendo (plataforma o frentes oceánicos), además que permitirá, junto con las estimaciones de abundancia y distribución, determinar los cambios estacionales en la distribución y alimentación de los animales.

También se recomienda buscar la colaboración internacional, para conseguir muestras de isótopos estables de las líneas de crecimiento del caparazón de adultos del oeste del Pacífico y de juveniles del PN. Se espera que las señales isotópicas de las tres regiones sean contrastantes y fáciles de diferenciar una de otra, y de esta forma poder seguir la señal isotópica de su migración para poder tomar o descartar las hipótesis planteadas anteriormente sobre su circuito migratorio.

Con respecto a los animales que varan en la playa, se aconseja continuar con los recorridos de playa en busca de animales varados, con un protocolo forense para la toma de muestras, que incluya todos los posibles factores de muerte: 1) ahogamiento por captura incidental, 2) acumulación de biotoxinas producto de marea rojas, 3) desangrado por ruptura de tejido esofágico por tragarse un anzuelo, 4) inanición por falta de alimento, y 5) cáncer u otra enfermedad que se sospeche, además de las muestras de contenido estomacal siempre que sea posible.

Con relación a la captura incidental y mortalidad por pesca, se recomienda continuar con las evaluaciones ya realizadas, tomando las mismas o nuevas variantes en el diseño de los artes de pesca, con un protocolo más extenso y un

mayor número de réplicas, para que los resultados sean robustos. Se recomienda continuar con aquellos programas exitosos en la disminución de la captura, como la de reconversión del arte de pesca (redes de enmalle por anzuelo y piola). Para hacer una evaluación más precisa de los impactos de la captura incidental, aparte de los datos biológicos y ecológicos de las tortugas, es necesaria una caracterización detallada de los artes de pesca y las zonas donde operan, si hay un patrón estacional o una relación con la variabilidad climática de gran escala, etc. Solo así se podrá comprender a fondo esta problemática y plantear herramientas de manejo adecuadas que lleven a disminuir la captura incidental.

VII. Literatura citada

- Allen C.D., G.E. Lemons, T. Eguchi, R.A. LeRoux, C.C. Fahy, P.H. Dutton, S.H. Peckham, and J.A. Seminoff. 2013. Stable isotope analysis reveals migratory origin of loggerhead turtles in the Southern California Bight: implications for fisheries management. *Marine Ecology Progress Series* 472:275-285
- Aguirre, AA, H Peckham, I Stasiak, S Hayhurst, V de la Toba, A Zavala-Norzagaray, N Rossi, and TR Spraker. (2011). Baseline health parameters of clinically healthy and pathological evaluation of stranded pacific loggerhead turtles (*Caretta caretta*) impacted by small-scale fisheries in Baja California Sur, Mexico. 31st Annual Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation: The Next Generation of Research and Conservation, 12-15 April, San Diego, California.
- Alfaro-Shigueto J, Mangel JC, Seminoff JA, Dutton PH (2008) Demography of loggerhead turtles *Caretta caretta* in the southeastern Pacific Ocean: fisheries-based observations and implications for management. *Endang Species Res* 5: 129–135
- Alfaro-Shigueto, J., J. C. Mangel, F. Bernedo, P. H. Dutton, J. A. Seminoff, and B. J. Godley. 2011. Small-scale fisheries of Peru: a major sink for marine turtles in the Pacific. *Journal of Applied Ecology* 48:1432–1440.
- Alfaro-Shigueto J, Mangel JC, Dutton PH, Seminoff JA, Godley B. 2012. Trading information for conservation: a novel use of radio broadcasting to reduce sea turtle bycatch. *Fauna & Flora International, Oryx*, 46(3): 332–339
- Aurioles-Gamboa, D. 1992. Inshore-offshore movements of pelagic red crabs *Pleuroncodes planipes* (Decapoda, Anomura, Galatheididae) off the Pacific coast of Baja California Sur, Mexico. *Crustaceana* 62(1):71-84.
- Bailey H, Mate B, Palacios D, Irvine L, Bograd S, et al. (2009) Behavioural estimation of blue whale movements in the Northeast Pacific from state-space model analysis of satellite tracks. *Endangered Species Research* 10: 93–106

ANEXO I. Estado del arte

- Beverly S., Curran D., Musyl M. and B. Molony. 2009. Effects of eliminating shallow hooks from tuna longline sets on target and non-target species in the Hawaii-based pelagic tuna fishery Fisheries Research 96: 281–288
- Bickerman, K. 2011. A skeletochronological analysis of a stranded population of loggerhead (*Caretta caretta*) sea turtles in Baja California Sur, Mexico. Masters Thesis. Columbia University, New York.
- Bjorndal, K.A., A.B. Bolten, and H.R. Martins. 2000. Somatic growth model of juvenile loggerhead sea turtles *Caretta caretta*: duration of pelagic stage. Marine Ecology Progress Series 202:265–272.
- Bjorndal, K.A., A.B. Bolten, T. Dellinger, C. Delgado, and H.R. Martins. 2003. Compensatory growth in oceanic loggerhead sea turtles: response to a stochastic environment. Ecology 84(5):1237–1249.
- Bolten, A.B., Martins, H., Isidro, E., Ferreira, R., Santos, M., Bettencourt, E., Giga, A., Cruz, A., Riewald, B., and Bjorndal, K. 2002. Preliminary results of experiments to evaluate effects of hook type on sea turtle bycatch in the swordfish longline fishery in the Azores. University of Florida contract report to NOAA, National Marine Fisheries Service, Office of Protected Resources, Silver Spring, Md., USA.
- Bolten, A. B., and K. A. Bjorndal. 2003. Experiment to evaluate gear modification on rates of sea turtle bycatch in the swordfish longline fishery in the Azores—Phase 2. Final project report submitted to the National Marine Fisheries Service. Archie Carr Center for Sea Turtle Research, University of Florida, Gainesville, FL, USA. Available from <http://www.sefsc.noaa.gov/seaturtlecontractreports.jsp>.
- Bolten, A. B., and K. A. Bjorndal. 2004. Experiment to evaluate gear modification on rates of sea turtle bycatch in the swordfish longline fishery in the Azores—Phase 3. Final project report submitted to the National Marine Fisheries Service. Archie Carr Center for Sea Turtle Research, University of Florida, Gainesville, FL, USA. Available from <http://www.sefsc.noaa.gov/seaturtlecontractreports.jsp>.
- Bolten, A. B., and K. A. Bjorndal. 2005. Experiment to evaluate gear modification on rates of sea turtle bycatch in the swordfish longline fishery in the Azores—Phase 4. Final project report submitted to the National Marine Fisheries Service. Archie Carr Center for Sea Turtle Research, University of Florida, Gainesville, FL, USA. Available from <http://www.sefsc.noaa.gov/seaturtlecontractreports.jsp>.
- Bolten AB (2003) Active swimmers – passive drifters: the oceanic juvenile stage of loggerheads in the Atlantic System. In: Bolten AB, Witherington BE (eds) Loggerhead sea turtles. Smithsonian Books, Washington, DC, p 63–78.
- Boyle MC, FitzSimmons NN, Limpus CJ, Kelez S, Velez-Zuazo X, Waycott M (2009) Evidence for transoceanic migrations by loggerhead sea turtles in the southern Pacific Ocean. Proc Biol Sci 276:1993–1999
- Bowen B (1995) Tracking marine turtles with genetic markers. Bioscience 45:528–534
- Bowen, B.W., A.L. Bass, L. Soares, and R.J. Toonen. 2005. Conservation implications of complex population structure: lessons from the loggerhead turtle (*Caretta caretta*). Molecular Ecology 14:2389–2402.

- Brown, K. and B. Price. 2005. Documentation and reduction of bycatch in North Carolina fisheries. NOAA. 24 pp.
- Calambokidis J, Barlow J, Ford JKB, Chandler TE, Douglas AB, 2009. Insights into the population structure of blue whales in the Eastern North Pacific from recent sightings and photographic identification. *Marine Mammal Science* 25: 816–832.
- Casale P., Abbate G., Freggi D., Conte N., Oliverio M., Argano R. (2008) Foraging ecology of loggerhead sea turtles *Caretta caretta* in the central Mediterranean Sea: evidence for a relaxed life history model. *Marine Ecology Progress Series* 372: 265–276.
- Casale, P. 2010. Incidental catch of marine turtles in the Mediterranean Sea: captures, mortality, priorities. *Fish and Fisheries* 12:299–316.
- Casas-Valdez, M. y G. Ponce-Díaz. 1996. Estudio del potencial pesquero y acuícola de Baja California Sur. SEMARNAP, Gob. del Estado de Baja California Sur, FAO, UABCS, CIBNOR, CICIMAR, Inst. Nal. de la Pesca & CETMAR.
- Carranza A., Estrades A., Scarabino F. and A. Segura. 2011. Loggerhead turtles *Caretta caretta* (Linnaeus) preying on the invading gastropod *Rapana venosa* (Valenciennes) in the Rio de la Plata Estuary. *Marine Ecology* 32: 142–147.
- Chan, V. (2004): Spatial and temporal trends in sea turtle strandings in North Carolina, 1980-2003. Master thesis, Environmental Management (Coastal), Nicholas School of the Environment, Duke University.
- Chávez-López, S. y Schmitter-Soto, J.J. 1995. Marco Geológico y Ambiental del Área de Estudio. Capítulo 1: 1-9. En: La Langostilla: Biología, Ecología y Aprovechamiento. Eds. Auriol-Gamboa, D. y Balart, E.F. Pub. Esp. CIBNOR, 233 p.
- Chávez, F. P., J. T. Pennington, C. G. Castro, J. P. Ryan, R. P. Michisaki, B. Schlining, P. Walz, K. R. Buck, A. McFadyen, and C. A. Collins. 2002. Biological and chemical consequences of the 1997-1998 El Niño in central California waters. *Progress in Oceanography*. 54: 205-232.
- Conant, T.A., P.H. Dutton, T. Eguchi, S.P. Epperly, C.C. Fahy, M.H. Godfrey, S.L. MacPherson, E.E. Possardt, B.A. Schroeder, J.A. Seminoff, M.L. Snover, C.M. Upite, and B.E. Witherington. 2009. Loggerhead sea turtle (*Caretta caretta*) 2009 status review under the U.S. Endangered Species Act. Report of the Loggerhead Biological Review Team to the National Marine Fisheries Service, August 2009. 222 pp.
- Croxall, J. P., S. H. M. Butchart, B. Lascelles, A. J. Stattersfield, B. Sullivan, A. Symes, and P. Taylor. 2012. Seabird conservation status, threats and priority actions: a global assessment. *Bird Conservation International* 22:1–34.
- Deraniyagala M. A. 1933. The loggerhead turtles (Caretidae) of Ceylon. *Ceylon J. Sci.* (B) XVIII, Pt 1: 61-73.
- Dodd, C. K., Jr. 1988. Synopsis of the biological data on the loggerhead sea turtle *Caretta caretta* (Linnaeus 1758). U.S. Fish Wildl. Serv. Biol. Rep. 88 (14), 110 p.
- Dulvy, N. K. et al. 2008. You can swim but you can't hide: the global status and conservation of oceanic pelagic sharks and rays. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 18:459–482.

ANEXO I. Estado del arte

- Dutton P., Davis S., Guerra T. and D Owens. 1996. Molecular Phylogeny for Marine Turtles Based on Sequences of the ND4-Leucine tRNA and Control Regions of Mitochondrial DNA. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 5(3): 511–521.
- Ebbesmeyer, C. C., Cayan, D. R., McLain, D. R., Nichols, F. H., Peterson, D. H. & K. T. Redmond. 1991. 1976 step in the Pacific climate: forty environmental changes between 1968-1975 and 1977-1984. Seventh annual Pacific climate workshop (PACCLIM), Asilomar, California, USA, April 1990.
- Eckert, S.A., Gearhart, J., Bergmann, C. and Eckert, K.L. (2008) Reducing leatherback sea turtle bycatch in the surface drift-gillnet fishery in Trinidad. *Bycatch Communication Newsletter* 8: 2–6.
- Esliman-Salgado A & H. Peckham 2013 Gestión para conservar la tortuga amarilla (*Caretta caretta*) en el Golfo de Ulloa, Baja California Sur, México. *Memorias 19na Reunión de Especialistas en Tortugas Marinas de Latinoamérica*. 2 y 3 de Febrero de 2013, Baltimore-Maryland, USA.
- Estrades A., Souza G., Scarabino F., Laporta M., Miller P., Rinderknecht A., Sánchez P. 2007. Ecología alimenticia de la tortuga Cabezona (*Caretta caretta*) en la plataforma uruguaya: resultados preliminares. Libro de Resúmenes de las III Jornadas de Conservación e Investigación de Tortugas Marinas en el Atlántico Sur Occidental, 26 al 28 de octubre de 2007, Piriapolis, Uruguay.
- Etnoyer, P., D. Canny, B. Mate y L. Morgan 2004. Persistent pelagic habitats in the Baja California to Bering sea (B2B) Ecoregion. *Oceanography*, 17(1):90-101.
- Etnoyer P., Canny D., Mate B. Morgand L., Ortega-Ortiz J. and W Nichols. 2006. Sea-surface temperature gradients across blue whale and sea turtle foraging trajectories off the Baja California Peninsula, Mexico. *Deep-Sea Research II* 53: 340–358.
- FAO Fisheries and Aquaculture Department. 2010. Guidelines to reduce sea turtle mortality in fishing operations. Rome, FAO. 128pp
- Fiedler, P. C. 2002. Environmental change in the eastern tropical Pacific Ocean: review of ENSO and decadal. *Marine Ecology Progress Series*. 244: 265–283.
- Gaos AR., Maldonado D. and H Peckham. 2009. Loggerhead Bycatch and Reduction off the Pacific Coast of Baja California Sur, Mexico. In: Project GloBAL Workshop Proceedings: Tackling Fisheries Bycatch: Managing and reducing sea turtle bycatch in gillnets. Project GloBAL Technical Memorandum No. 1: 57pp
- Gardner SC, Nichols WJ (2001) Assessment of sea turtle mortality rates in the Bahía Magdalena region, Baja California Sur, México. *Chelonian Conserv Biol* 4:197–199
- Garrison, L. P. 2003. Summary of target species and protected resource catch rates by hook and bait type in the pelagic longline fishery in the Gulf of Mexico 1992–2002. Contribution # PRD-02/03-08 of NOAA, National Marine Fisheries Service, <http://www.sefsc.noaa.gov/seaturtleunpublishedreports.jsp>.
- Gearhart, J. and Eckert, S.A. (2007) Field Tests to Evaluate the Target Catch and Bycatch Reduction Effectiveness of Surface and Mid-Water Drift Gillnets in Trinidad. WIDECAST Information Document No. 2007-01. Wider Caribbean Sea Turtle Conservation Network, Beaufort, NC, USA. 21 pp.

ANEXO I. Estado del arte

- Gilman, E., Zollett, E., Beverly, S., et al. (2006) Reducing sea turtle bycatch in pelagic longline gear. *Fish and Fisheries* 7, 2–23.
- Gilman E, Gearhart J, Price B, Eckert S and others (2009) Mitigating sea turtle bycatch in coastal passive net fisheries. *Fish Fish* 11:57–88
- Godley BJ, Blumenthal JM, Broderick AC, Coyne MS, Godfrey MH, Hawkes LA, Witt MJ (2008) Satellite tracking of sea turtles: Where have we been and where do we go next? *Endang Species Res* 4:3–22
- GTC-CONABIO 2012. Propuesta integral para la conservación y protección de la tortuga caguama del Pacífico (*Caretta caretta*) dentro de su hábitat crítico de alimentación y desarrollo en el Golfo de Ulloa, Baja California Sur
- Hart KM, Mooreside P, Crowder LB (2006) Interpreting the spatio-temporal patterns of sea turtle strandings: going with the flow. *Biol Conserv* 129: 283–290.
- Hatase H, Omuta K, Tsukamoto K (2007) Bottom or midwater: alternative foraging behaviours in adult female loggerhead sea turtles. *J Zool* 273(1):46–55.
- Hawkes, L.A., Broderick, A.C., Coyne, M.S., Godfrey, M.H., Lopez-Jurado, L.-F., Lopez-Suarez, P., Merino, S.E., Varo-Cruz, N. & Godley, B.J. (2006). Phenotypically linked dichotomy in sea turtle foraging requires multiple conservation approaches. *Curr. Biol.* 16, 990–995 (online DOI: 10.1016/j.cub.2006.03.063).
- Hernández-Vázquez S., D. Lluch B., D.B. Lluch C. y C.A. Salinas Z. 1991. Marco ambiental de la Costa Occidental de la Península de Baja California, México. Guzmán del Proó (Editor) Memorias del Taller México-Australia sobre reclutamiento de rec. bentónicos de B.C. SEPESCA-IPN, México.
- Hewitt R. 1981. eddies and speciation in the California Current. *CalCOFI Rep* 22: 96-98.
- Howell et al. 2008. Turtle Watch: a tool to aid in the bycatch reduction of loggerhead turtles *Caretta caretta* in the Hawaii-based pelagic longline fishery. *Endangered Species Research* doi: 10.3354/esr00096.
- Howell E., Dutton P., Polovina J., Bailey H., Parker D. and G Balazs. 2010. Oceanographic influences on the dive behavior of juvenile loggerhead turtles (*Caretta caretta*) in the North Pacific Ocean. *Mar. Biol.* 157:1011–1026.
- INAPESCA (2012) Evaluación biotecnológica de artes de pesca alternativas en la pesquería ribereña del Golfo de Ulloa B.C.S. para evitar la captura incidental de especies no objetivo. Instituto Nacional de Pesca, Dirección General Adjunta de Investigación Pesquera
- Ishihara T., N. Kamezaki, Y. Matsuzawa, F. Iwamoto, T. Oshika, Y. Miyagata, C. Ebisui, and S. Yamashita. 2011. Reentry of juvenile and subadult loggerhead turtles into natal waters of Japan. *Current Herpetology* 30(1):63–68.
- IUCN (2008) Red List of Threatened Species. International Union for the Conservation of Nature, Gland, Switzerland.
- Kerosky SM, Sirovic A, Roche LK, Baumann-Pickering S, Wiggins SM, Hildebrand JA, 2012. Bryde's whale seasonal range expansion and increasing presence in the Southern California Bight from 2000 to 2010. *Deep-Sea Research I* 65:125–132.

- Koch V, Nichols WJ, Peckham SH, de la Toba V (2006) Estimates of sea turtle mortality from poaching and bycatch in Bahía Magdalena, Baja California Sur, Mexico. *Biological Conservation* 128: 327-334
- Koch V, Peckham H, Mancini A, 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
- Kurczyn, J. A., E. Beier, M. F. Lavín, and A. Chaigneau (2012), Mesoscale eddies in the northeastern Pacific tropical-subtropical transition zone: Statistical characterization from satellite altimetry, *J. Geophys. Res.*, 117, C10021, doi:10.1029/2012JC007970.
- Largarcha, E., M. Parrales, L. Rendón, V. Velasquez, M. Orozco and M. Hall. 2005. Working with the Ecuadorian fishing community to reduce the mortality of sea turtles in longlines: the first year Match 2004–March 2005. Unpublished document, Western Pacific Regional Fishery Management Council. 57 pp.
- Lazar B., Gracan R., Katic J., Zavodnik D., Jaklin A., & N. Tvrtkovic. 2011. Loggerhead sea turtles (*Caretta caretta*) as bioturbators in neritic habitats: an insight through the analysis of benthic molluscs in the diet. *Marine Ecology* 32: 65–74
- Le Boeuf BJ, Pérez-Cortés MH, Urbán RJ, Mate BR, Ollervides UF (2000) High gray whale mortality and low recruitment in 1999: potential causes and implications. *J Cet Res Manag* 2: 85–99.
- Lenz, A. J. 2009. Dieta da tartaruga-cabeçuda, *Caretta caretta* (Testudines, Cheloniidae), no litoral norte do Rio Grande do Sul. Tesis de Licenciatura. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brazil: 39 pp.
- Lewison RL, Freeman SA, Crowder LB (2004) Quantifying the effects of fisheries on threatened species: the impact of pelagic longlines on loggerhead and leatherback sea turtles. *Ecol Lett* 7:221–231.
- Lewison, R. L., D. C. Nel, F. Taylor, J. P. Croxall, and K. S. Rivera. 2005. Thinking big—Taking a largescale approach to seabird bycatch. *Marine Ornithology* 33:1–5.
- Lewison, R. L. et al. 2012. Research priorities for seabirds: improving conservation and management in the 21st Century. *Endangered Species Research* 17:93–121.
- Ley-Quíñonez C, Zavala-Norzagara A, Espinosa-Carreón TL, Peckham SH, Marquez-Herrera C, Campos-Villegas L, Aguirre AA (2011) Baseline heavy metals and metalloid values in blood of loggerhead turtles (*Caretta caretta*) from Baja California Sur, Mexico. *Marine Pollution Bulletin* 62: 1979-1983
- Lluch-Belda, D., Crawford, R.J.M., Kawasaki, T., MacCall, A.D., Parrish, R.H., Schwartzlose R.A & P.E. Smith. 1989. World-wide fluctuations of sardine and anchovy stocks: The regime problem. *South African Journal of Marine Science* 8: 195-205.
- Lluch-Belda, D. 2000. Centros de actividad biológica en la costa occidental de Baja California. En: D. Lluch-Belda, J. Elorduy-Garay, S.E. Lluch-Cota y G. Ponce-Díaz (Eds.). BAC. Centros de Actividad Biológica del Pacífico mexicano: 49-64.
- Lluch-Belda, D., Lluch-Cota, D.B. & S.E. Lluch-Cota. 2005. Changes in marine faunal distributions and ENSO events in the California Current. *Fisheries Oceanography*. 14 (6): 458–467.

ANEXO I. Estado del arte

- Lucero-Romero J. S. 2009 Gillnet Bycatch in the Southern Part of “Bahía De Ulloa,” Baja California Sur. In: Project GloBAL Workshop Proceedings: Tackling Fisheries Bycatch: Managing and reducing sea turtle bycatch in gillnets. Project GloBAL Technical Memorandum No. 1: 57pp
- Maldonado, D., Peckham, S.H. and Nichols, W.J. (2006) Reducing the bycatch of Loggerhead turtles (*Caretta caretta*) in Baja California Sur: experimental modification of gillnets for fishing halibut. In: Second Western Pacific Sea Turtle Cooperative Research and Management Workshop (ed I. Kinan). Western Pacific Regional Fishery Management Council, Honolulu, USA, pp. 59–68.
- Mangel JC, Alfaro-Shigueto J, Witt MJ, Dutton PH, Seminoff JA, Godley BJ (2011) Post-capture movements of loggerhead turtles in the southeastern Pacific Ocean assessed by satellite tracking. *Mar Ecol Prog Ser* 433:261-272
- Mantua, N. J., S. R. Hare, Y. Zhang, J. M. Wallace & R. C. Francis. 1997. A Pacific decadal climate oscillation with impacts on salmon. *Bulletin of the American Meteorological Society* 78: 1069-1079.
- McCracken, M.L., 2000. Estimation of sea turtle take and mortality in the Hawaiian longline fisheries. South West Fisheries Centre, Administrative Report H-00-06, 29p.
- Mercuri M (2007) Varamientos de mamíferos marinos en Isla Magdalena, BCS México y su relación con factores físicos y biológicos. Tesis de Maestría, La Paz: Instituto Politécnico Nacional-CICIMAR. 125 p.
- Minami H., Yokota K. and M. Kiyota 2006. Effect of circle hooks and feasibility of de-hooking devices to reduce incidental mortality of sea turtles in the Japanese longline fishery. National Research Institute of Far Seas Fisheries Japan.
- Moriya F. 2010. Strandings of Sea Turtles on the Pacific Coast of the Boso Peninsula, Central Japan, in 2006-2008. *Nat. Hist. Res.* 11(1) 47–52
- Nichols WJ, Resendiz A, Seminoff JA, Resendiz B (2000) Transpacific migration of a loggerhead turtle monitored by satellite telemetry. *Bulletin of Marine Science* 67: 937–947.
- Nichols, W.J., 2003. Biology and conservation of sea turtles in Baja California, Mexico. Ph.D. Dissertation. The University of Arizona.
- NMFS (National Marine Fisheries Service) 2001a. Endangered Species Act Section 7 Consultation Biological Opinion: Authorization of Pelagic Fisheries under the Fishery Management Plan for the Pelagic Fisheries of the Western Pacific Region.
- NMFS (National Marine Fisheries Service) 2001b. Stock assessments of loggerhead and leatherback sea turtles and an assessment of the impact of the pelagic longline fishery on the loggerhead and leatherback sea turtles in the western North Atlantic. (National Oceanic and Atmospheric Administration, National Marine Fisheries Service, Technical Memorandum NMFS-SEFSC 445, Miami, FL).
- NMFS (National Marine Fisheries Services). 2004. Fisheries off west coast states and in Western Pacific; Western Pacific pelagic fisheries; pelagic longline fishing restrictions,

ANEXO I. Estado del arte

- seasonal area closure, limit on swordfish fishing effort, gear restrictions, and other sea turtle take mitigations measures. Fed Regist 69:64585-64587.
- NMFS (National Marine Fisheries Service). 2013. Biological Report on the Designation of Marine Critical Habitat for the Loggerhead Sea Turtle, *Caretta caretta*. National Marine Fisheries Service.
- Parker, D.M., Cooke, W.J. & Balazs, G.H. (2005). Diet of oceanic loggerhead sea turtles (*Caretta caretta*) in the central North Pacific. Fish. Bull. 103, 142–152.
- Peckham, S.H., Nichols, W.J., 2003. Why did the turtle cross the ocean? Pelagic red crabs and loggerhead turtles along the Baja California coast. In: Seminoff, J.A. (compiler). Proceedings of the Twenty-Second Annual Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation. NOAA Technical Memorandum NMFS-SEFSC-503, 308pp.
- Peckham SH, Maldonado-Diaz D, Walli A, Ruiz G, Nichols WJ, Crowder LB (2007) Small-scale fisheries bycatch jeopardizes endangered Pacific loggerhead turtles. PLoS ONE 2:e1041
- Peckham SH, Maldonado-Diaz D, Koch V, Mancini A, Gaos A, Tinker MT, Nichols WJ (2008) High mortality of loggerhead turtles due to bycatch, human consumption and strandings at Baja California Sur, Mexico, 2003 to 2007. Endang Species Res 5:171–183
- Peckham SH, Maldonado-Diaz D, Tremblay Y, Ochoa R and others (2011) Demographic implications of alternative foraging strategies in juvenile loggerhead turtles *Caretta caretta* of the North Pacific Ocean. Mar Ecol Prog Ser 425: 269–280
- Polovina, J.J., Balazs, G.H., Howell, E.A., Parker, D.M., Seki, M.P. & Dutton, P.H. (2004). Forage and migration habitat of loggerhead (*Caretta caretta*) and olive ridley (*Leptochelys olivacea*) sea turtles in the central North Pacific Ocean. Fish. Oceanogr. 13, 36–51.
- Price, B. and Van Salisbury, C. (2007) Low-Profile Gillnet Testing in the Deep Water Region of Pamlico Sound, NC. North Carolina Department of Environment and Natural Resources, Division of Marine Fisheries, Morehead City, NC, USA.
- Ramírez-Rodríguez M, de la Cruz Agüero G, Marín-Monroy EA., Ojeda de la Peña M y G Ponce-Díaz. 2010. Estudio sobre la caracterización socioeconómica y pesquera del área del Golfo de Ulloa, Baja California Sur. CICIMAR-IPN SEMARNAT. 112 pp.
- Read, A. J., P. Drinker, and S. Northridge. 2006. Bycatch of marine mammals in U.S. and global fisheries. Conservation Biology 20:163–169.
- Read, A.J. 2007. Do Circle Hooks Reduce the Mortality of Sea Turtles in Pelagic Longlines? A Review of Recent Experiments. Biological Conservation 135:155–169.
- Revelles M, Cardona L, Aguilar A, Felix MS, Fernandez G (2007) Habitat use by immature loggerhead sea turtles in the Algerian Basin (Western Mediterranean): swimming behaviour, seasonality and dispersal pattern. Mar Biol 151: 1501–1515
- Rodríguez-Valencia JA., Cisneros-Mata M A, Ortega-Casillas H., Castro-Leal I., Rodríguez-Domínguez G., Chávez-Castro A. y L. Rodríguez-Delgado. 2008. Anzuelos circulares como opción para reducir la captura incidental en las operaciones

- pesqueras de los palangreros ribereños de Sinaloa (México). *Ciencia Pesquera* 16: 67-78.
- Romero V, LD Soriano, AL Sandoval, J Bravo, L Aguilar, H Peckam, M Olivera, M Harfush, HM Zepeda-Lopez and AA Aguirre. (2008). Sea turtle fibropapillomatosis in Mexico: Is it a viral etiology? *Proceedings of the Twenty-Eight Annual Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation*. 18-26 January, Loreto, Baja California, Mexico, no. 42.
- Rossi, N. A. (2009). Health and reproductive assessment of endangered Loggerhead turtles in Baja California Sur, Mexico. Department of Ecology, Evolution and Environmental Biology. New York, Columbia University. M.A. Conservation Biology
- Sales G, Giffoni BB, Fiedler FN, Azevedo VG, Kotas JE, Swimmer Y, Bugoni L. 2010. Circle hook effectiveness for the mitigation of sea turtle bycatch and capture of target species in a Brazilian pelagic longline fishery. *Aquat Conserv Mar Freshwat Ecosyst*. 20:428–436. <http://dx.doi.org/10.1002/aqc.1106>
- Salvadeo C., Daniel Lluch-Belda, Salvador Lluch-Cota & Milena Mercuri. 2011. Review of Long term macro-fauna movement by multi-decadal warming trends in the Northeastern Pacific. *Climate Change-Geophysical Foundations and Ecological Effects*, ISBN 978-953-307-419-1
- Salvadeo C. 2012. Variabilidad climática de gran escala y sus efectos ecológicos en el Pacífico mexicano. Tesis de Doctorado. CICIMAR-IPN, La Paz, Baja California Sur, México. 70 pp.
- Salvadeo C., Saldívar-Lucio R., Villalobos H. and D. Lluch-Belda. *En prensa*. Variabilidad de media y baja frecuencia en el Pacífico mexicano, sus efectos ecológicos y su importancia en los pronósticos climáticos de largo plazo. Documento académico del Segundo Congreso Nacional de Investigación en Cambio Climático. Universidad Nacional Autónoma de México. México DF.
- Santos, M. N., Coelho, R., Fernandez-Carvalho, J. and Amorim, S. (2013). Effects of 17/0 circle hooks and bait on sea turtles bycatch in a Southern Atlantic swordfish longline fishery. *Aquatic Conserv: Mar. Freshw. Ecosyst.* doi: 10.1002/aqc.2324
- Scott E O and B C Mollison. 1956. The Indo-Pacific redbrown loggerhead turtle, *Caretta caretta gigas* Deraniyagala, and the leathery turtle, *Dermochelys coriacea* (Linne) in Tasmanian waters. *Procc. Royal Soc. of Tasmania* 90: 59-65.
- Seminoff JA, Resendiz A, Resendiz B, Nichols WJ (2004) Occurrence of loggerhead sea turtles (*Caretta caretta*) in the Gulf of California, Mexico: evidence of life-history variation in the Pacific Ocean. *Herpetol Rev* 35:24–27
- Seminoff JA, Peckham SH, Eguchi T, Sarti-Martinez A, Rangel-Acevedo R, Forney KA, Nichols WJ (2006) Loggerhead turtle density and abundance along the Pacific coast of the Baja California peninsula, Mexico. In: Frick M, Panagopoul A, Rees AF, Williams K (eds) *Book of Abstracts. Twenty Sixth Annual Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation*. International Sea Turtle Society, Athens, p 321
- Seney E. E. and J. A. Musick (2007) Historical Diet Analysis of Loggerhead Sea Turtles (*Caretta Caretta*) in Virginia. *Copeia*: May 2007, Vol. 2007, No. 2, pp. 478-489

- Serafy JE, Cooke SJ, Diaz GA, Graves JE, Hall M, Shivji M, Swimmer Y. 2012. Circle hooks in commercial, recreational, and artisanal fisheries: research status and needs for improved conservation and management. *Bulletin of Marine Science* 88: 605–621.
- Shiga M., Shiode D., Hu F. & Tokai T. 2006. Deep setting of tuna longline hooks using mid-water float system with long float lines to avoid sea turtle bycatch. *Proc. 3rd Int. Symp. SEASTAR and Asian Bio-logging Science*
- Shiode, D., Hu, F., Shiga, M., Yokota, K., and Tokai, T. (2005). Midwater float system for standardizing hookdepths on tuna longlines to reduce sea turtle by-catch, *Fish. Sci.* 71: 1182-1184.
- Snover, M.L., A.A. Hohn, L.B. Crowder, S.A. Macko. 2010. Combining stable isotopes and skeletal growth marks to detect habitat shifts in juvenile loggerhead sea turtles *Caretta caretta*. *Endangered Species Research.* 13:25-31.
- Soykan, C. U., J. E. Moore, R. Zydels, L. B. Crowder, C. Safina, and R. L. Lewison. 2008. Why study bycatch? An introduction to the Theme Section on fisheries bycatch. *Endangered Species Research* 5:91–102.
- Soto-Mardones L., A. Parés–Sierra, J. García, R. Durazo, S. Hormazabal. 2004. Analysis of the mesoscale structure in the IMECOCAL region (off Baja California) from hydrographic, ADCP and altimetry data. *Deep Sea Research II*, 51: 785–798.
- Strub, P. T., and C. James (2002), Altimeter-derived surface circulation in the large-scale NE Pacific Gyres. Part 1. Seasonal variability, *Prog. Oceanogr.*, 53, 163–183.
- Swimmer Y, Arauz R, Higgins B, McNaughton M, McCracken J, Ballesterio J, Brill R. 2005. Food color and marine turtle feeding behavior: can blue bait reduce turtle bycatch in commercial fisheries? *Marine Ecology Progress Series* 295: 273–278.
- Tomas J., Aznar F.J., Raga J.A. 2001. Feeding ecology of the loggerhead turtle *Caretta caretta* in the western Mediterranean. *Journal of Zoology* 255: 525–532.
- Trites, A. W., Deecke, V. B., Gregr, E. J., Ford, J. K. B. & P. F. Olesiuk. 2007. Killer whales, whaling and sequential megafaunal collapse in the North Pacific: a comparative analysis of dynamics of marine mammals in Alaska and British Columbia following commercial whaling. *Marine Mammal Science* 23: 751-765.
- Van Houtan KS, Halley JM (2011) Long-Term Climate Forcing in Loggerhead Sea Turtle Nesting. *PLoS ONE* 6(4): e19043. doi:10.1371/journal.pone.0019043
- Varo-Cruz N., Hawkes L., Cejudo D., López P., Coyne M., Godley B. and L. López-Jurado. 2013. Satellite tracking derived insights into migration and foraging strategies of male loggerhead turtles in the eastern Atlantic. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 443: 134–140
- Villanueva, D., 1991. La tortuga perica, *Caretta caretta gigas* (Deraniyagala, 1939), en la costa del Pacífico de Baja California Sur, Mexico. Departamento de Biología Marina. UABCS. La Paz, BCS, México, 68pp.
- Vögler-Santos, R. E., E. J. Beier, S. Ortega García, H. Santana Hernández y J. J. Valdez Flores. (2012) Ecological patterns, distribution and population structure of *Prionace glauca* (Chondrichthyes: Carcharhinidae) in the tropical-subtropical transition zone of the north-eastern Pacific. *Marine Environmental Research.* 73(2): 37-52

- Wallace, B. P., S. S. Heppell, R. L. Lewison, S. Kelez, and L. B. Crowder. 2008. Impacts of fisheries bycatch on loggerhead turtles worldwide inferred from reproductive value analyses. *Journal of Applied Ecology* 45:1076–1085.
- Wallace, B. P., Avens L, Braun-McNeill J, McClellan CM. 2009. The diet composition of immature loggerheads: Insights on trophic niche, growth rates, and fisheries interactions. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 373: 50–57
- Wallace, B. P., R. L. Lewison, S. McDonald, R. T. McDonald, R. K. Bjorkland, S. Kelez, C. Kot, E. M. Finkbeiner, S. Helmbrecht, and L. B. Crowder. 2010. Global patterns of marine turtle bycatch in fisheries. *Conservation Letters* 3:131–142.
- Wallace BP, DiMatteo AD, Bolten AB, Chaloupka MY, Hutchinson BJ, et al. (2011) Global Conservation Priorities for Marine Turtles. *PLoS ONE* 6(9): e24510. doi:10.1371/journal.pone.0024510.
- Wallace BP, Kot C, DiMatteo AD, Lee T, Crowder L, & RL Lewison. 2013. Impacts of fisheries bycatch on marine turtle populations worldwide: toward conservation and research priorities. *Ecosphere* 4(3): 1-49
- Wang, J., Fisler, S. and Swimmer, Y. (2010) Developing visual deterrents to reduce sea turtle bycatch in gill net fisheries. *Mar Ecol Prog Ser* 408: 241–250
- Watson J., Epperly S., Foster D. and Shah A. 2005. Fishing methods to reduce sea turtle mortality associated with pelagic longlines. *Canadian Journal of fisheries and Aquatic Sciences* 62: 965-981.
- Wingfield DK, Peckham SH, Foley DG, Palacios DM, Lavaniegos BE, et al. (2011) The Making of a Productivity Hotspot in the Coastal Ocean. *PLoS ONE* 6(11): e27874. doi:10.1371/journal.pone.0027874.
- Witherington, B.E. 2002. Ecology of neonate loggerhead turtles inhabiting lines of downwelling near a Gulf Stream front. *Marine Biology* 140:843–853.
- Yen P P, Sydeman W.J., Bograd S.J. and K.D. Hyrenbach. 2006. Spring-time distributions of migratory marine birds in the southern California Current: Oceanic eddy associations and coastal habitat hotspots over 17 years. *Deep-Sea Research II* 53: 399–418
- Yeo, B.H., Squires, D., Ibrahim, K. et al. (2007) Fisher Profiles and Perceptions of Sea Turtle-Fishery Interactions: Case Study of East Coast Peninsular Malaysia. *The WorldFish Center Discuss. Ser. No. 6*. The WorldFish Center, Penang, Malaysia, 69 p.
- Zavala-Norzagaray A, Hart E. C, Canizalez-Roman A, Aguilar-Claussell P, Ley-Quirñonez C, Aguirre-Alonso A. 2013. Primer registro de tortuga amarilla (*Caretta caretta*), en el estado de Sinaloa, Golfo de California, México Memorias 19na Reunión de Especialistas en Tortugas Marinas de Latinoamérica. 2 y 3 de Febrero de 2013, Baltimore-Maryland, USA.

Revisión y evaluación de la bibliografía sobre la mortalidad de tortugas en aguas del Golfo de Ulloa y sus posibles causas

Elaborado por Dr. Christian Salvadeo

Resumen: Como parte del proyecto "Estudio sobre las Causas de Muerte de la Tortuga Amarilla (*Caretta caretta*) en la Costa Occidental de Baja California Sur (Golfo De Ulloa)" liderado por la CONANP y las instituciones de educación superior e investigación UABCS-CIBNOR-CICIMAR se está llevando a cabo la revisión y evaluación de los artículos e informes técnicos citados en la carta que se envió al presidente de la Nación alertando sobre la problemática de la mortandad de tortugas en la región del Golfo de Ulloa y posible embargo pesquero. El objetivo de esta revisión es tener un panorama más claro sobre lo que ya se sabe y cuáles son las lagunas de información para enriquecer el informe final del proyecto y para orientar el esfuerzo de investigación y análisis de los muestreos que se está llevando. En ese sentido se presenta el informe preliminar donde el análisis bibliográfico se ordena según 4 temáticas principales: 1) aspectos veterinarios 2) aspectos ecológicos 3) deriva de cadáveres y oceanografía y 4) estimación y causas de mortalidad.

Aspectos veterinarios

Sobre esta temática se identificaron cuatro trabajos (Tabla I) cuyos objetivos principales fueron 1) Determinar el estado de salud de las caguamas vivas y varadas en el Golfo de Ulloa y 2) generar línea base sobre concentración de metales pesados. Con respecto a la determinación del estado de salud de los animales la intoxicación por mareas rojas parece ser la causa más evidente de mortalidad ya que todos los animales frescos presentaron signos de intoxicación (Aguirre et al. 2011). Aunque esta apreciación es bastante especulativa ya que las tortugas examinadas solo representan el 1% del

total. Con relación a enfermedades relacionadas con el herpesvirus parece ser que este no es un problema para la región del Golfo de Ulloa y la química sanguínea de animales vivos se encuentra dentro de lo que se considera parámetros normales (Romero et al. 2008; Rossi et al. 2008; Rossi 2009). Con respecto a la concentración de metales pesados (Ley-Quiñónez et al. 2011) tal y como lo destacan los autores este es un trabajo base del cual no se pueden sacar muchas conclusiones y al igual que ellos se recomienda hacer más estudios al respecto. En ese sentido no se puede decir si las tortugas están bien o mal de salud.

Sin embargo no reportan si los animales presentaron signos de muerte por asfixia (enmalle en redes) o por desangrado en tubo digestivo (ingesta de anzuelo). En este caso pueden darse dos escenarios: 1) no se hicieron dichas observaciones o 2) las tortugas no presentaron tales signos. Una crítica al trabajo es que no le hicieron química sanguínea a tortugas varadas frescas para compararlas con las que presentaron una química sanguínea aparentemente sana. En definitiva los trabajo no responde la pregunta de que si las tortugas que varan en playa San Lázaro están sanas o no. Hubiera sido bueno, de ser posible, evaluar la química sanguínea de las tortugas varadas frescas (26 según el trabajo con gónadas). Para esta temática se identificó y se solicitó la opinión a la Dra. Mónica Lara (UABCS) y al Dr. Amaury Cordero (CIBNOR) mismas que aún no han sido entregadas cabe señalar que se acordó una reunión para discutir el tema con la Dra. Lara.

Tabla I: trabajos relacionados con aspectos veterinarios en tortugas capturadas y varadas: AP artículo publicado PC presentación congreso TM Tesis Maestría.

Referencia	Tipo	Objetivo
Romero et al. 2008	PC	Evaluar la presencia de fibro-papilomas en tortugas en México.
Rossi et al. 2008 Rossi 2009	TM y PC	Evaluar el estado de salud de las tortugas capturadas incidentalmente y varadas en el Golfo de Ulloa.

Referencia	Tipo	Objetivo
Aguirre et al. 2011	PC	Determinar el estado de salud de las caguamas vivas y varadas en el Golfo de Ulloa
Ley-Quiñónez et al. 2011	AP	Generar línea base de concentración de metales pesados en sangre en caguamas clínicamente saludables

Aspectos ecológicos

Sobre esta temática se identificaron dos trabajos (Tabla 2). En el primer trabajo Peckham et al. (2011) se evaluaron las consecuencias demográficas de las estrategias de forrajeo en juveniles de caguama en el Pacífico Norte encontrando que los juveniles que habitan aguas neríticas de BCS tienen una estrategia energética favorable alcanzando mayores tallas y por ende un estado corporal y reproductivo mayor y suponen que por estas ventajas demográficas de los juveniles de BCS es prioritaria su protección ya que su aporte a la recuperación de la población puede ser mayor. En este caso las hipótesis planteadas suenan lógicas sin embargo no dejan de ser hipótesis ya que no lo demuestran con datos de seguimiento en el crecimiento de tortugas en ambos ambientes. Además la estadística no es contundente para decir que las tortugas de Baja tienen un tamaño mayor que las del Pacífico Norte ($p=0.056$) incluso las tallas de Baja (71.4 ± 6.9) quedarían incluidas dentro de los valores poblacionales de las tortugas oceánicas del Pacífico Norte (67 ± 11.2) por lo que la diferencia sería mínima por lo que la hipótesis perdería sustento. La conclusión de este trabajo sobre conservación es contradictoria ya que consideran proteger a las tortugas de la pesca cuando esta es la que le da supuestamente una ventaja demográfica extra al alimentarse de peces descartados por la misma pesquería; en dado caso las tortugas oceánicas serían más vulnerables por estar en un ambiente desfavorable. Para finalizar se recomienda realizar un trabajo de captura y recaptura de tortugas en ambos ambientes y hacer mediciones de la talla.

En el segundo trabajo (Allen et al. 2013) los autores plantean que las tortugas que son capturadas incidentalmente o que varan frente a las costas de California son tortugas

oceánicas del Pacífico Norte y no de Baja. En este caso su interpretación es muy difícil de defender en primer lugar porque las muestras de tejido son de diferentes años y en segundo lugar utilizan el Nitrógeno como marcador geográfico cuando este es mejor indicativo de la posición trófica dentro de un ambiente y omiten la señal del Carbono el cual si tiene un fuerte componente geográfico en su señal. A partir de sus resultados se podría plantear una segunda hipótesis mucho más fácil de defender y que sería que los animales de california sería un grupo distinto a los otros dos (determinado por las diferencias en el carbono de los tres sitios) y partiendo de los valores de nitrógeno en la región oceánica y en las costas de california (con señales similares) se estarían alimentando de organismos en la base de la cadena trófica (ej. macrozooplancton) mientras que en baja la señal estaría determinada por que se alientan de peces descartados por la pesquería. Cabe señalar que esta en este caso se consultó con el Dr. Sergio Aguiñiga especialista en isotopos estables para quien le pareció acertada la crítica al trabajo.

Tabla 2: trabajos relacionados con aspectos ecológicos

Referencia	Tipo	Objetivo
Peckham et al. 2011	AP	Evaluar las posibles consecuencias demográficas de las estrategias de forrajeo en juveniles de caguama.
Allen et al. 2013	AP	Determinar procedencia de las caguamas que varan o son capturadas incidentalmente en aguas californianas durante episodios cálidos relacionados con el Niño.

Deriva de cadáveres y oceanografía

Sobre esta temática solo hay un trabajo (Koch et al. 2013) cuyo objetivo fue evaluar la magnitud relativa de los varamientos de caguama estimando la probabilidad de varar una tortuga muerta por captura incidental en las áreas de pesca artesanal en la costa oeste de BCS. Para lo cual se estimó la probabilidad de que vare un animal muerto en el área de pesca utilizando naranjas como dispositivos de deriva; bajo la suposición de que

las naranjas se van a comportar igual que un cadáver de tortuga. Sus resultados muestran nuevamente que el sur del Golfo de Ulloa (playa San Lázaro) es un sitio de elevada mortalidad de caguamas por ejemplo la mortalidad calculada para un periodo de 30 días en el 2010 es aproximadamente igual al número total de varamientos observados en un año. Los autores reconocen que sus estimaciones de mortalidad en el mar son una aproximación razonable de lo que puede estar ocurriendo aunque recomiendan combinar otras aproximaciones. En este caso sus estimaciones deben tomarse con mucho cuidado debido al sesgo que tienen al suponer que las naranjas se comportaran igual que un cadáver de tortuga además no tienen en cuenta otros factores (Tabla 3) importantísimos a la hora de considerar la deriva de cadáveres y determinar su origen geográfico como por ejemplo la deriva profunda. En ese sentido se ha observado que puede haber un desplazamiento de aproximadamente 500 km desde el sitio donde el animal muere y se hunde hasta donde sale a flote nuevamente y comienza a derivar superficialmente (Epperly et al. 1996); teniendo en cuenta lo anterior es posible que muchas de las tortugas varadas en playa San Lázaro posiblemente hayan muerto fuera de los límites geográficos del Golfo de Ulloa.

Tabla 3: factores que pueden afectar la deriva de cadáveres de tortugas muertas en altamar.

Factores	Consideraciones	Referencia
Flotabilidad (biológico)	• Tamaño y peso del animal • Tasa de descomposición (descomposición en función del tiempo) • Presencia de carroñeros	Epperly et al. 1996 Hart et al. 2006
Vientos (atmosférico)	• Estacionalidad (cambios en dirección e intensidad)	Hart et al. 2006 Koch et al. 2013
Corrientes (oceánico)	• De fondo (cadáver fresco sin flotabilidad) • Superficiales (cadáver descompuesto con flotabilidad) • Estacionalidad (cambios en dirección e intensidad) • Surgencias	Epperly et al. 1996 Crowder et al. 1995 Lewison et al. 2006 Hart et al. 2006 Koch et al. 2013

ANEXO I. Estado del arte

Factores	Consideraciones	Referencia
	• Mareas • Movimiento las de aguas cerca de la costa (determinante en donde se depositan los cadáveres)	
Temperatura (clima)	• Estacionalidad • Determinante en la tasa de descomposición	Hart et al. 2006
Topografía (geográfico)	• Profundidad pendiente forma y orientación de la costa (determinante en donde y como se depositan los cadáveres)	Hart et al. 2006 Koch et al. 2013

Estimación y causas de mortalidad

En esta temática se identificaron 5 trabajos (Tabla 4) cuyo objetivo principal fue Identificar que especies presentan la mayor mortalidad en la región de Bahía Magdalena y cuantificar su magnitud y causas probables de mortalidad. En todos los casos se utiliza la misma metodología que es la de hacer recorridos por playas y pueblos en busca de cadáveres. Y para el caso particular del trabajo de Peckham et al. (2007 2008) se utilizaron observadores a bordo en embarcaciones de pesca para cuantificar la captura incidental de animales. En todos los trabajos coinciden que la especie que presenta una mayor mortalidad en el área del Golfo de Ulloa es la caguama observándose gran cantidad de animales muertos varados en los alrededores de los basurales de los pueblos.

Con respecto a la interacción con pesca se observó una elevada tasa de captura incidental (29 tortugas por 1000 anzuelos 1 tortuga por cada km de red) una de las más elevadas a nivel mundial de un orden de magnitud mayor que lo observado en pesquerías industriales. Utilizando simulaciones de Monte Carlo se estimo que en BCS mueren entre 1500 y 2950 caguamas por año en ambos artes de pesca ubicando a la región como una de las áreas con mayor mortalidad por pesca. Si consideran una población de entre 7,000 a 30,000 individuos estarían muriendo entre el 5 y el 42 % de

la población. Destacan que la mayoría de la captura incidental ocurrió en áreas con profundidades mayores a los 32 m.

Mientras que con animales varados en todos los trabajos llegan a la misma conclusión con respecto a los animales varados en la playa donde la mortalidad por captura incidental fue muy baja ($<1\%$). Sin embargo los autores consideran que esta causa de mortalidad podría estar subestimada porque las marcas de interacción con pesquerías en tortugas son raras y muchas de las tortugas capturadas incidentalmente son consumidas. Además la coincidencia temporal entre varamientos y la temporada de pesca de lenguado y el elevado número de animales capturados incidentalmente reportados (20 tortugas por día) sugieren que la captura incidental es la principal causa de mortalidad en las playas.

A partir de los datos de varamientos y lo observado con las embarcaciones de pesca se estima que en aguas del Golfo de Ulloa mueren miles de tortugas al año debido a la pesca. Una crítica hacia estos trabajos es suponer que todo lo que vara es producto de la pesca; en ese sentido el número de animales que varan por año también es muy elevado y es muy sugestiva la coincidencia con la estacionalidad de ambas pesquerías. Aunque querer atribuir todo a la pesquería esta difícil ya que del total de animales varados solo el 1% presentaron señales de interacción con pesquerías, por lo que otras podrían ser las causas como la intoxicación por mareas rojas (ver Aguirre et al. 2011) o producto de las variaciones del clima. Aunque cabe señalar que en animales muy descompuestos (como la gran mayoría) muchas veces son difíciles de observar marcas de interacción con pesquerías por su avanzado estado de putrefacción.

Con respecto a variaciones en el ambiente como consecuencia de la variabilidad climática de El Niño/a se ha observado que la mortalidad de 94 tortugas prietas hacia finales de 1997 y principios de 1998 frente a la costa de Guerrero Negro coincide con la presencia de un evento de El Niño. Por lo que la elevada mortalidad pudo haber ocurrido por inanición de los animales debido a los efectos de El Niño que afecta el crecimiento de los tapetes de macroalgas y pastos marinos y en particular ese evento de El Niño fue uno de los más fuertes del siglo con reportes de mortalidad de numerosas especies

ANEXO I. Estado del arte

incluyendo ballenas grises por causas relacionadas con la inanición. Otro evento de mortalidad anómalo fue el ocurrido hacia finales del 2006 que nuevamente coincidió con un evento cálido frente a las costas del golfo de Ulloa (ver Anexo I). Por lo anterior la variabilidad climática debe de considerarse como otra posible causa de eventos masivos de mortalidad.

Con respecto a las estimaciones de mortalidad para entender si los modelos matemático utilizados están bien, se le pidió asesoría al Dr. Victor Gomez del CICIMAR misma que aún no ha sido entregada.

Tabla 4: trabajos relacionados con la estimación y causas de mortalidad en tortugas: AP artículo publicado TD Tesis Doctorado.

Referencia	Tipo	Objetivo
Gardner & Nichols 2001	AP	Identificar que especies presentan la mayor mortalidad en la región de Bahía Magdalena cuantificar su magnitud y los grupos de edad mas vulnerables.
Koch et al. 2006	AP	Identificar que especies presentan la mayor mortalidad en la región de Bahía Magdalena cuantificar su magnitud y las posibles causas.
Nichols et al. 2000; Nichols 2003	AP TD	Determinar las principales amenazas para la conservación y causas de muerte de tortugas marinas en la península de Baja California.
Peckham et al. 2007 2008	AP	Se evaluó la mortalidad por causas antropogénicas de la población de caguamas del Pacífico Norte en aguas costeras de BCS.

Referencias

Aguirre AA H Peckham I Stasiak S Hayhurst V de la Toba A Zavala-Norzagaray N Rossi and TR Spraker. (2011). Baseline health parameters of clinically healthy and pathological evaluation of stranded pacific loggerhead turtles (*Caretta caretta*) impacted by small-scale fisheries in Baja California Sur Mexico. 31st Annual Symposium on Sea Turtle Biology

ANEXO I. Estado del arte

- and Conservation: The Next Generation of Research and Conservation 12-15 April San Diego California.
- Allen et al. (2013) Stable isotope analysis reveals migratory origin of loggerhead turtles in the Southern California Bight. *MEPS* 472: 275-285.
- Crowder L. Hopkins-Murphy S. Royle J. 1995. Effects of turtle excluder devices (TEDs) on loggerhead sea turtle strandings with implications for conservation. *Copeia* 4 773–779.
- Epperly S. Braun J. Chester A. Cross F. Merriner J. Tester P. Churchill J. 1996. Beach strandings as an indicator of at sea mortality of sea turtles. *Bulletin of Marine Science* 59 (2) 289–297.
- Gardner SC Nichols WJ (2001) Assessment of sea turtle mortality rates in the Bahía Magdalena region Baja California Sur Mexico. *Chelonian Conservation and Biology* 4: 197-199
- Hart KM Mooreside P Crowder LB (2006) Interpreting the spatio-temporal patterns of sea turtle strandings: going with the flow. *Biol Conserv* 129: 283–290.
- Koch V Nichols WJ Peckham SH de la Toba V (2006) Estimates of sea turtle mortality from poaching and bycatch in Bahía Magdalena Baja California Sur Mexico. *Biological Conservation* 128: 327-334
- Koch V Peckham H Mancini A 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
- Ley-Quíñonez C Zavala-Norzagara A Espinosa-Carreón TL Peckham SH Marquez-Herrera C Campos-Villegas L Aguirre AA (2011) Baseline heavy metals and metalloid values in blood of loggerhead turtles (*Caretta caretta*) from Baja California Sur Mexico. *Marine Pollution Bulletin* 62: 1979-1983
- Lewison R.L. Crowder L.B. Shaver D.J. 2003. The Impact of Turtle Excluder Devices and Fisheries Closures on Loggerhead and Kemp's Ridley strandings in the Western Gulf of Mexico. *Conservation Biology* 17 (4) 1089–1097.
- Nichols WJ (2003) Biology and conservation of sea turtles in Baja California Mexico. PhD Dissertation. School of Renewable Resources University of Arizona Tucson AZ USA
- Peckham SH Maldonado D Walli A Ruiz G Nichols WJ Crowder L (2007) Small-scale fisheries bycatch jeopardizes endangered Pacific loggerhead turtles. *PLoS One* 2(10) doi 10.1371/journal.pone.0001041
- Peckham SH Maldonado-Díaz D Koch V Mancini A Gaos A Tinker MT Nichols WJ (2008) High mortality of loggerhead turtles due to bycatch human consumption and strandings at Baja California Sur Mexico 2003-7. *Endangered Species Research* 5: 171-183 doi 10.3354/esr00123

ANEXO I. Estado del arte

- Peckham SH Maldonado-Diaz D Tremblay Y Ochoa R Polovina J Balazs G Dutton PH Nichols WJ (2011) Demographic implications of alternative foraging strategies in juvenile loggerhead turtles *Caretta caretta* of the North Pacific Ocean. *Mar Ecol Prog Ser* 425: 269-280 doi 10.3354/meps08995
- Romero V LD Soriano AL Sandoval J Bravo L Aguilar H Peckam M Olivera M Harfush HM Zepeda-Lopez and AA Aguirre. (2008). Sea turtle fibropapillomatosis in Mexico: Is it a viral etiology? Proceedings of the Twenty-Eight Annual Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation. 18-26 January Loreto Baja California Mexico no. 42
- Rossi NA H Peckham V de la Toba R Ochoa E Flores AA Aguirre and WJ Nichols (2008) Size distribution and reproductive status of loggerhead turtles at Baja California Sur Mexico. Proceedings of the Twenty-Eight Annual Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation. 18-26 January Loreto Baja California Mexico no. 213
- Rossi NA SE Hayhurst SH Peckam V De la Toba R Ochoa E Flores WJ Nichols and AA Aguirre. (2009). Assessing the health of loggerhead sea turtles in Playa San Lazaro Bahia Magdalena Mexico. Milstein Science Symposium: Exploring the dynamic relationship between health and the environment. 2-3 April Center for Biodiversity and Conservation American Museum of Natural History New York poster abstracts pp. 18.

ANEXO II. Muestreo de tortugas vivas y varadas, Biometría hemática y Bioquímica Sanguínea y Análisis Bacteriológico

I. Primer muestreo de tortugas mar y tierra.

Por: Laura Sarti Martínez

II. Reporte Médico y Forense de la Tortuga Amarilla (*Caretta caretta*) en Bahía de Ulloa B.C.S. México.

Dr. Amaury Cordero Tapia

cDr. Eduardo Reséndiz Morales

Junio 2014

ANEXO II. Muestreo de tortugas mar y tierra

Primer muestreo de tortugas mar y tierra.

Por: Laura Sarti Martínez

Muestreo

Elaborado a partir de la información proporcionada por Laura Sarti

Con la finalidad de identificar las causas de mortandad masiva de tortugas marinas en el Golfo de Ulloa B.C.S. se realizaron actividades de investigación bajo el permiso SGPA/DGVS/06134/13 a nombre de Benito Bermúdez Director Regional de Península de Baja California y Pacífico Norte de la CONANP. Los trabajos de campo se iniciaron el 22 de julio de 2013 basados en el protocolo de investigación acordado con los enlaces académicos del Grupo Multidisciplinario instalado el 28 de julio de 2013.

Bajo la coordinación de la CONANP y la participación de las delegaciones de SEMARNAT PROFEPA SAGARPA el Centro Regional de Investigaciones Pesqueras en La Paz la Subdelegación de CONAPESCA la Secretaría de Pesca y Acuacultura del Estado así como la Coordinación General de Desarrollo Sustentable el fideicomiso FONMAR la delegación municipal de Puerto López Mateos un grupo multidisciplinario de investigadores del CICIMAR CIBNOR y la UABCS así como pescadores de la comunidad de Puerto Adolfo López Mateos se realizaron trabajos de campo orientados a investigar las causas de la mortandad de tortugas en el Golfo de Ulloa cubriendo aspectos de toxicología histopatología y pesquerías.

Durante dos semanas se llevaron al cabo muestreos en mar para la colecta de tejidos en tortugas vivas y búsqueda de tortugas muertas. Cada día se realizaron también recorridos por la playa San Lázaro para contar las tortugas varadas determinando especie talla y condición general del cuerpo. Así también se dio inicio a los trabajos de evaluación de la interacción de las artes de pesca con las tortugas marinas.

Salidas realizadas:

La Tabla I muestra la información relativa a la intensidad del muestreo de las salidas de julio y agosto.

Tabla I. Salidas realizadas para muestreo de tortugas en el golfo de Ulloa en julio y agosto de 2013.

Primer viaje de campo:	22 al 26 de julio de 2013
Segunda salida de campo:	4 al 8 de agosto de 2013

ANEXO II. Muestreo de tortugas mar y tierra

Días navegados:	8 en dos embarcaciones: “Cobra” de FONMAR y “Vigilante” de PROFEPA. Durante la segunda semana el mal tiempo y los fuertes vientos evitaron que se saliera al mar por 3 días.
Horas navegadas	114.6

2. Participantes:

FONMAR: Fernando Romero Romero Aarón Romero Romero

CONANP: Francisco Javier Camacho Adriana Laura Sarti Martínez Isis Santisteban Espindola Josué Melesio Tiscareño Villorin

PROFEPA: Rito León Reyes Daniel Porras Cisneros Roberto Crispín Robles Hernandez Jesús Manuel Velázquez Avila Guillermo Valle Lechuga

PESCADORES: Luis Camacho “Liebre” Luis Omar Camacho “Chi-chi”

UABCS: Mónica Lara Uc (investigadora) Eduardo Reséndiz (estudiante Doctorado) Gabriel Peña Uribe (estudiante) Selene Barba Bedoya (estudiante)

CIBNOR: Amaury Cordero Tapia

CICIMAR: Francisco Gomez Ochoa

CONAPESCA: Mario Iturbide Muro

GRUPO TORTUGUERO: Vladimir de la Toba Valladolid Victor de la Toba Miranda.

Recorridos en mar y en tierra:

La Figura 1 representa los recorridos de la primera parte de la campaña. Cada línea de color representa la ruta recorrida cada día y cada punto representa un avistamiento de tortuga amarilla. Los recorridos en mar se hicieron hasta 40 km mar adentro.

ANEXO II. Muestreo de tortugas mar y tierra



Figura 1. Recorridos en mar para la búsqueda y muestreo de tortugas en el golfo de Ulloa.

Sobrevuelos:

El día 26 de julio se realizó un sobrevuelo sobre el Golfo de Ulloa sin registrarse embarcaciones comerciales operando en el sitio. La Figura 2 muestra el área recorrida y los avistamientos realizados que se describen en la Tabla II.



Figura 2. Área sobrevuelo Golfo de Ulloa 26 de julio de 2013.

ANEXO II. Muestreo de tortugas mar y tierra

Estudios de salud en las tortugas:

Tortugas Vivas: Se avistaron 231 tortugas de las cuales se pudo atrapar y subir a bordo 17 (número de muestras analizadas). De éstas se obtuvieron muestras de sangre biopsias de piel y exudados de garganta y cloaca; las muestras fueron fijadas de acuerdo a estándares internacionales y enviadas a laboratorios especializados para su análisis.

Tabla II. Avistamientos registrados durante el sobrevuelo del 26 de julio del 2013 en el golfo de Ulloa.

ID	X	Y	Embarcación	Observaciones	Hora
1	-112.201	24.73306	Dos pangas	Fuera de Golfo de Ulloa	09:36
2	-112.318	24.70694	1 barco de mediana altura	Navegando	09:42
3	-112.514	25.01556	No se observan embarcaciones	Lugar central (hot spot)	09:56
4	-112.474	25.49111	1 barco cerquero	Navegando hacia el norte	10:00
5	-112.321	25.47667	Patrulla FONMAR	Navegando	10:17
6	-112.253	25.28389	Embarcación menor	Navegando hacia la boca de Isla magdalena	10:23
7	-112.447	24.8325	Panga	Detenida	10:30
8	-112.486	24.68417	Barco carguero	Navegando hacia el sur	10:40
9	-112.203	24.60083	Panga	Fuera de Golfo de Ulloa	10:52
10	-112.125	24.58333	4 pangas	Detenidas	10:54
11	-112.122	24.57083	1 embarcación menor	Detenida	10:55
12	-111.947	24.54361	3 pangas y un cultivo	Detenidas	11:00
13	-111.913	24.53667	Embarcación menor	Navegando	11:04
14	-111.666	24.47028	Embarcación menor	Detenida	11:10

Se cuenta con los resultados de biometría hemática de 16 tortugas bioquímica sanguínea de 14 y función hepática 7. De los resultados bacteriológicos se tienen los resultados de muestras de faringe de 15 tortugas y cloaca de 14 tortugas.

Los resultados de química sanguínea no muestran nada relevante excepto la creatinina en la T23 que muestra elevado el nivel de creatinina que es un indicador de la función renal sin embargo cuando hay falla renal los niveles de urea se encuentran

ANEXO II. Muestreo de tortugas mar y tierra

igualmente elevados y en este caso no es así. En todos los casos los hematocritos (HCT) tienen valores muy bajos lo cual puede tratarse de una característica común y por lo tanto no patológica en la población. El hematocrito es el paquete de células rojas y su relación con el plasma. El porcentaje encontrado es muy bajo (8-11%) lo que significaría que estas tortugas hubieran ya muerto de anemia muy severa. Esto también se ve por la cantidad de eritrocitos (glóbulos rojos) encontrados de 400 mil por microlitro valor muy bajo respecto a otras especies de tortugas marinas. Sin embargo los lectores automatizados como los que usan los laboratorios comerciales no están hechos para células de reptil ya que los eritrocitos son nucleados y mucho más grandes que los de los mamíferos por lo que es importante tomar estos resultados con mucha reserva y se recomienda en futuros estudios hacer el hemograma de manera manual.

Los niveles de colesterol y triglicéridos salen altos o bajos de acuerdo a su actividad reproductiva y nutricional lo cual es muy variable por individuo de manera natural. La concentración de hemoglobina en todos los casos es normal.

Uno de los perfiles de función hepática (tortuga 5) presenta alteraciones compatibles con un caso de inflamación hepática (hepatitis) sin embargo los valores de la hematología y otros valores no relacionados con el metabolismo hepático son normales por lo que podría ser compatible también con hígado graso un problema relacionado con alteraciones nutricionales.

Los análisis bacteriológicos muestran flora bacteriana normal algunas como *Serratia* pueden comportarse como bacterias oportunistas en vías respiratorias altas y piel pero bajo condiciones de estrés o daño por otros agentes.

De manera general se concluye que con los análisis realizados en estos individuos los resultados muestran un estado de salud que va de adecuado a aceptable sin signos clínicos evidentes ni señales de enfermedad. Es importante considerar que el número de animales y las variaciones en el tipo de análisis no permiten aseverar una condición de salud aplicable al total de la población a la que pertenecen.

Tortugas Muertas

Se encontraron 2 una en muy mal estado. Se midió el largo aproximado del caparazón y se marcó con pintura marina para su posible localización en la playa en caso de varamiento. La otra que se encontraba en buen estado y con 1-2 días de muerte se subió a la embarcación para llevarla a tierra y hacer la necropsia. Se le tomaron muestras de piel cerebro hígado bazo pulmones los cuales serán analizados con métodos histopatológicos. Ninguno de los estudios bacteriológicos de los tejidos analizados en el

ANEXO II. Muestreo de tortugas mar y tierra

laboratorio muestran presencia de bacterias excepto el pulmón; las bacterias presentes fueron: *Klebsiella* spp *Proteus vulgaris* y *Citrobacter* spp. Ninguna de éstas se considera como agentes causales de muerte masiva de las tortugas amarillas ya que todas ellas son oportunistas del grupo de coliformes. Abajo una breve descripción de cada una.

Klebsiella spp.: Está presente de forma natural en muchos ambientes acuáticos y pueden multiplicarse y alcanzar concentraciones elevadas en aguas ricas en nutrientes como residuos de fábricas de papel plantas de acabado textiles y operaciones de procesamiento de caña de azúcar. Estos microorganismos pueden proliferar en sistemas de distribución de agua y se sabe que colonizan las arandelas de los grifos. También son excretados en las heces de muchas personas y animales sanos y se detectan con facilidad en aguas contaminadas por aguas residuales.

En humanos no se considera que la ingestión de agua de consumo sea una fuente de enfermedades del aparato digestivo por *Klebsiella* spp en la población general. Por lo general los microorganismos del género *Klebsiella* detectados en el agua de consumo forman parte de biopelículas y es poco probable que constituyan un riesgo para la salud. *Klebsiella* es un microorganismo coliforme y puede ser detectado por los análisis tradicionales de coliformes totales.

Proteus vulgaris: Es una bacteria Gram-negativa facultativamente anaeróbico en forma de bacilo que habita en el tracto intestinal del hombre y varios animales. Puede también ser aislado de la tierra agua y materia fecal. Se agrupa con las enterobacteriaceae y es un patógeno oportunista en humanos causando infecciones urinarias de heridas y en abscesos hepáticos.

Citrobacter spp. Forma junto con *Enterobacter* *Klebsiella* y *Escherichia* el grupo coliforme de bacterias entéricas. Son bacterias móviles.

El género *Citrobacter* es un grupo de bacilos Gram negativos aerobios que se encuentran frecuentemente en el agua el suelo la comida y como flora saprófita en el tracto intestinal de animales y humanos. Se trata de microorganismos ubicuos que son causa frecuente de infecciones importantes especialmente en huéspedes inmunodeprimidos. Es uno de los patógenos más importantes en unidades de cuidados neonatales hospitalarios. En los seres humanos producen por ejemplo infecciones urinarias meningitis neonatal y abscesos cerebrales. Destruyen las microvellosidades formando lesiones muy características denominadas de adherencia y eliminación.

COLABORADORES:

Los autores quieren agradecer el entusiasmo y apoyo de todos los que participaron permanentemente en el muestreo de campo; Fernando Romero Romero, Aarón Romero Romero y Francisco Javier Camacho Romero. De igual forma a los que en algún momento contamos con ellos.

Capitanes de embarcaciones

Fernando Romero Romero (**FONMAR**)

Aarón Romero Romero (**FONMAR**)

CIBNOR

Ariel Cruz Villacorta

Roxana Inohuye Rivera

CICIMAR

Francisco Gómez Ochoa

Eduardo Álvarez Trasvina

CONANP

Francisco Javier Camacho Romero

Isis Santisteban Espíndola

Jorge Carlos Salas Jiménez

Laura Adriana Sarti Martínez

Josué Melesio Tiscareno Villorin

CONAPESCA

Mario Iturbe Muro

PROFEPA

Daniel Porras Cisneros

Rito León Reyes

Marco Antonio Lucero Calderón

Guillermo Valle Lechuga

Jesús Manuel Velázquez Ávila

UABCS

Mónica Lara Uc

Gabriel Pena Uribe

Selene Barba Bedoya

Representantes de pescadores

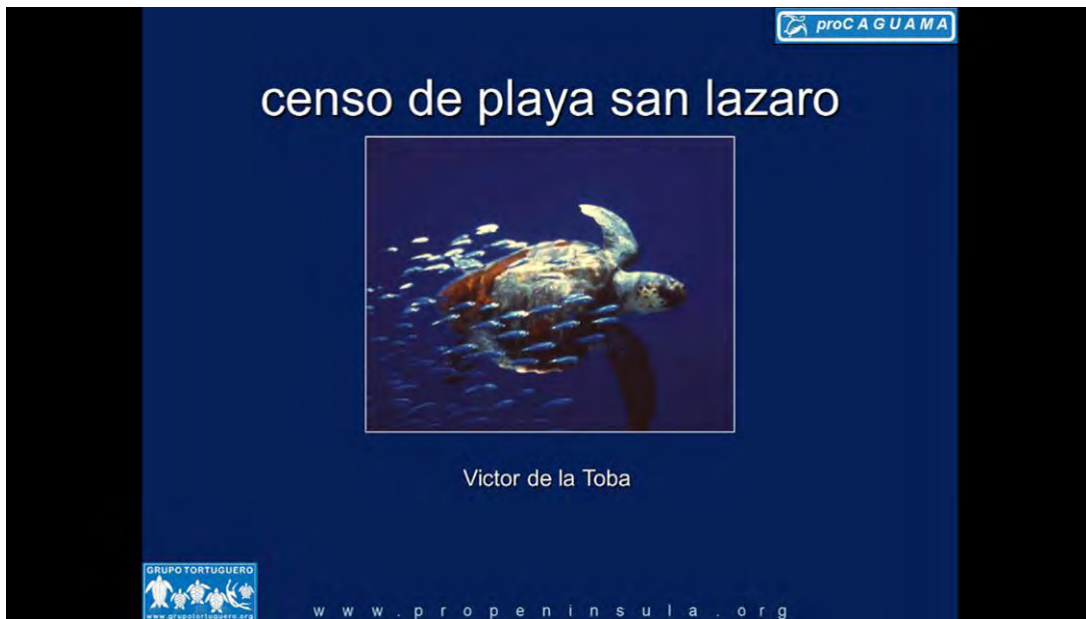
Rafael Camacho Manríquez

Luis Camacho

Todas las fotografías de este trabajo, a excepción de las que se indica, son propiedad del Dr. Amaury Cordero (autor)

ANTECEDENTES

El Grupo Tortuguero de las Californias durante su reunión y en diversos artículos, reporta una mortalidad en aumento de tortuga amarilla (*Caretta caretta*) en el Golfo de Ulloa, Baja California Sur (BCS). Con puntos elevados en 2006 y 2012.



proC A G U A M A

Monitoreo de Playa San Lazaro



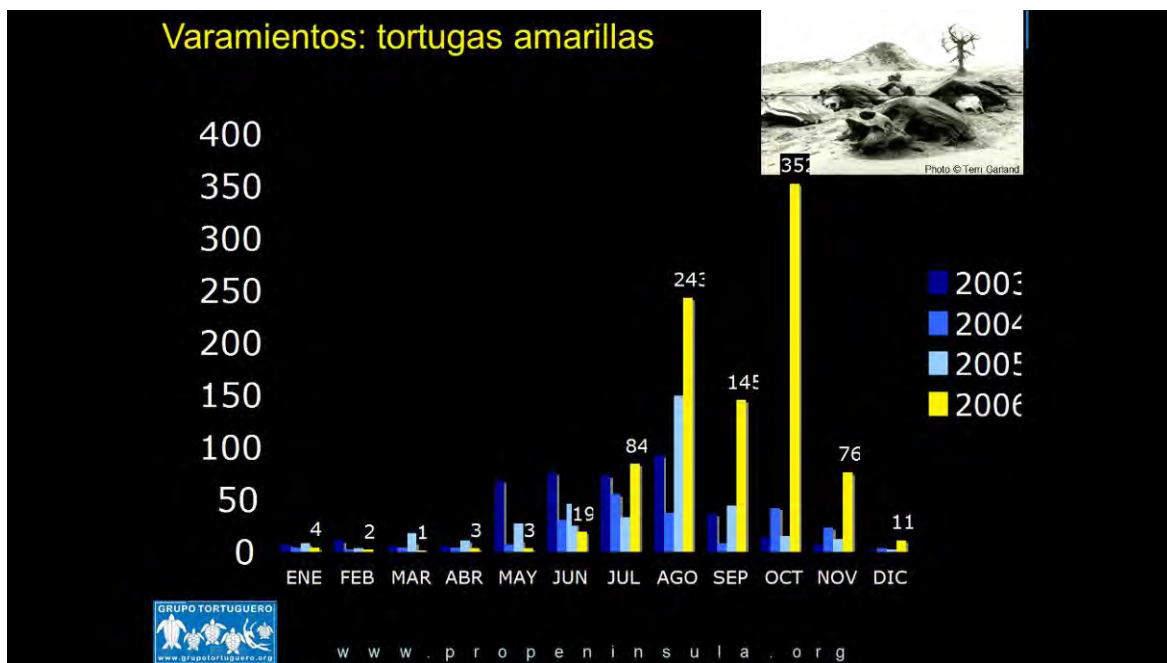
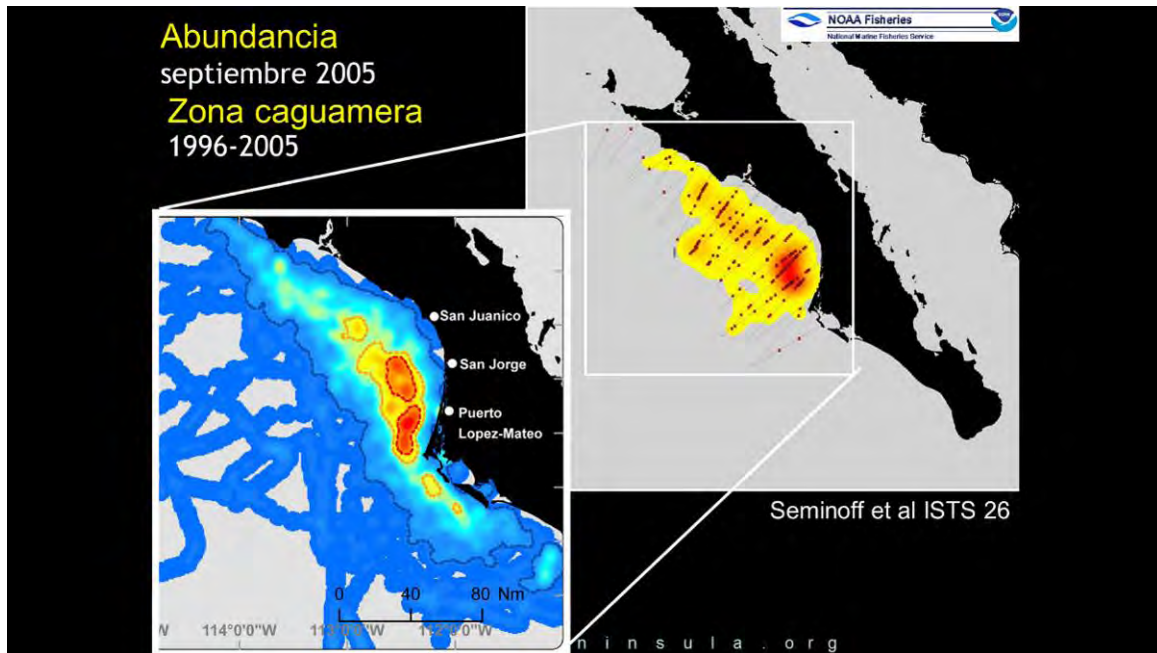
45 km de playa abierta

<u>Censo</u>	<u>Esfuerzo</u>				
• identificar • documentar • medir • pesar	<table border="0"><tr><td>invierno</td><td>1-2 viajes por semana</td></tr><tr><td>verano</td><td>1 viaje diario</td></tr></table>	invierno	1-2 viajes por semana	verano	1 viaje diario
invierno	1-2 viajes por semana				
verano	1 viaje diario				

GRUPO TORTUGUERO
www.grupotortuguero.org

www.propeninsula.org

Fotos de presentación grupo tortuguero.



Fotos de presentacion grupo del tortuguero.

El Grupo Tortuguero de las Californias (GTC) contabiliza 3,000 caguamas varadas desde el 2000, con un pico en 2006 (941), con un aumento del 600% en 2012. Con la mayor concentracion de cadaveres en playa San Lazaro, entre mayo y septiembre.

El GTC reporta en septiembre del 2005 un vuelo en la zona, para definir la abundancia. Calculando una población entre 7,000 a 30,000 especímenes en el área.

Toman el número de las tortugas varadas como el 20% de la mortalidad, con lo cual, calculan que mueren $2,250 \pm 750$ tortugas por año en el Golfo de Ulloa.

Describen que se realizó la necropsia a 12 especímenes encontradas en el área, sin determinar la causa común o diagnóstico de la muerte. El estudio de los cadáveres es complicado por el avanzado estado de descomposición en el que se encuentran. Reportan que del total de animales estudiados 1.8% presentan daños asociados a pesquerías.

Refieren que se debe trabajar más en la definición de las enfermedades que afectan a las tortugas marinas. Para entender el concepto y la dinámica de las tortugas marinas, en estados fisiológicos de salud y de enfermedad que no son aún conocidos.

Enfermedad y salud

La enfermedad se define como la pérdida de la salud. La Organización Mundial de la Salud (OMS), define la salud para el humano como: Estado de completo bienestar físico, mental y social, y no solamente la ausencia de afecciones o enfermedades. La Organización Panamericana de la Salud (OPS) añade al concepto el medio ambiente. La salud es un derecho humano individual y social reconocido internacionalmente.

La salud animal, se ha resumido a un concepto básico: Estado de óptima producción y productividad. Concepto asociado a la actividad económica.

En la actualidad, se estudia la relación de agentes y se demuestra que no hay salud pública (humana), si no hay salud animal.

Para entender el equilibrio de la salud-enfermedad, se utiliza la triada de enfermedad o triada ecológica:

- Agentes etiológicos (infecciosos, físicos, químicos, etc)
- Hospedante o huésped (humano, animal)
- Medio ambiente (clima, alimentación, manejo).

La ruptura del equilibrio en esta relación, se le denomina enfermedad. Esto es, **la enfermedad y la salud son altamente multifactoriales y dinámicas**.

El costo de la enfermedad en animales de vida libre es ecológico, a diferencia de los animales domésticos y/o en producción que se mide o refleja económicamente.

Los pasos para mantener la salud se pueden resumir en:

- Prevención
- Diagnóstico
- Control o erradicación
- Costo de la enfermedad (económico, ecológico)
- Educación

Como inicio es necesario, conocer o caracterizar la enfermedad mediante la vigilancia epidemiológica, agente causal, fisiopatología (cuadro clínico), cronicidad y resolución (muerte o recuperación). En el entendido que para ello, se deben conocer los factores o características que pertenecen o se refieren a la población (parámetros), con información actualizada.

Y contar con gente capaz para el análisis e interpretación de esa información: frecuencia, periodo del año, grupo etario, etc.

Esta información será base para definir el número de individuos enfermos en una población dentro de un periodo de tiempo determinado (prevalencia). Con lo anterior el número de casos nuevos de la enfermedad en una población y periodo determinado (incidencia), se podrá conocer.

Los datos obtenidos, pueden ser utilizados, para hacer comparaciones válidas del riesgo que ocurra la enfermedad en la población (Tasa). Evitando en cualquier punto de la investigación, efectos o inferencia que den resultados que desvien sistemáticamente los valores normales (Sesgo).

La magnitud de la enfermedad, independiente al agente causal o etiológico, se clasifica también por su área geográfica o población afectada.

-Enfermedad endémica: Presencia de una enfermedad, con regularidad predecible en una población, con fluctuaciones relativamente bajas en el patrón que presenta durante el tiempo.

-Enfermedad epidémica: Es una enfermedad en una población, durante un intervalo de tiempo dado, que se presenta en exceso a la frecuencia esperada.

-Enfermedad pandémica: Es la presencia epidémica de una enfermedad, que afecta grandes extensiones geográficas, incluso continentes.

Basada en lo anterior, el Instituto de Medicina de Estados Unidos (IOM) clasifica a las enfermedades por su manifestación, en:

- Enfermedades emergentes: Enfermedades cuya incidencia se ha incrementado dos décadas atrás o amenaza incrementarse en un futuro.
- Enfermedades reemergentes: Enfermedades que resurgen, después que aparentemente habían sido erradicadas o su incidencia disminuida.
- Enfermedades nuevas: Enfermedades que no existían antes del 1900.

La muerte causada por las enfermedades, se clasifican según su incidencia y tiempo en:

- Mortalidad: Es el número de muertes causadas por una enfermedad específica en un lugar y periodo de tiempo determinado.
- Mortandad: Es el número de muertes que sobrepasan la de mortalidad, sea por tiempo, número o zona geográfica.

Para definir lo descrito y tomar las medidas necesarias de prevención, control y erradicación, se debe estudiar sistémicamente a la enfermedad (epidemiología) y mantener la información actualizada y veraz por medio de una vigilancia (vigilancia epidemiológica).

Epidemiología

Epidemiología, es la ciencia que trata del estudio de la distribución de las enfermedades, de sus causas y de las determinantes, de su frecuencia (estacionalidad, etc), así como del conocimiento de datos para una intervención orientada al control o erradicación de ellas.

Estrategia epidemiológica

La Estrategia epidemiológica, se divide para su desarrollo en:

- Métodos Descriptivos: Descripción de la aparición, distribución, extensión y progresión de los eventos de la salud y la enfermedad en poblaciones o en diferentes grupos de una misma población.
- Método analítico (3 tipos de estudio): retrospectivo, prospectivo y corte transversal (los de prevalencia e incidencia). Se relacionan las variables, tratando de encontrar alguna vinculación y el efecto.
- Método experimental: Estudios de manipulación de la supuesta causa y observación posterior de los resultados que tal manipulación determina sobre el supuesto efecto.

Contar con información epidemiológica oportuna, adecuada y específica, es necesaria para el conocimiento permanente y dinámico del estado de salud de la población, así como de los factores que la condicionan.

Vigilancia epidemiológica

Orienta y apoya las medidas de control necesarias, ante cualquier enfermedad o factor de riesgo. Mantiene un monitoreo sistemático que permite la detección oportuna y la acción con la rapidez necesaria para los eventos que alteren la salud de la población.

Se debe retroalimentar a todos los niveles del sistema la situación de salud, estableciendo los principales eventos de riesgo epidemiológico y las medidas de prevención y control correspondientes.

Actividades:

- Definir la enfermedad a vigilar.
- Elección de fuentes de información y datos a recoger.
- Recolección de la información.
- Análisis e interpretación de los datos para la toma de decisiones.
- Ejecución de acciones de prevención y control.
- Distribución de la información, tanto de la enfermedad como la evaluación de las medidas aplicadas.

El desarrollo debe ser en forma ordenada y continua para poder obtener información clara precisa y sin sesgos. Con puntos o conceptos básicos, necesarios desarrollar para la obtención de la información.

Es necesario el conocimiento de la serie de acontecimientos que ocurren en la relación entre los elementos de la tríada ecológica, que culmina en el desarrollo de la enfermedad (Cadena Epidemiológica). Posteriormente se hace el “Análisis de riesgo”, que es la evaluación de la probabilidad de entrada, establecimiento y difusión de enfermedades, la estimación de su impacto económico, así como sus consecuencias para la salud humana, animal y sanidad vegetal.

Pasos para el análisis de riesgo:

1. Documentación (consulta a expertos y publicaciones científicas).
2. **Dejar que el problema dirija el análisis (no lo contrario).**
3. Analizar lo más simple posible.
4. Identificar todos los supuestos importantes.
5. Ser explícito sobre las incertidumbres.
6. Ser explícito en los criterios de decisión y en la estrategia de las políticas.

7. Documentar todo de forma clara y exhaustiva.
8. Exponer el trabajo al juicio de homólogos.
9. Orientar y asegurar que los resultados sean comprensibles para la toma de decisiones.

En la actualidad, los estudios epidemiológicos son de gran ayuda para los eventos de enfermedad animal y ecológica. Eventos emergentes donde la comprensión, resolución rápida y su prevención posterior es fundamental. Estos eventos tiene repercusión en el ser humano, del tipo salud publica y del tipo social. La salud pública se afecta por enfermedades del tipo zoonótico y por los cambios en el medio ambiente, sean estos con origen antropogenico o no. Estos cambios, tiene repercusiones severas a poblaciones animales en diferentes estados de protección. Esto se encuentra legislado a nivel internacional y nacional, tornando los eventos de mortandad y la mortalidad de especies silvestres en peligro de extinción o no, en una situacion del tipo legal. Por lo cual deben ser atendidas y evaluados por especialistas o mediante la medicina veterinaria legal o forense.

Medicina Veterinaria Forense o legal

Es una rama de la Medicina Veterinaria Zootécnica, encargada del estudio y tratamiento de las enfermedades de los animales, individual o epidemiológico, cuando es requerido formalmente por el Ministerio Público, o por la autoridad judicial competente.

La medicina forense veterinaria vincula la acción jurídica con la medico biológica. Con el estudio del área del suceso (escena del crimen), de los atentados o hechos contra la vida de animales, sean estos con intención, por imprudencia o natural.

El médico veterinario que actúa como perito forense, debe tener conocimientos precisos teorico prácticos en patología, así como pericia con material, elementos, procesos y procedimientos necesarios, para la toma de evidencia y del análisis de las mismas (pruebas periciales o evidencias). Tanto como de la interpretación científica de los resultados (dictamen). Asimismo, debe mantener imparcialidad, integridad y una alta ética y moral para el manejo de los casos.

En procesos penales, debe trabajar en conjunto con la entidad judicial respectiva.

El dictamen pericial, es el documento o la declaración verbal donde consta su juicio sobre las evidencias (pruebas periciales) que le fueron sometidos a análisis.

El estudio en general, se lleva a cabo para definir la causa del evento (muerte o daños). Clasificando las características y tipos de las lesiones, el tiempo transcurrido de que fueron producidas o el tiempo muerte, el agente causal (biológico, tóxico, físico, etc), áreas físicas asociadas, individuos involucrados. En eventos de mortandad o donde se presentan muertes repentinas en animales, es imprescindible determinar si ocurrió por causas naturales o por causa criminal (intencional o no).

Se debe recordar que la principal fuente de indicios o evidencia son:

- El lugar de los hechos
- La víctima (de existir)
- El causante y sus ambientes
- Otros involucrados
- Otros sitios asociados a la investigación

La evidencia pueden ser:

- Mecánica
- Física
- Química
- Biológica

Los métodos utilizados, son similares a las usadas en criminalística o patología forense en humanos. Estas se aplican de acuerdo a las necesidades científicas a las diferentes disciplinas, aplicando la conveniente en base a la experiencia.

-Método científico: Aplica metodologías o protocolos sistemáticos de acuerdo al problema planteado. Puede haber variables, pero debe seguir siendo sistemático (observación, problema, hipótesis, experimentación, teoría, ley o principio).

-Método inductivo: En base al razonamiento, se establecen principios universales a partir de fenómenos particulares (observación, hipótesis, experimentación).

-Método deductivo: Aplica los principios establecidos por el método inductivo. Es decir al caso en estudio, se le reconoce fenómeno(s) desconocido(s) a partir de principios conocidos (premisa mayor, premisa menor, conclusión).

-Método analógico: Argumenta semejanza o parecido de alguna(s) característica(s) de fenómeno(s), hecho(s) u objeto(s) de un evento con otros, con la probabilidad de que el resto de particularidades sean semejantes.

-Método analítico o sintético: Cuando un caso es complicado o confuso se separa en partes, para procesarlas cada una y se reintegra de manera analítica.

La escena del crimen o lugar de los hechos, no necesariamente es donde se encuentre el cuerpo. Puede existir más de uno; donde sucedió la muerte y donde fue transportado. Cualquiera de ellos se estudia siguiendo estos pasos:

-Protección de la escena: Cercar perímetro de 50 metros.

-Observación de la escena: Desde un punto periférico realizar una observación en forma de abanico. Posteriormente, tomando el sujeto de estudio como punto central, se observa en forma de espiral hasta llegar a la periferia.

-Fijación de la escena: Por medio de fotografías, dibujos, se describe la escena.

Las fotografías deben ser con vistas generales, medias, acercamiento y gran acercamiento. En el desplazamiento se se marcan en el orden que fueron observadas las evidencias.

-Levantamiento de evidencias: Empacado, descripción, detallados de cada evidencial.

-Envío de evidencias a laboratorio: La muestra empacada con las características necesarias para el estudio solicitado. Debe tener todos los datos del caso y de la evidencia.

Las actividades o puntos básicos para la medicina forense veterinaria se pueden conjuntar en:

-La observación y registro de cualquier tipo de posible pista; objeto de características determinadas, síntomas, horario, tiempo climático, comportamiento del sospechoso, etc.

-La medición métrica, en la escena del crimen, en los cuerpos serán morfométricos.

-La descripción de las características de los objetos presentes o investigados. La descripción puede ser cuantitativa y cualitativa, estructural y funcional, general y parcial. Se realiza de forma oral o escrita, cifras, símbolos, dibujos, etc.

-La comparación, es uno de los elementos lógicos fundamentales en el proceso de conocimiento del medio circundante.

La aplicación de cualquier metodología, proceso o desarrollo del estudio médico forense veterinario debe ser, como se ha descrito, por personal especializado con conocimientos y pericia para ello.

Diferentes estudios forenses en tortugas marinas de la costa de Baja California Sur

En el estado de Baja California sur, se han realizado análisis forenses de tortugas marinas, donde se han podido caracterizar algunas lesiones, ocasionadas por diferentes agentes tanto infectocontagiosos como no infectocontagiosos.

De estos estudios en tortugas marinas, principalmente prieta *Chelonia mydas agassizii* del área de Isla Magdalena, se recuperaron 27 especies de 12 géneros de bacterianos gram negativos aerobios, en un total de 58 aislamientos. La bacteria con mayor prevalencia fue *Escherichia coli* (12.06%), aislada de boca, cloaca y bazo. Seguida de *Salmonella spp* (10.34%), de pulmón, cloaca y boca. *Shigella spp* (6.89%). *Serratia spp* y *Yersinia kinshasenii* (5.17%). El 3.44% de prevalencia fue para los géneros, *Alcaligenes fecali*, *Aeromona hidrofila*, *Aeromona salmonicida*, *Enterobacter spp*, *Moraxella spp*, *Serratia plymuthica*, *Yersinia sppia pestis*, *Yersinia Fredriksenni*.

Sueros sometidos a diferentes pruebas diagnósticas se obtuvieron resultados positivos de veinticinco sueros contra ocho serotipos de *Leptospira interrogans*, tres mostraron anticuerpos contra Rabia (Rabdovirus), dos contra Aujeszky (Herpesvirus), y uno de estos contra Influenza (Mixovirus). Todos los sueros fueron negativos a Rinitis infecciosa bovina (IBR, Herpes virus) y a Parainfluenza-3 (PI3, Paramixovirus).

En estudios parasitológicos, se han obtenido hasta 75 ejemplares de *Learedius learedi* en un solo corazón, y solo se ha reportado este género parasitario. Por medio de histopatología se han reportado estructuras compatibles con huevos de trematodos en 97.5% de los tejidos. Se observó la migración de los huevos a través del parénquima pancreático y de las vellosidades intestinales, alcanzando la luz intestinal.

En estudios para descartar biotoxinas marinas, con bioensayo en ratón. En lo que respecta a biotoxinas hidrosolubles con extractos de hígado, uno de *Caretta caretta* y tres de *C. mydas agassizii*, se observaron signos clínicos semejantes a los descritos para la presencia de toxinas del tipo paralíticas. Referente a las biotoxinas liposolubles, tres extractos de *C. mydas agassizii* presentaron signos clínicos semejantes a los descritos para DSP-toxinas. Dos

extractos de hígado de diferentes tortugas *C. mydas agassizii*, causaron signos inespecíficos de intoxicación. Ningún extracto causó la muerte de los ratones.

Histológicamente se han reportado cambios degenerativos asociados a la presencia de agentes infecciosos en el 100% de los especímenes analizados. La infección por parásitos de diferentes géneros y especies, en diversos estadios mostró una prevalencia del 99.56%. La presencia de estructuras compatibles con huevos de tremátodos spirorchidos, se encontró en todos los tipos de tejido analizado. Estas estructuras desplazan y lesionan los tejidos. La prevalencia y proporción de los huevos en los tejidos fue la siguiente: Intestino: 14 de 18 (0.77); riñón: 7 de 22 (0.31); pulmón: 8 de 19 (0.42); músculo esquelético: 6 de 19 (0.31); estómago: 3 de 7 (0.42); corazón: 4 de 11 (0.33); piel: 2 de 15; hígado: 3 de 20; páncreas: 2 de 5; bazo: 8 de 14; cerebro 2 de 2. Estructuras parasitarias compatibles con *Eimeria* sp. en 2 de 18 (0.11) y *Cryptosporidium* sp. en 3 de 18 (0.16).

Lesiones asociadas FP, están reportadas como lesiones herpéticas, describiendo la presencia de vacuolización citoplasmática de moderada a severa en células basales y en estrato espinoso, así como núcleos con cromatina densa y cuerpos de inclusión en 4 de 15 (0.26) tejidos epidérmicos. En este sentido, en la Laguna de San Ignacio existe el primer reporte de fibropapiloma (FP) en tortuga prieta, asociado a herpesvirus por medio de Microscopía electrónica de transmisión y Biología molecular.

Cambios hiperplásicos compensatorios, de reparación o de sustitución en los diferentes tejidos, riñón (0.13), intestino (0.05), pulmón (0.52), hiperplasia de ductos biliares (0.1). Los cambios hiperplásicos neoplásicos (fibroma) se observaron en riñón (0.9).

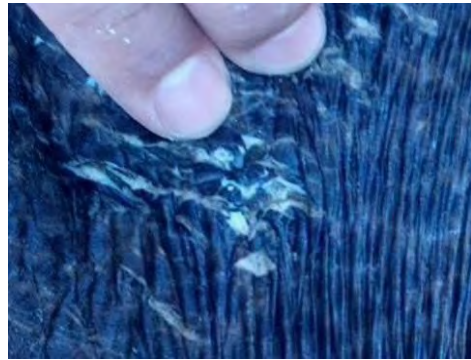
Degeneración miofibrilar de ligera, moderada y severa en dos de 19 (0.10), muestras de músculo esquelético. Atrofia linfóide moderada dos muestras bazo de 14 (0.14). Atrofia del epitelio traqueal de moderado a severo en dos de siete muestras (0.28), presencia de colonias bacterianas. Atrofia de vellosidades de moderada a severa se observó en dos de 18 (0.11) muestras de intestino.

Medicina Forense Veterinaria aplicada en casos de tortugas marinas de la costa de Baja California Sur.

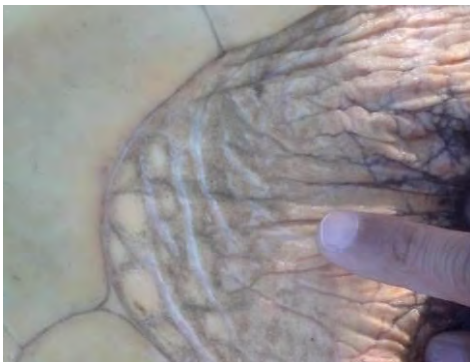
Descripción de lesiones en Tortugas marinas en el estado de Baja California Sur.



Lesiones de red en cuello



Lesiones de red en base de aleta pectoral.



Lesiones en base de aleta caudal.



Lesiones en aleta por redes.



Tortuga en mal estado corporal o de carnes.



Tortuga en regular estado corporal o de carnes.



Tortuga en buen estado corporal o de carnes.



Presencia de ectoparásitos o epibiontes



Hundimiento de ojo (enofthalmus) por deshidratación.



Traumatismo craneoencefálico con objeto contundente.



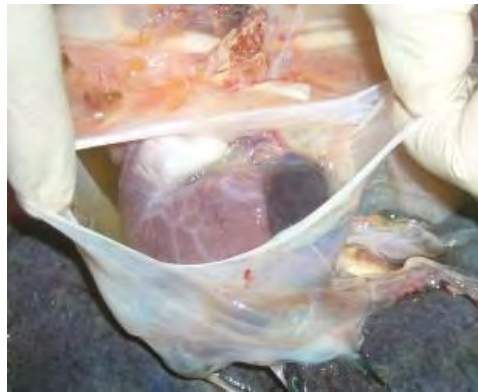
Prolapso y necrosis de cloaca, por diarrea.



Ligero prolapso de cloaca, con exudado caseoso, diarrea.



Ascitis severa, 7 litros aprox.



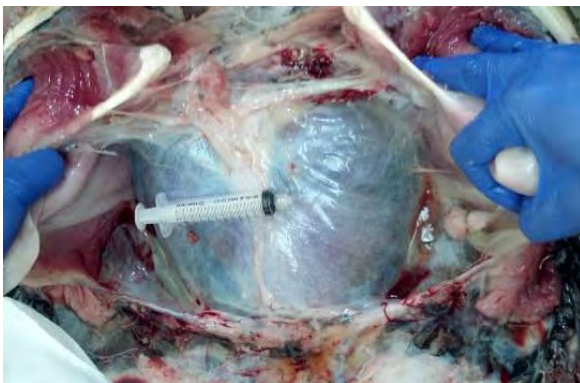
Hidropericardio severo aprox. 2litros.



Dilatación auricular, 4:1 tamaño normal.



Quiste parasitario en hígado.



Hidropericardio severo, ocupa un 40% de la cavidad celomica.



Atrofia de tejido pancreático.



Urolitiasis severa.



Neumonía hemorrágica severa.

Asesoría al gobierno de la Republica de El Salvador, como perito en el

evento de mortandad de tortugas marinas, en 2006.



Vuelo en helicóptero de la Armada de El Salvador, para inspección de la costa del país.



Visualización de un cadáver, con intestinos expuestos por depredación.



Exoftalmia



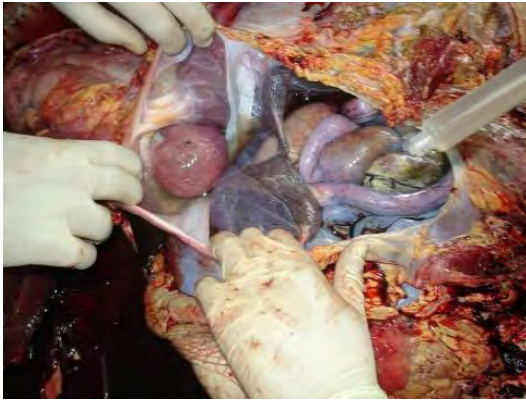
Eritematosis



Congestión severa de la mucosa de cloaca



Buen estado corporal, sangre sin coagular.



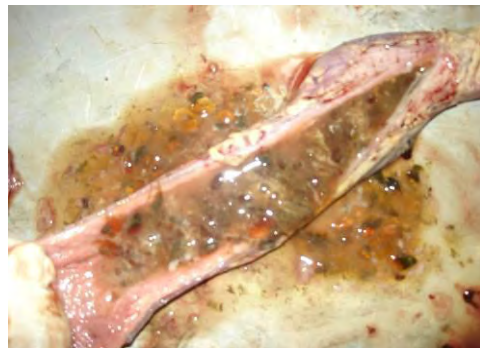
Hidropericardio, aprox 1.5lt



Tracto digestivo congestión severa con
abundante contenido.



Gastritis hemorrágica severa.



Presencia de salpas en intestino



Conferencia a la prensa nacional de El Salvador, Dr. Amaury Cordero y MC Melania López.



El diagnóstico del evento de mortandad fue: Intoxicación con biotoxinas marinas (Saxitoxina). El florecimiento algal nocivo (FAN) se dio a 50 millas náuticas de la costa, frente al Golfo de Fonseca. Las tortugas se intoxicaron al ingerir las Salpas, que son filtradores, bioacumularon (concentraron) la biotoxina. Su varamiento en la playa, se asoció a las corrientes costeras y del domo de Costa Rica.

PROCEDIMIENTO MEDICO FORENSE APLICADO EN LA EVALUACIÓN DE TORTUGAS *Caretta caretta* Y FAUNA ASOCIADA DEL GOLFO DE ULLOA, BAJA CALIFORNIA SUR.

Material y transporte

Concentración del material de trabajo.

Viaje La Paz- Puerto Adolfo López Mateos, BCS. domingos por la tarde.

Elaboración diaria de 25 paquetes por cada embarcación, con material para toma de muestra y colocado en hieleras, una para cada equipo (Vigilante I y Cobra I).

Compra diaria de hielo y colocado en la hielera.

Los días miércoles y sábado por la mañana se enviaron, de haber, las muestras al laboratorio en la ciudad de La Paz.

Salidas

Diariamente, de lunes a viernes salidas del muelle turístico del Puerto Adolfo López Mateos, Las visitas se hicieron los meses de Julio, Agosto y Noviembre de 2013 y Marzo 2014.

Con un horario de: 06:00 hrs a las 16:00 hrs aproximadamente.

Rutas y equipos

-Equipo 1. Embarcacion: Vigilante I.

Responsable Dr. Amaury Cordero Tapia.

Capitán: Aarón Romero (FONMAR).

Distancia en promedio: Recorrido entre 10-15 millas náuticas paralelo a la costa. En dirección norte y sur alternadamente. Los trayectos se realizaron en zigzag para recorrer una zona de aprox. 30 km diariamente en busca de tortugas marinas.

-Equipo 2. Embarcacion: Cobra I.

Responsable: cDr. Eduardo Reséndiz.

Capitán: Fernando Romero (FONMAR).

Distancia en promedio: Recorrido entre 25-30 millas náuticas paralelos a la costa, en dirección norte y sur alternadamente, con trayectos en zigzag para recorrer una zona de aprox. 35 km diarios, en busca de tortugas marinas.

Captura de tortugas marinas.

Se llevó a cabo la captura de tortugas marinas manualmente (rodeo), cuando fueron observadas termo regulando en la superficie, la embarcación se acercó lentamente, para que el responsable (Amaury/Eduardo), se lanzaran para su captura. Posteriormente se aproximó la tortuga a la embarcación, para subirla con ayuda del resto de la tripulación.

Examen clínico (vivas)

A cada individuo capturado, se le realizó un examen físico general, con orientación cráneo caudal y dorso ventral, y se registró todo cambio anatómico estructural y funcional observado, en el formato de reporte de captura (anexoA) y se tomaron muestras.

Necropsia

Inspección externa: El cadáver se analizó cráneo-caudalmente y latero-lateral en la posición decúbito ventral y decúbito dorsal, sucesivamente. Tomando como base las características físicas normales de las tortugas marinas, se identificaron en el cadáver los cambios externos, tales como: autólisis, estado e integridad corporal, presencia de nodulaciones, parásitos, excoriaciones, lesiones infecciosas, traumas o marcas de identificación.

Inspección interna: La necropsia se efectuó con un orden sistemático y secuencial para la inspección y toma de muestras de órganos y tejidos externos e internos. Siguiendo la metodología que se describe, Se colocó a la tortuga en posición decúbito dorsal. Se incidió con un cuchillo en la unión del plastrón con el caparazón y se continuó el corte siguiendo el perímetro del plastrón, se disecaron los ligamentos de las masas musculares pectorales y pélvicas unidas a éste para su total separación. Se cortó la piel del cuello longitudinalmente en línea media ventral, para la exposición de esófago y tráquea. Los órganos internos se analizaron conforme su presentación anatómica. Se obtuvieron muestras de algunos tejidos internos.

Toma de muestras

Hemáticas: Se tomaron de la vena yugular externa, que se localizó a ambos lados de la línea media del cuello entre 1/3 y 1/2 de la distancia entre la zona occipital y el borde anterior del caparazón, de 0.5 a 2 cm. de distancia a la línea media. Se introdujo la aguja en un ángulo de 90° con respecto al cuello. Se emplearon por cada tortuga dos tubos vacutainer; uno sin anticoagulante (5ml) y otro con heparina de litio como anticoagulante (5 ml). Se mantuvieron en refrigeración (4°C aprox.) en las hieleras, y se enviaron a la ciudad de La Paz para su procesamiento.

Bacteriológicas: Con hisopos con medio de transporte (Stewart) COPAN, con movimientos circulares y girando el hisopo en la superficie, se muestreo boca, cloaca y de lesiones observadas. Llevando el mismo proceso de conservación que las muestras hemáticas.

Histopatología: Porciones de tejido solido no mayor a 1cm³, y tubulares no mayor a 5 cm. se preservaron en formalina al 10%.

Biología molecular: Se tomaron biopsias de piel, conservadas en etanol al 70%.

Parasitología: Muestras de ectoparásitos, conservadas en etanol al 70%.

Agua marina: Muestras de aprox. 500ml de agua de donde fue capturada cada tortuga, la cual se fijó con lugol.

Datos morfométricos

Cada tortuga se foto documentó, se le tomó medida del largo curvo y ancho curvo del caparazón y fue pesada.

Todos los datos fueron registrados en un reporte individual.

Se marcaron con pintura en aerosol roja y gris y se liberaron.

Recorridos terrestres

Paralelamente, personal de PROFEPA, realizaba recorridos de 45 km. hacia al sur de la playa San Lázaro. En la visita de marzo del 2014, por el mal tiempo para navegar el equipo realizo recorridos terrestres al norte y sur de playa Sn. Lázaro, Al sur fueron hechos en camioneta y al norte con cuatrimotos.

Captura y reuniones con equipo de trabajo

Todos los días por la tarde se llevaron a cabo juntas con los participantes para planear las salidas del día siguiente.

También se capturaron los datos en archivos electrónicos y se preparaba y se completaban los kits de muestreo.



Representantes Gubernamentales (Gobierno del Estado, CONANP, PROFEPA, INAPESCA, FONMAR), académicas (CIBNOR, CICIMAR, UABCS) y equipo de trabajo en el primer día de estudio.



Revisión y preparación diaria de embarcación (Vigilante I, PROFEPA).



Revisión y preparación diaria de embarcación (Cobra I, FONMAR).



Recorrido marítimo diario entre las 10 y 15 millas náuticas paralelo a la costa.



Recorrido marítimo diario entre las 20 y 30 millas náuticas paralelo a la costa.



Avistamiento de ejemplar de tortuga marina.



Avistamiento de ejemplar de tortuga marina. (foto Eduardo Reséndiz)



Salto de embarcación para captura de ejemplar, tipo rodeo
(foto, Jorge Carlos Salas Giménez).



Salto de embarcación para captura de ejemplar, tipo rodeo (Foto, Eduardo Reséndiz)



Captura de ejemplar y traslado a embarcación

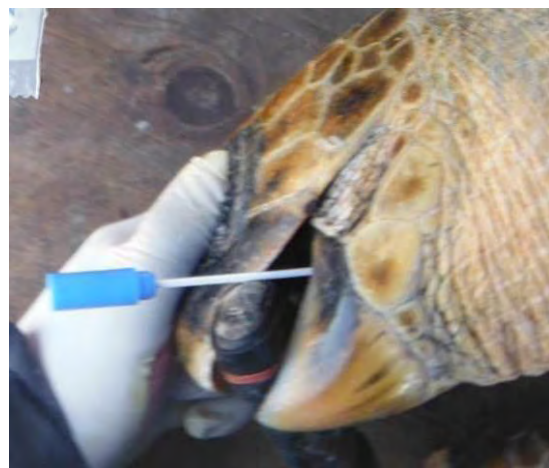


Captura de ejemplar y traslado a embarcación
(Foto Eduardo Reséndiz)

Muestreo llevado a cabo en cada tortuga:



Toma de muestra bacteriológica de boca.



Toma de muestra bacteriológica de boca.



Toma de muestra bacteriológica de cloaca.



Toma de muestra bacteriológica de cloaca.



Foto identificación lateral derecha.



Foto identificación lateral derecha.



Foto identificación lateral izquierda.



Foto identificación lateral izquierda.



Foto identificación del caparazón.



Foto identificación del caparazón.

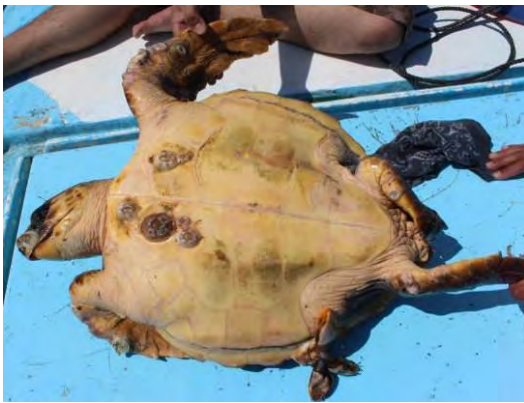


Foto identificación del plastrón.



Foto identificación del plastrón.



Toma de muestra de piel de cuello.



Toma de muestra de piel de aleta caudal.



Toma de muestra sanguínea cervical.



Toma de muestra sanguínea cervical.



Medida de ancho curvo de caparazón.



Medida de ancho curvo de caparazón.



Medida de largo curvo de caparazón.



Medida de largo curvo de caparazón.



Toma de peso (kilogramos).



Toma de peso (kilogramos).



Marcado en caparazón.



Marcado en caparazón.



Liberación.



Liberación.

Documentación de lesiones o cambios observados en los especímenes.



Presencia de cangrejos (*Planes minutus*) peri cloacales.



Epibiontes: *Cirripedia burmeister* (izquierda),
Conchoderma virgalum (derecha).



Macho de golfina con prolapso de cloaca y pene,
(Primer caso de fibropapiloma (FP) de *Lepidochelys olivacea* en la zona).



Toma de agua.



Fijación con lugol de muestra de agua.



Cadáver encontrado a la deriva de *Caretta caretta*, en avanzado estado de putrefacción (autolisis).



Marcaje de cadáveres encontrados a la deriva, para obtener tiempo de varamiento, personal FONMAR (Foto: Fernando Romero).



Fauna marina muerta observada en recorridos, en avanzado estado de putrefacción (autolisis).



Fauna marina muerta observada en recorridos, en avanzado estado de putrefacción (autolisis).

RESULTADOS:

Los datos de cada una de las tortugas marinas muestreadas, se encuentran de forma individual en el anexo A.

Se capturaron 15 tortugas vivas, 10 *C. caretta* (1 macho, 9 indefinidos) y 5 *L. olivacea* (3 machos, 2 hembras). De las cuales 10 *C. caretta* y 4 *L. olivacea* fueron muestreadas para bacteriología y biometría hemática (conteo celular, química sanguínea). A un macho de *L. Olivacea*, se le tomó exclusivamente biopsia (párrafo siguiente). Los frotis sanguíneos fueron tenidos con Wrigth Giemsa y observados en un microscopio compuesto Olympus BX51, se tomaron fotos los mismos, con el programa IMAGE PRO PLUS versión 6.3. De las 14 tortugas 12 presentaron heterofilia y linfocitosis; 14 de 14 presentaron inclusiones citoplasmáticas de color azul y algunas incoloras, pero refringentes, similares a las reportadas para el hemoparásito *Theileria*. Se observaron células con apariencia de material fibrilar disperso, cada una presentaba uno o dos inclusiones de color grisáceo. Diagnóstico: Linfocitosis, heterofilia asociada a infección crónica activa, sin poder especificar el agente etiológico. Hemoparasitosis severa, posiblemente *Theileria*.

Se capturó una tortuga *L. olivacea* macho, se le realizó un examen físico general. Presento emaciación, 5 nodulaciones de aprox. 1cm en el cuello y aletas anteriores, prolapso de pene, indiferencia al manejo y debilidad. Se consideró enferma y se propuso su eutanasia, para el estudio de órganos internos. El ejemplar se mantuvo en las instalaciones de PROFEPA por 24 hr., aproximadamente. Se tomaron biopsias con Derma-punch de las nodulaciones, se fijaron en formalina amortiguada al 10%. Al no obtenerse el permiso para su eutanasia, se liberó próximo a donde fue colectado. La biopsia fue procesada con la metodología para el corte histológicos fue teñida con Hematoxilina Eosina (H-E) y observados en microscopio compuesto Olympus X51, se tomaron fotos de los mismos, con el programa IMAGE PRO PLUS versión 6.3. En la biopsia de piel se observó: focos de Hiperqueratosis paraqueratótica; hiperplasia epidermal; acantosis y cuerpos de inclusión intranucleares. Diagnóstico: Fibropapiloma.

Se recuperó una tortuga *Caretta caretta* muerta (T8 antes T4 m), que flotaba a la deriva en alta mar (45 millas náuticas) al norte del Golfo de Ulloa. La necropsia se llevó a cabo en las instalaciones de PROFEPA, las muestras de órganos de aprox. 2 cm³ fueron preservadas en formalina amortiguada al 10% y se procesaron para histopatología, también se obtuvieron órganos los cuales se mantuvieron en refrigeración para toxicología. Este ejemplar presento al análisis externo: Sin daños asociados a redes, buen estado corporal. En el análisis interno: Buen estado de carnes, abundante grasa (tejido adiposo) capa de aprox. 7 cm retroperitoneal en toda la cavidad celómica; Hígado con atrofia y anemia moderada; tráquea con abundante espuma; Pulmones desplazaban las vísceras por su distensión, dada por contener agua marina en el tejido (parénquima); estomago contenido pastoso de color blanco perlado, con presencia de nematodos adheridos a la mucosa, congestión multifocal gástrica; Corazón dilatación auricular severa, con foco de fibrosis de miocardio al pericardio, lesiones cicatrizales en epicardio; musculo pálido en ventrículo con dilatación vascular, endocardiosis moderada, adherencia de pericardio a intestino; Bazo con apariencia rugosa, congestión severa y cambios

autolíticos ligeros; Riñón con congestión severa con focos pálidos en parénquima; cerebro congestión moderada; Húmero con descalcificación en la porción distal; La sangre no coaguló. Diagnóstico: anoxia por inmersión (ahogamiento).

En el estudio histopatológico de este espécimen se observó: En pulmón atrofia de vellosidades en epitelio traqueal, los glóbulos rojos en el vaso del espacio aéreo, presentan una inclusión en citoplasma entre 2 o 3 veces mayor al núcleo; atrofia linfóide severa en bazo; Cerebro presenta desmielinización y degeneración neuronal moderada; musculo esquelético y cardíaco con degeneración multifocal severa; riñón necrosis multifocal moderada, presencia de cristales.

Diagnóstico: Encefalitis degenerativa, urolitiasis, miositis y miocarditis degenerativa moderada. Los cambios en cerebro y musculo se pueden asociar a hipoxia.

En Playa San Lázaro, se realizaron inspecciones de 6 tortugas *Caretta caretta* varadas, que habían sido consumidas parcialmente por fauna carroñera. Los órganos (riñón, gónadas) se fijaron para su análisis histopatológico, antes de ello se mantuvieron en refrigeración.

Reporte histológico: Riñón, hemorragia severa; gónadas con atrofia moderada a severa.

Diagnóstico: 2 muestras de gónadas sin desarrollo, 4 en desarrollo.

Se llevó a cabo la necropsia completa de una *C. caretta* varada muerta (Tamarilla03/04/14), con ligeros cambios autolíticos. El examen macroscópico (necropsia), se realizó *in situ*: Perforación en la zona del hombro de aprox. 6 cm de diámetro; buen estado corporal; abundante grasa capa de aprox 10cm en toda la cavidad celómica; presencia de fibrina (adherencia) de miocardio a pericardio, pericardio adherido a hígado; pulmón congestión moderada; Estomago e intestinos con contenido abundante de peces (ya digeridos en estomago e intestinos y abundante langostilla en porción final de intestino; intestino delgado presencia de úlceras de 0.5 a 2.0 cm; hígado friable con cambios autolíticos moderados; riñón abundante tejido adiposo (grasa) periférico y en el parénquima; gónadas compactas y de color rojo oscuro; cloaca con presencia de hemipene; bazo aumentado de tamaño con cambios autolíticos severos; en cavidad craneana presencia de material sanguinolento ocupándola en su totalidad. Se tomaron muestras de órganos y fueron preservados en formalina amortiguada al 10% y se procesaron para histopatología

Diagnóstico: muerte por frío (cold-stunning)

En el estudio histopatológico se observó: En gónadas atrofia de epitelio germinativo, infiltrado graso severo y desplazando en parénquima; corazón infiltrado graso focal severo, focos de necrosis asociado al infiltrado graso; presencia de trombo en peritoneo; riñón congestión y hemorragia severos, dilatación del espacio glomerular; atrofia de epitelio en tráquea, pulmón congestión severa, presencia de macrófagos en espacio aéreo y vasos con hemosiderina; hígado hemorragia severa, presencia de estructuras compatibles con nematodos (*Anisakis*); intestino presenta focos de necrosis con estructuras compatibles con *Eimerias*; piel con hiperqueratosis, hiperplasia epidermal, acantosis y cuerpos de inclusión intranucleares.

Diagnóstico: Anisakidosis (zoonótica), fibropapiloma, hibernoma, amibiasis, trombosis peritoneal, muerte por frío (cold-stunning).

Bacteriológicamente, se obtuvieron 147 aislamientos de enterobacterias Gram (-) por medio del sistema BBL crystal de identificación bacteriana, de boca y cloaca y de lesiones de las aletas: Se determinaron 12 géneros de bacterias Gram negativas: *Burkholderia cepacea*; *Citrobacter freundii*; *Citrobacter sp.*; *Enterobacter sp.*; *Klebsiella sp.*; *Proteus mirabilis*; *Proteus rettgeri*; *Proteus vulgaris*; *Pseudomonas aeruginosa*; *Stenotrophomonas maltophilia*;

Vibrio fluvialis. En los antibiogramas realizados a los aislamientos de las tortugas 24 y 25, los géneros bacterianos: *Pseudomonas aeruginosa*; *Burkholderia cepacea*; *Stenotrophomonas mailophilia* y *Vibrio fluvialis*, fueron resistentes a: Ceftriaxona, Ceftazidima, Trimetropim/sulfametoxazol y Nitrofurantoina.

Diagnóstico: En este estudio, se reportan géneros bacterianos infectocontagiosos y zoonóticos. Pero no se pueden definir como causales de enfermedad. Es necesario continuarlo para definir si son flora normal o si las tortugas marinas son vectores o es una infección antropozoonótica. Lo anterior se basa en la resistencia que presentaron 4 aislamientos de diferente género a 4 antibióticos.

En estudio parasitológico, de las tortugas capturadas en verano se observó la presencia de *Conchoderma virgatum*, *Chelonibia testudinaria*, *Planes minutus* y organismos compatibles con *Caprella* sp. En marzo, con temperaturas promedio de 16°C, solo se observaron organismos de *Chelonibia testudinaria*.

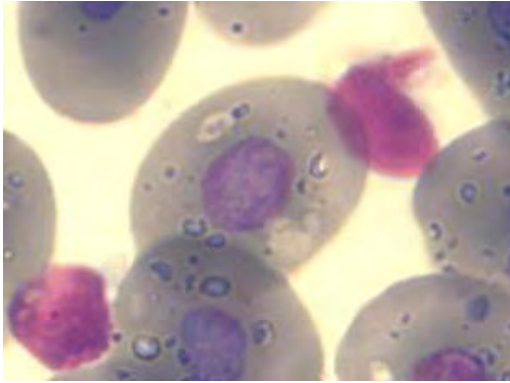
En la tortuga varada muerta analizada en Playa San Lázaro se observó lo siguiente:

Presencia en peritoneo visceral (hígado-caparazón) de nematodo identificado como *Anisakis simplex* en estadio de larva 3 (L3); presencia del diente perforador, tres labios en la boca, presencia de ventrículo e intestino recto sin apéndice esofágico o ciego intestinal, unión oblicua de ventrículo largo con intestino y la presencia del mucron. Se reporta en peces, calamares que a su vez lo adquieren de los peces. En *Caretta caretta*. Esta larvas L3 se reenquistan si no llega al hospedero correcto. Es ZOONOTICO.

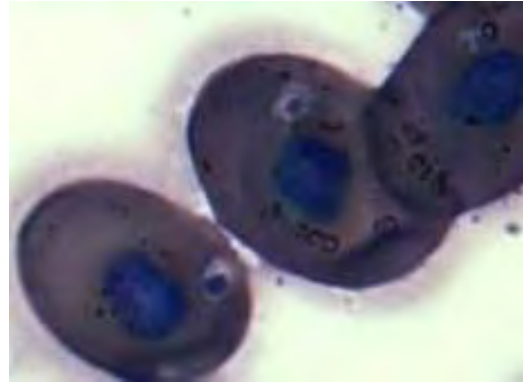
En la región ventral del cuello, de este mismo ejemplar encontrado en playa, se observaron parásitos del género *Ozobranchus spp.* Se pueden observar las regiones de urosoma y trachelosoma, la ventosa caudal y los 5 pares de branquias, pero no se observa la porción craneal. Si bien lo observado corresponde a *Ozobranchus margo*, el no observar la ventosa anterior, no permite confirmarlo.

HEMATOLOGIA

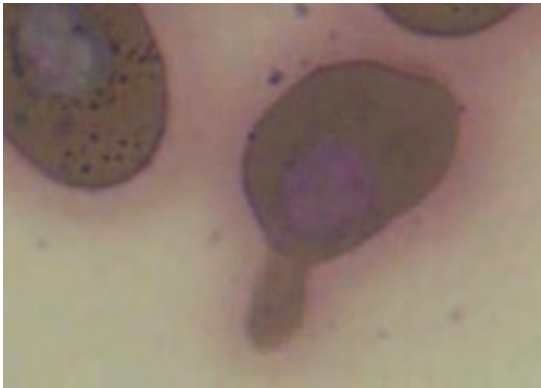
En 12 de 14 muestras se observó heterofilia y linfocitosis; 14 de 14 presentaron inclusiones citoplasmáticas de color azul y otras refringentes asociadas a *Theileria*. Se observaron células no escritas en la literatura.



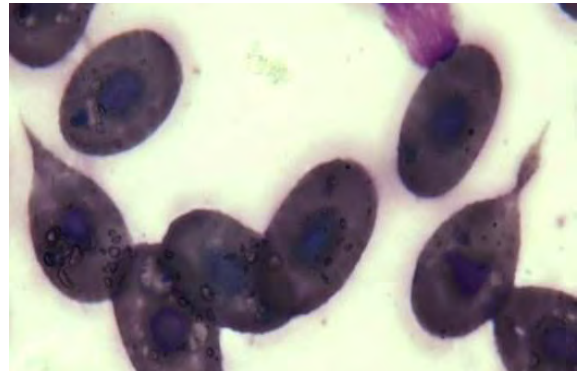
Glóbulos rojos con estructuras refringentes y cuerpos de inclusión.



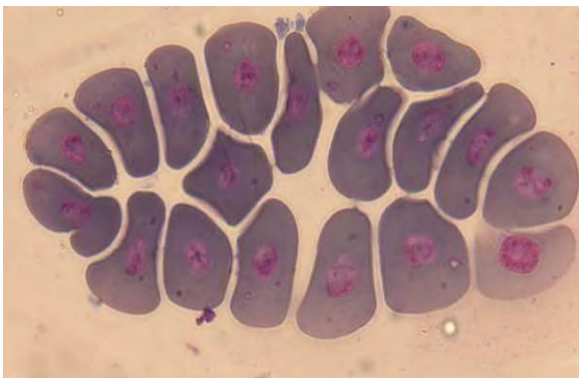
Glóbulos rojos con cuerpos de inclusión.



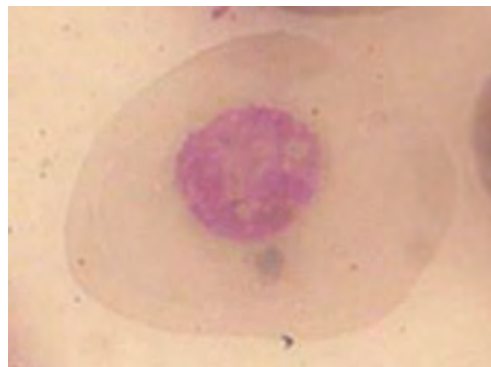
Deformación glóbulos rojos, pericitos.



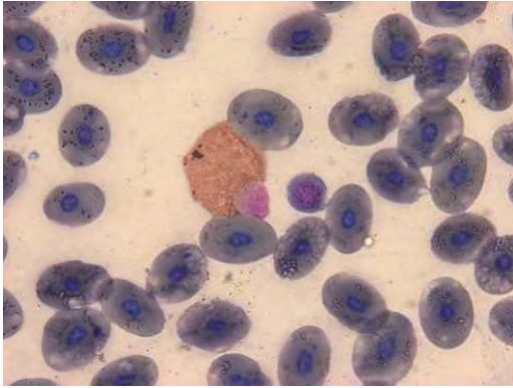
Deformación glóbulos rojos, lacrimocitos.



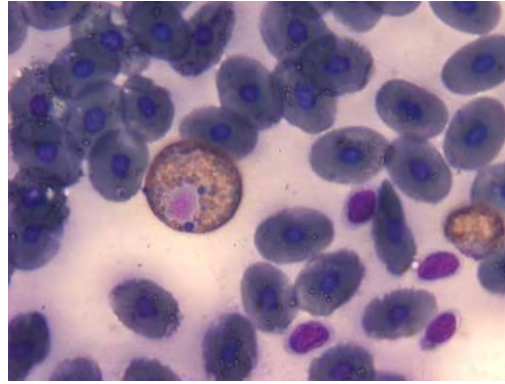
Sabana de glóbulos rojos.



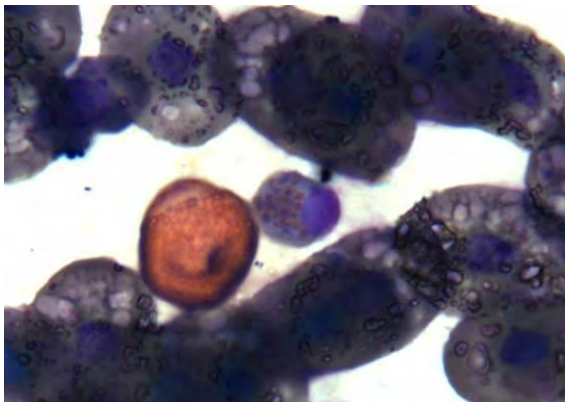
Célula compatible con policromacito, con citoplasma distendido y con cuerpo de inclusión



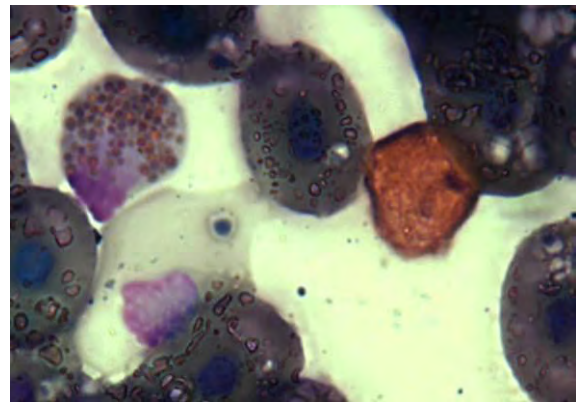
Heterófilo, linfocito. Glóbulos rojos con estructuras refringentes intracitoplasmáticas.



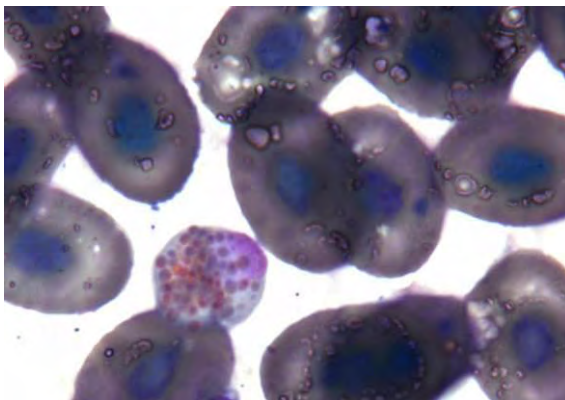
Eosinófilos, trombocitos. Glóbulos rojos con estructuras refringentes intracitoplasmáticas.



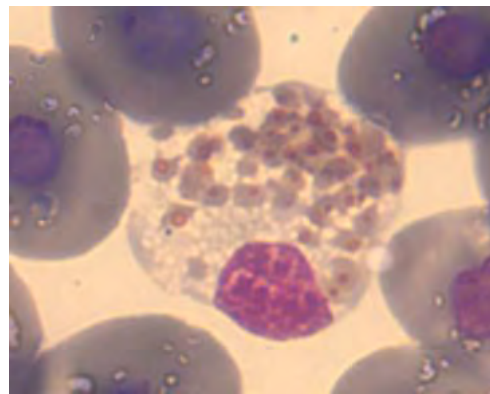
Heterófilo, eosinófilo pequeño.



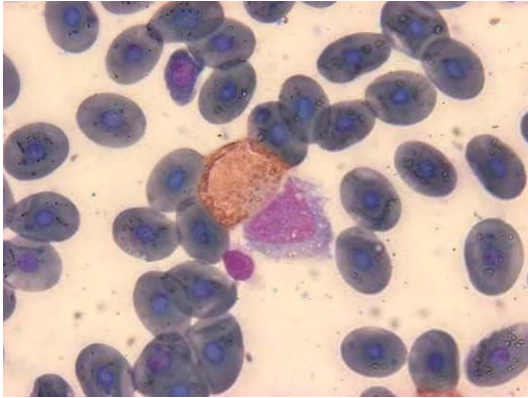
Heterófilo, eosinófilo, célula compatible con acromatófilo con un cuerpo de inclusión en citoplasma



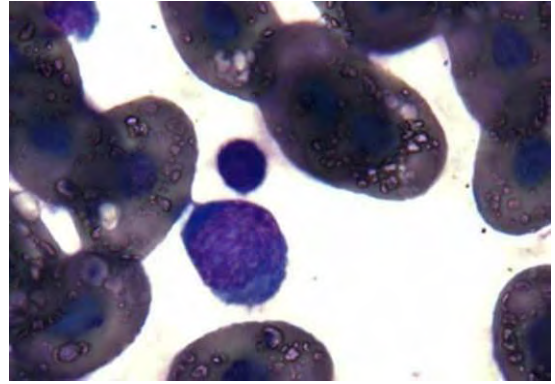
Eosinófilo



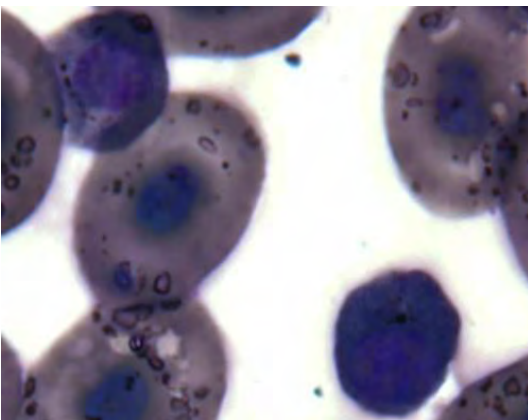
Heterófilo tóxico.



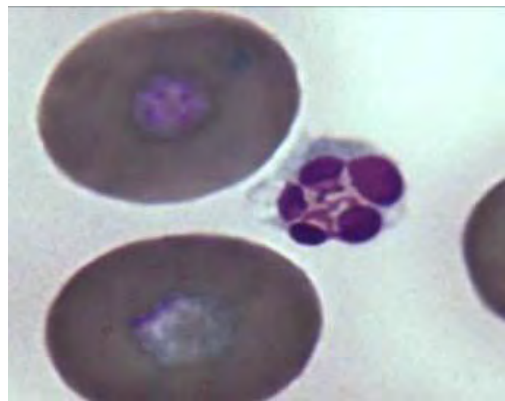
Heterófilo, monocito y trombocito.



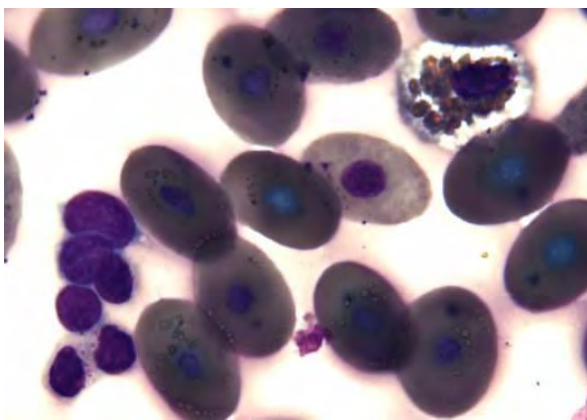
Monocito y linfocito. Glóbulos rojos con estructuras refringentes intracitoplasmáticas.



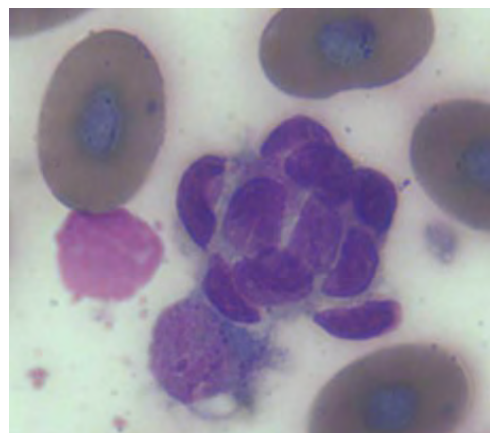
Basófilo.



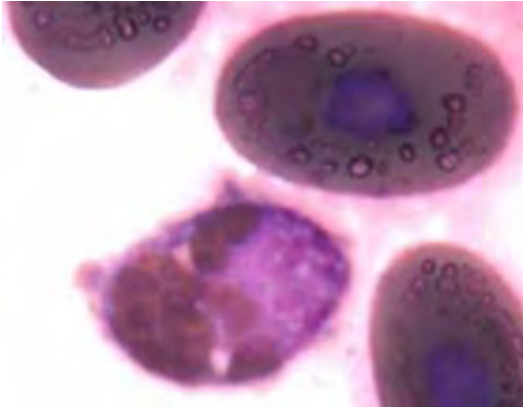
Célula multinucleada, heterófilo degranulado.



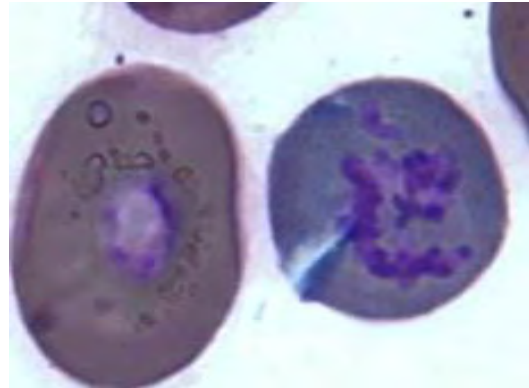
Heterófilo tóxico, sabana de trombocitos en infección activa.



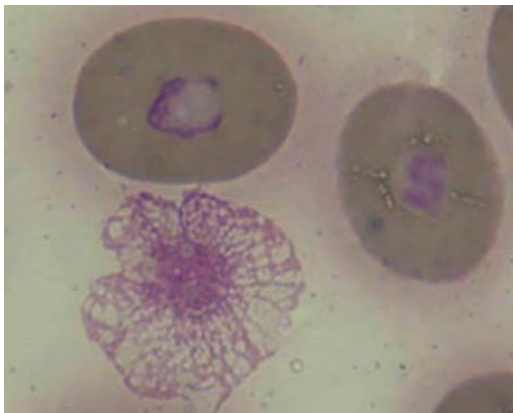
Monocito, sabana de trombocitos.



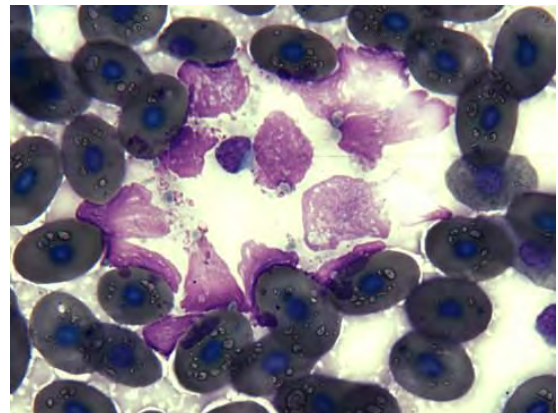
Eosinófilo.



Célula de línea roja en mitosis



Célula no descrita en literatura, con cuerpos de inclusión.



Grupo de células no descritas en literatura.

Datos de Biometría Hemática, Pruebas de Función Hepática y Química sanguínea de *Caretta caretta*, del golfo de Ulloa, BCS, México, 2013-2014 (1/3).

Parámetros	T1	T3	T4	T5	T6
LEU	++++ 10 ³	++++ 10 ³	++++ 10 ³	++++ 10 ³	++++ 10 ³
ERI	0.46 10 ⁶	0.34 10 ⁶ L	0.34 10 ⁶	0.46 - 10 ⁶	0.39 10 ⁶
HGB	11.93	8.89	8.05	7.8	9.12
HCT (%)	11.59%	8.54%	8.30%	8.53%	9.72%
VCM (fL)	++++ fL	++++ fL	++++ fL	++++ fL	++++ fL
MHCT	257.7	259.50	237	227	233.8
MCHC (%)	102.90	104.1	96.98	91.42	93.81
RDW	9.60%	12.60%	3.13%	2.10%	2.94%
PTL	9.00 - 10 ³	11.00 - 10 ³	11.00 - 10 ³	21.00 - 10 ³	16.00 - 10 ³
VPM	7.04	6.91	8.19	6.66	7.55
PCT	1.00%	1.00%	1.00%	1.00%	1.00%
PDW	13.75%	13.50%	18.50%	13.25%	16.75%
PRUEBAS DE FUNCIÓN HEPÁTICA					
AST/TGO (U/L)		332.9		295.1	248.5
ALKP (U/L)		58		820	118
LDH (U/L)		1946.2		1346.7	485.2
GGT (U/L)		12		9	3.2
BILIRRUBINA TOTAL (mg/dL)		0.04		0.11	0.13
BILIRUBINA DIRECTA (mg/dL)		0.04		0.03	0.01
BILIRUBINA INDIRECTA (mg/dL)		0		0.08	0.12
PROTEÍNAS TOTALES (g/dL)		3.92		3.72	4.14
ALBUMINA (g/dL)		1.81		1.68	1.75
GLOBULINA (gd/L)		2.1		2	2.4
AST/TGO (U/L)		0.9		0.6	0.6
QUÍMICA SANGÜÍNEA					
GLUCOSA (mg/dL)	78	84	73	70	59
UREA (mg/dL)	184	241	161	156	159
BUN (mg/dL)	76	113	75	73	74
CREATININA (mg/dL)	0.74	0.5	0.55	0.59	0.38
ACIDO URICO (mg/dL)	2.3	1.4	1.3	1	1.4
COLESTEROL (mg/dL)	244	94	129	114	100
TRIGLICERIDOS (mg/dL)	625	335	149	117	115
VLDL (mg/dL)			29.8		

Datos de Biometría Hemática, Pruebas de Función Hepática y Química sanguínea de *Caretta caretta*, del golfo de Ulloa, BCS, México, 2013-2014 (2/3).

Parámetros	T13	T15	T17	T19	T20a
LEU	++++ 10 ³	++++ 10 ³	++++ 10 ³	++++ 10 ³	++++ 10 ³
ERI	0.33 - 10 ⁶	0.37 - 10 ⁶	0.37 - 10 ⁶	0.51 - 10 ⁶	0.46 10 ⁶
HGB	7.13	9.51	8.73	12.78	11.65
HCT (%)	8.35%	9.12%	9.16%	12.77%	11.40%
VCM (fL)	++++ fL	++++ fL	++++ fL	++++ fL	++++ fL
MHCT	213.1	260	237.4	251.6	253.9
MCHC (%)	85.37	104.2	95.21	100	102.1
RDW	2.32%	3.18%	2.05%	0.48%	2.38%
PTL	7.00 - 10 ³	13.00 - 10 ³	9.00 - 10 ³	10.00 - 10 ³	20.00 - 10 ³
VPM	7.42	8.19	7.55	7.17	6.66
PCT	0.01%	0.01%	0.01%	0.01%	0.01%
PDW	17.50%	21%	16.00%	13.75%	13.25%
PRUEBAS DE FUNCIÓN HEPÁTICA					
AST/TGO (U/L)	282.9				
ALKP (U/L)	327				
LDH (U/L)	711.7				
GGT (U/L)	7.3				
BILIRRUBINA TOTAL (mg/dL)	0.14				
BILIRUBINA DIRECTA (mg/dL)	0.06				
BILIRUBINA INDIRECTA (mg/dL)	0.08				
PROTEÍNAS TOTALES (g/dL)	4.76				
ALBUMINA (g/dL)	1.95				
GLOBULINA (gd/L)	2.8				
RELACIÓN A/G	0.7				
QUÍMICA SANGÜÍNEA					
GLUCOSA (mg/dL)	67	54	56	81	
UREA (mg/dL)	162	160	132	144	
BUN (mg/dL)	76	75	62	67	
CREATININA (mg/dL)	0.76	0.5	0.45	0.41	
ACIDO URICO (mg/dL)	0.7	1.6	1.5	1.7	
COLESTEROL (mg/dL)	127	107	186	461	
TRIGLICERIDOS (mg/dL)	180	150	103	523	
VLDL (mg/dL)		30.1			

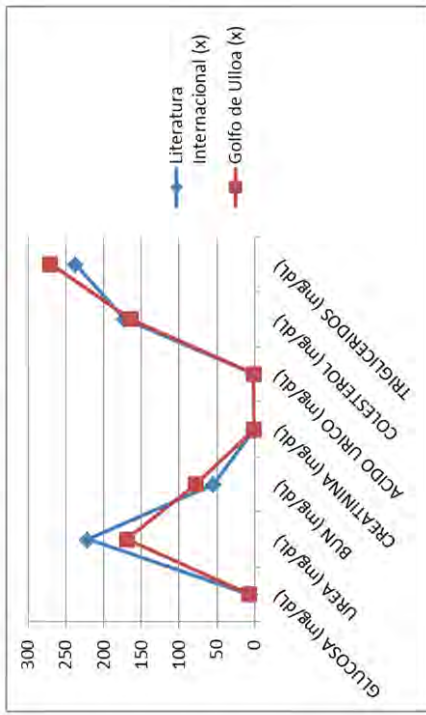
**Datos de Biometría Hemática, Pruebas de Función Hepática y Química sanguínea
de *Caretta caretta*, del golfo de Ulla, BCS, México, 2013-2014 (3/3).**

Parámetros	T20b	T21	T23	T25
LEU	++++ 10 ³	++++ 10 ³	++++ 10 ³	
ERI	0.45 - 10 ⁶	0.44 - 10 ⁶	0.40 - 10 ⁶	
RDW	2.72%	1.84%	0.33%	
PTL	15.00 - 10 ³	4.00 - 10 ³	7.00 - 10 ³	
VPM	6.27		7.55	
PCT	0.01%		0.01%	
PDW	10.25%		18.00%	
PRUEBAS DE FUNCIÓN HEPÁTICA				
AST/TGO (U/L)				
ALKP (U/L)				
LDH (U/L)				
GGT (U/L)				
BILIRRUBINA TOTAL (mg/dL)				
BILIRRUBINA DIRECTA (mg/dL)				
BILIRRUBINA INDIRECTA (mg/dL)				
PROTEÍNAS TOTALES (g/dL)				
ALBUMINA (g/dL)				
GLOBULINA (g/dL)				
AST/TGO (U/L)				
QUÍMICA SANGUÍNEA				
GLUCOSA (mg/dL)		91	68	55
UREA (mg/dL)		210	161.76	156
BUN (mg/dL)		98	75.6	73
CREATININA (mg/dL)		0.44	0.98	0.19
ACIDO URICO (mg/dL)		1.4	1.6	1.0
COLESTEROL (mg/dL)		125	117	169
TRIGLICERIDOS (mg/dL)		403	278	267
VLDL (mg/dL)				53

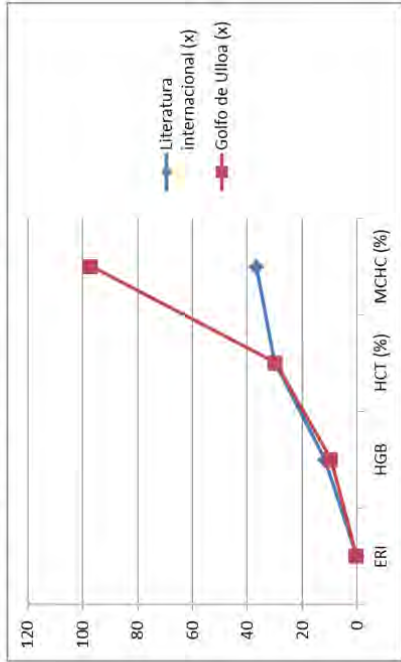
Comparación datos de *Caretta caretta* reportados en la literatura y los obtenidos en este estudio de Biometría Hemática, Función Hepática y Química sanguínea. Media (x) y Desviación Estándar (D.E.).

	Literatura (x)	Literatura (D.E.)	Este estudio (x)	Este estudio (D.E.)
LEU	16.582	8.3983833		
ERI	0.168383	0.231028	0.40923077	0.05765725
HGB	11.655	1.75312103	9.559	1.91398044
HCT (%)	29.924	7.93934488	29.75	6.01598241
VCV (dL)	699	269.281451		
MHCT			241.277778	15.7049974
MCHC (%)	36.77	3.153696244	97.0211111	6.29513591
RDW			3.51%	0.03533333
PTL			11.7692308	5.068758
VPM			7.26333333	0.59441848
PCT			0.42%	0.00509779
PDW			15.46%	0.03001578
PRUEBAS DE FUNCIÓN HEPÁTICA				
AST/TGO (U/L)	189.84	107.857819	289.85	34.82810168
ALKP (U/L)	51.2207692	48.24646731	330.75	345.9454437
LDH (U/L)	201.75	107.10859	112.245	65.2053929
GGT (U/L)	6.123	10.1806331	7.875	3.672760088
BILIRRUBINA TOTAL (μmol/L)	2.07555556	1.27249864	0.105	0.045092498
BILIRRUBINA DIRECTA			0.035	0.02081666
BILIRRUBINA INDIRECTA			0.07	0.05033223
PROTEÍNAS TOTALES (g/L)	3.6575	0.53787279	4.135	0.450592203
ALBUMINA (g/L)	1.138	0.46700163	1.7975	0.114709779
GLOBULINA (g/L)	2.832	1.31369538	2.325	0.359397644
RELACIÓN A/G	0.51	0.10	0.7	0.141421356
QUÍMICA SANGÜÍNEA				
GLUCOSA (mg/dL)	6.50071429	1.81329477	6.96666667	1.221276034
UREA (mg/dL)	220.958	202.765141	168.896667	29.79977039
BUN (mg/dL)	54.8136364	40.5787965	78.1333333	13.81549416
CREATININA (mg/dL)	0.411666667	0.12576433	0.54083333	0.206901748
ACIDO URICO (mg/dL)	1.20333333	0.754144106	1.40833333	0.405548637
COLESTEROL (mg/dL)	172.296667	52.3887456	164.416667	102.7728814
TRIGLICERIDOS (mg/dL)	237.5	256.517381	270.416667	171.7511193
VLDL			37.6333333	13.30876904

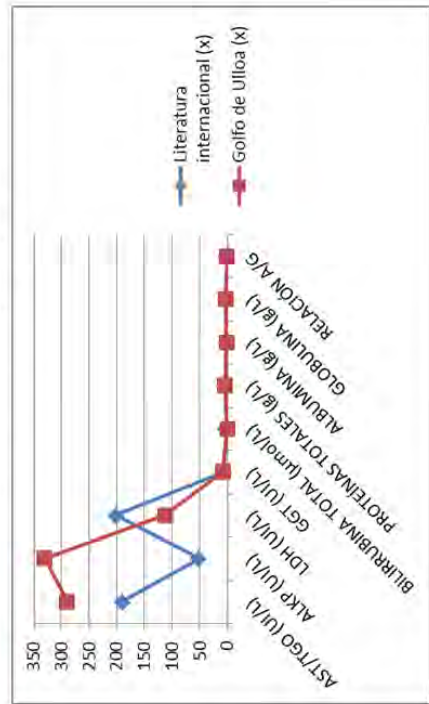
Comparación de los datos de Química sanguínea de *Caretta caretta* en la literatura internacional y los registrados en este estudio.



Comparación de los datos de Biometría hemática de *Caretta caretta* reportados en la literatura y los registrados en este estudio (Golfo de Ulloa).



Comparación de los datos de Pruebas de Función Hepática de *C. caretta* en la literatura internacional y los registrados en este estudio.



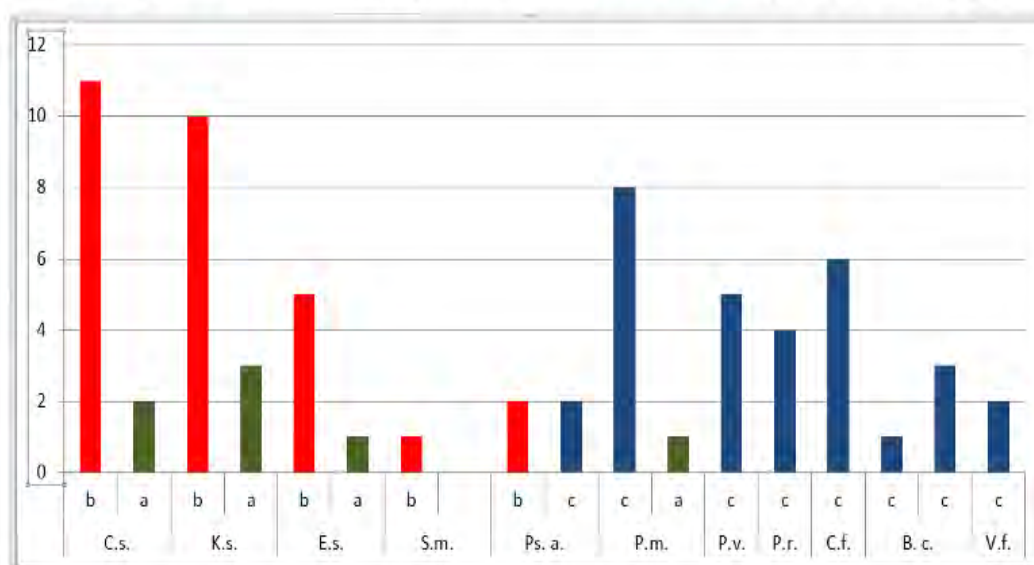
BACTERIOLOGÍA

Se obtuvieron 147 aislamientos, 12 géneros de bacterias de enterobacterias de boca, cloaca y lesiones de las aletas

Géneros Bacterianos aislados de boca, lesiones y Cloaca de *Caretta caretta* del golfo de Ulloa 2013-2014.

ID	<i>Citrobacter</i> sp.	<i>Klebsiella</i> sp.	<i>Enterobacter</i> sp.	<i>Stenotrophomonas</i> <i>maillophilla</i>	<i>Pseudomonas</i> <i>aeruginosa</i>	<i>Proteus</i> <i>mirabilis</i>	<i>Proteus</i> <i>vulgaris</i>	<i>Proteus</i> <i>rettgeri</i>	<i>Citrobacter</i> <i>freundli</i>	<i>Burkholderia</i> <i>cepacea</i>	<i>Vibrio</i> <i>fluvialis</i>	Total de géneros
T1	Boca	Boca				Lesión aleta						3
T2	Boca					Cloaca			Cloaca	Cloaca		4
T3						Cloaca						1
T4	Lesión aleta	Lesión aleta										2
T5	Boca	Boca				Cloaca				Cloaca		4
T6	Boca	Boca	Boca			Cloaca	Cloaca	Cloaca	Cloaca			7
T7	Boca	Boca										2
T9	Lesión aleta Boca	Lesión aleta Boca				Cloaca						5
T11	Boca	Boca					Cloaca		Cloaca			4
T13	Boca	Boca Aleta	Boca Aleta			Cloaca	Cloaca	Cloaca	Cloaca			9
T15	Boca	Boca	Boca			Cloaca	Cloaca	Cloaca	Cloaca			7
T17	Boca	Boca	Boca			Cloaca	Cloaca	Cloaca	Cloaca			7
T19	Boca	Boca	Boca									3
T25					Boca Cloaca						Cloaca	3
T29				Boca	Boca Cloaca					Boca Cloaca	Cloaca	6

Total de Cultivos Bacterianos de boca, cloaca y aleta de *Caretta caretta* del Golfo de Ulloa 2013-2014.



Abreviaturas: b: boca (color rojo); a: aleta (color verde); c: cloaca (color azul); C.s.: *Citrobacter sp.*; K.s.: *Klebsiella sp.*; E.s.: *Enterobacter sp.*; S.m.: *Stenotrophomonas maillophilla*; Ps. a.: *Pseudomonas aeruginosa*; P.m.: *Proteus mirabilis*; P.v.: *Proteus vulgaris*; P.r.: *Proteus rettgeri*; C.f.: *Citrobacter freundli*.

NECROPSIA Y TOMA DE MUESTRAS (EVIDENCIA BIOLÓGICA) DE CADÁVERES INSPECCIONADOS

Se realizó la necropsia en oficinas de PROFEPA, a un espécimen encontrado muerto a la deriva en alta mar el 26 de julio del 2013. En el recorrido terrestre del 24 de marzo del 2014, se encontraron 6 tortugas parcialmente ingeridas por carroñeros y una sin depredación con ligeros cambios autolíticos, se realizó la necropsia y la toma de muestras en el lugar.

NECROPSIA ESPECIMEN ENCONTRADO MUERTO EN ALTA MAR



Tortuga encontrada muerta a la deriva.



Buen estado corporal y abundante tejido adiposo (grasa).



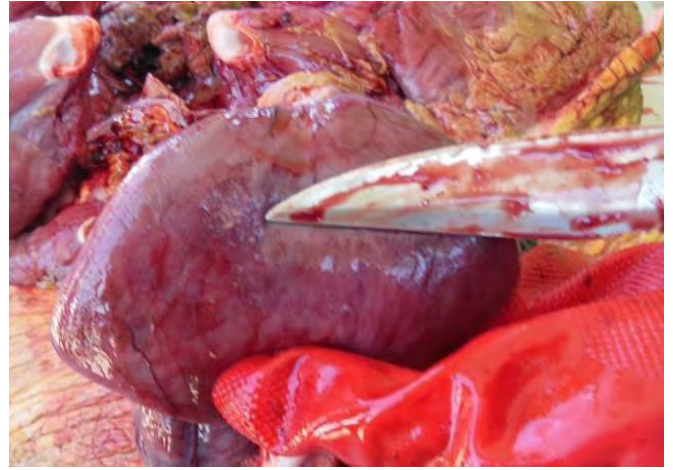
Hígado, atrofia moderada.



Capa grasa (7cm aprox) retroperitoneal; sangre sin coagular.



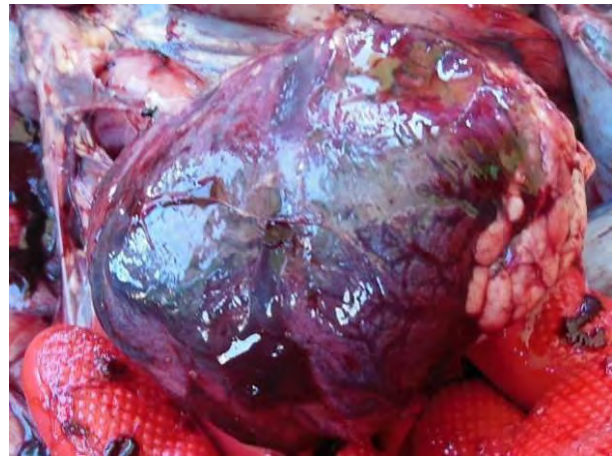
Pulmón desplazando y sobresaliendo de las vicerias.



Adherencia de ventrículo a pericardio.



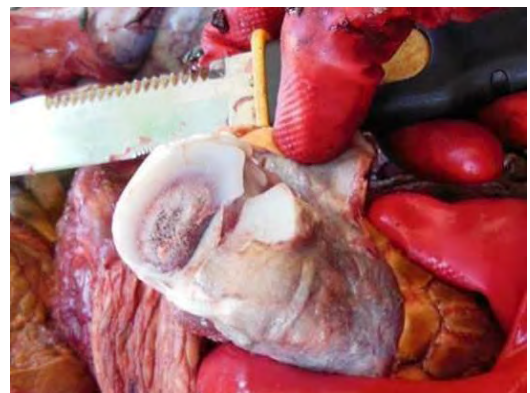
Endocardiosis moderada



Congestion severa y autolisis ligera en bazo



Adherencia de pericardio a intestino.



Humero porción distal desalcificado.



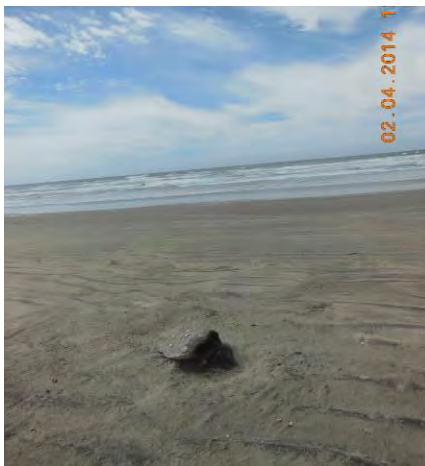
Riñón, congestión severa.



Neumonía severa dorsal, abundante agua en parénquima.

INSPECCION TERRESTRE, MARZO 2014

6 tortugas parcialmente devoradas por fauna carroñera, se toman gónadas y riñones. De la tortuga encontrada muerta se realizó la necropsia *in situ*.



Cadáver encontrado en línea de marea alta.



Cadáver arrastrado por carroñeros.



Cadáver semienterrado, en línea de marea alta



Cadáver, huellas periféricas a región posterior de cangrejos que comieron parcialmente las vísceras.



Coyote carroñando cadáver, cercano al grupo de trabajo
(Foto Francisco Camacho).



Presencia de aves, consumiendo al cadáver.



Presencia de agua y espuma de color café en playa.



Redes en playa, en marea.



Huellas de canino hechas en marea baja.



Destrucción de evidencia, por mal abordaje de la escena.



Lobo marino, en línea de marea alta, cambios autolíticos avanzados



Cadáver de ballenato, en proceso de momificación.



Cadáver con epibiontes muertos, indicando que el cadáver no es fresco.



Cabeza retraída por consumo de la musculatura de cuello por carroñeros.



Cadáver, sin vísceras por consumo de carroñeros.



Cadáver, con sangre fresca con un patrón uniforme (Cadáver fresco).



En ningún cadáver hubo lesiones de redes en aletas (hombro).



En ningún cadáver hubo lesiones de redes en cuello.



Cadaver, sin vísceras con cambios autolíticos ligeros.



Cadáver, sin vísceras y deshidratado.



Orificio en región lateral dorsal cervical de aprox 3cm, por aves carroñeras.



Golfina, mal estado corporal, depredada por la región del hombro



Cadáver, depredado por costado izquierdo caudal.



Cadáver, piel acartonada (deshidratación), sin lesiones por redes.



Cadaver consumido por carroneros, con abundante grasa, restos de riñones y gonadas



Cadáver diferente al anterior, con similares características.



Cadáver diferente a los anteriores, similares hallazgos.
Toma de muestras de rinon.



Tomando muestra de gonada.



Otro cadáver, abundante grasa en cavidad celomica, cambios autolíticos moderados.



Gónadas con zonas sin forma definida de color amarillo.



Riñón congestión severa, cambios autolíticos moderados.



Cadáver semienterrado.



Cadáver semienterrado, parcialmente consumido por cangrejos.

Tortuga amarilla en contrada en línea de marea con ligeros cambios autolíticos.



Especimen encontrado en playa San Lázaro en línea de marea (Foto Francisco J. Camacho Romero).



Sangre sin coagular en perforación. Heces por relajación de esfínter (Foto Francisco J. Camacho Romero).



Especimen con buen estado corporal y abundante grasa corporal.



Abundante grasa.



Palidez hepática, estómago e intestinos con contenido alimenticio.



Gubernaculum cordis y fibrina en miocardio (adherencia) ventricular a pericardio.



Autolisis de cerebro.



Pulmón congestión moderada



Capa retroperitoneal de tejido adiposo de apro 10cm en toda la cavidad celomica.



Riñón con abundante grasa periférica y en el parénquima
(Foto Francisco J. Camacho Romero).



Gónadas atrofiadas.



Hemipene (Foto Francisco J. Camacho Romero).

PARASITOLOGÍA

En las tortugas capturadas vivas, en verano se observó la presencia de *Conchoderma virgatum*, *Chelonibia testudinaria*, *Planes minutus* y organismos compatibles con *Caprella* sp. En marzo, con temperaturas promedio de 16°C, solo se observaron *Chelonibia testudinaria*.

En la tortuga analizada en Playa San Lázaro se observó en peritoneo visceral (hígado-caparazón) 3 ejemplares de *Anisakis simplex* L3. Es ZOONOTICO. En la región ventral del cuello, se observaron parásitos del genero *Ozobranchus* spp. La morfología de los especímenes recuperados, no permiten identificarlo.



Presencia en todas las tortugas amarillas de *Chelonibia testudinaria*



Presencia de *Conchoderma virgatum*



Presencia en la época de verano de cangrejos pericloacales (*Planes minutus*).



Presencia de *Conchoderma virgatum*, *Chelonibia testudinaria* y organismos compatibles con *Caprella* sp.

Anisakis simplex L3



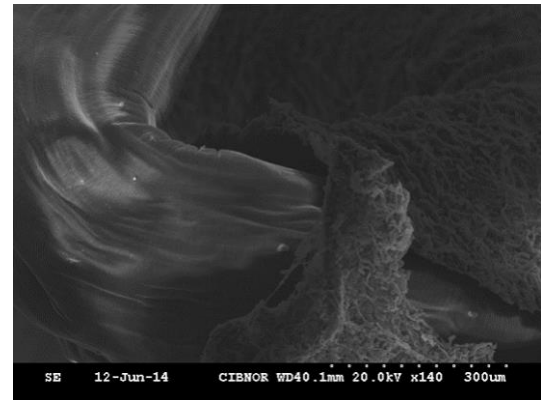
Anisakis simplex L3, anudado en peritoneo parietal (caparazón-hígado).



Anisakis simplex L3, notese el estrangulamiento por tejido fibroso, M E.



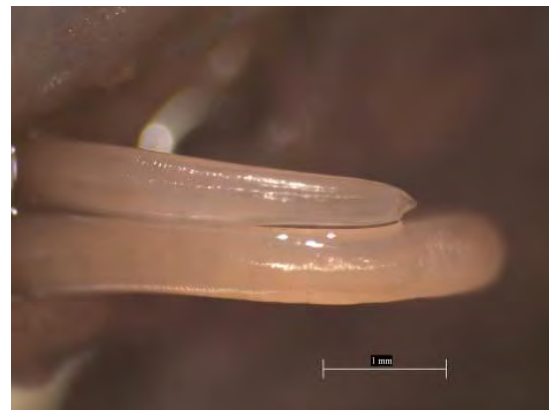
Anisakis simplex L3, enquistado perforando peritoneo parietal (caparazón-hígado).



Anisakis simplex L3, perforando tejido peritoneal, M E.



Anisakis simplex L3, porción craneal.



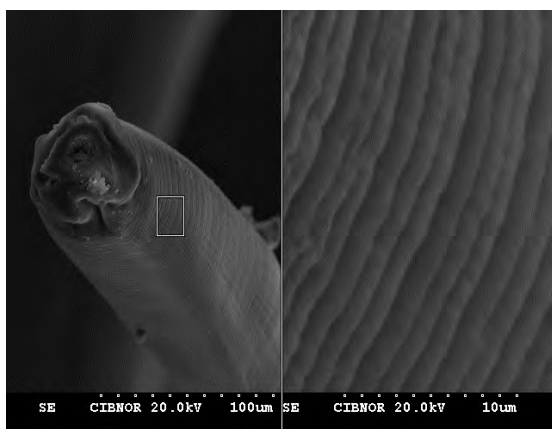
Anisakis simplex L3, porción caudal.



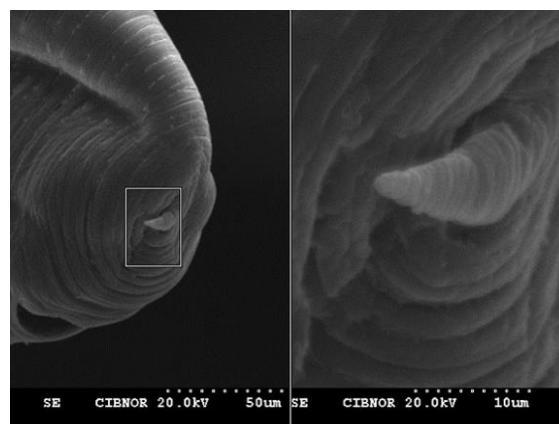
Anisakis simplex L3, boca y diente (40x).



Anisakis simplex L3, mucron y cloaca (40x).



Anisakis simplex L3, cabeza con placa triangular, boca y diente, detalle cuticular ME.



Anisakis simplex, Región caudal, mucron y cloaca ME.

Ozobranchus spp.



Ozobranchus sp, región ventral.



Ozobranchus sp, región ventral y ventosa caudal con detritos celulares, ME.



Ozobranchus sp, región dorsal.

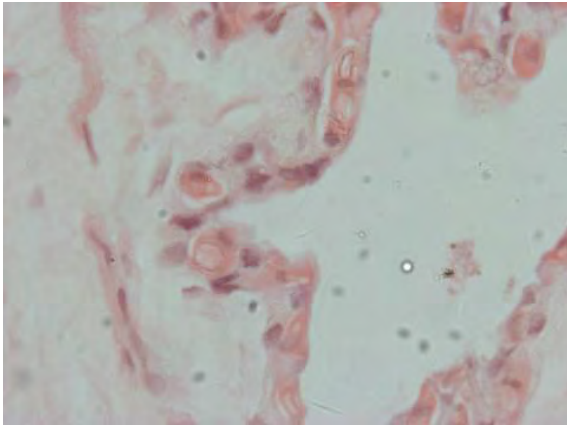


Ozobranchus sp, región craneal, detalle de branquias, no se aprecia la ventosa anterior, ME.

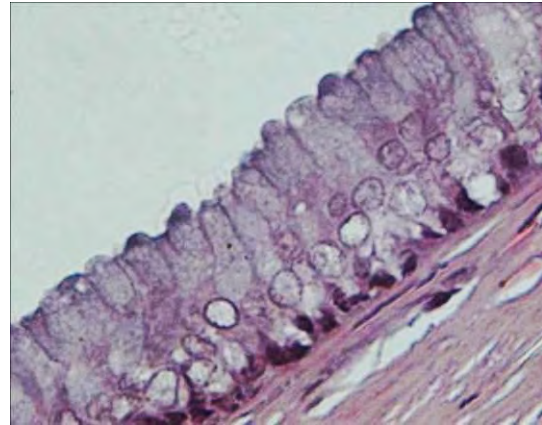
HISTOLOGIA

Inclusiones citoplasmáticas en glóbulos rojos asociadas a virus; primer reporte de fibropapiloma en *L. olivácea* y en *C. caretta*; primer reporte de hibernoma en tortugas marinas; trombosis asociada a muerte por frío; atrofia de epitelio germinal. Las 7 muestras de gónadas analizadas corresponden a machos.

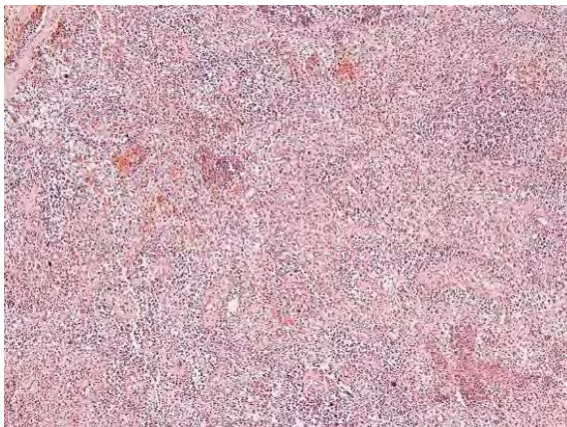
Histología espécimen muerto en alta mar



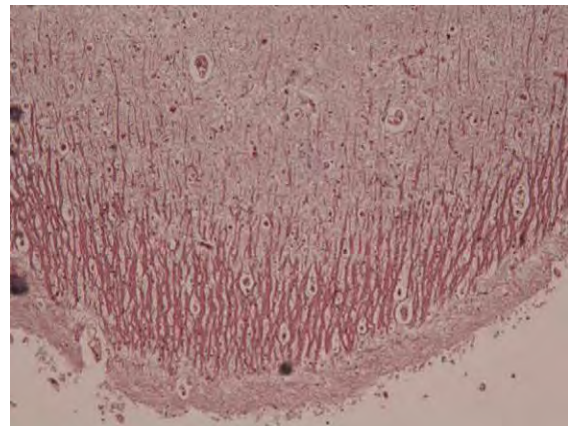
Pulmón, glóbulo rojo con inclusión citoplasmática.



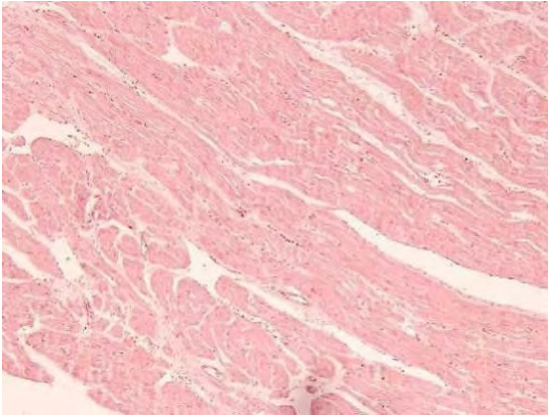
Pulmón, atrofia ciliar.



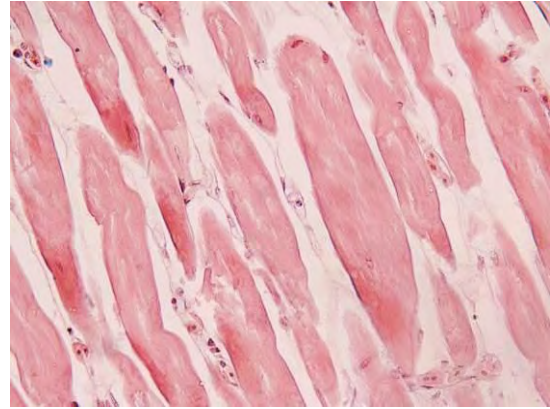
Bazo, atrofia linfóide severa.



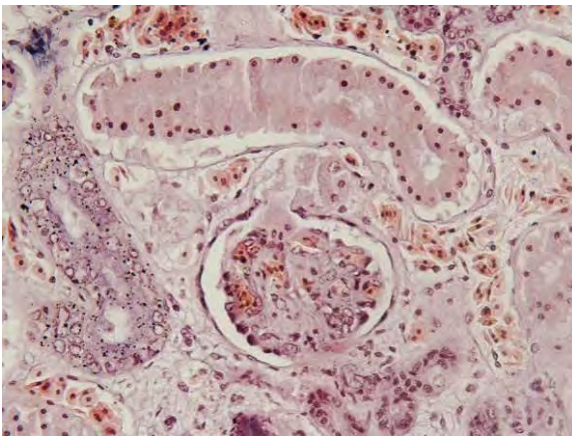
Cerebro, desmielinización y degeneración neuronal.



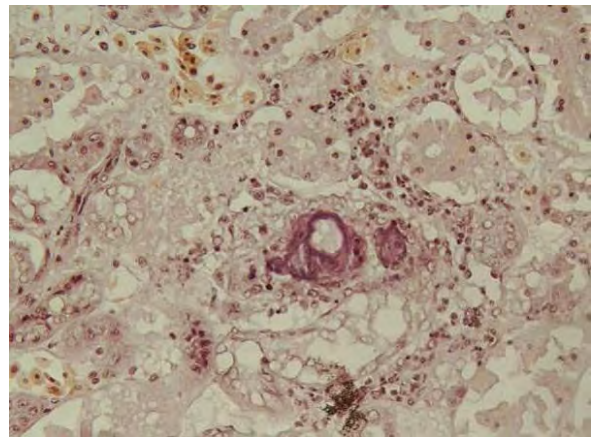
Corazón, degeneración muscular multifocal.



Músculo, degeneración muscular.

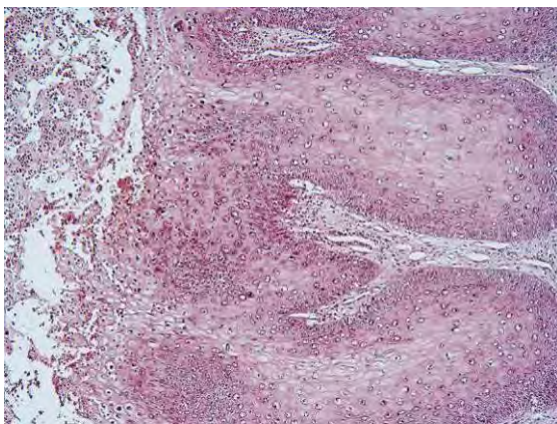


Riñón, hemosiderosis túbulo contorneado distal.

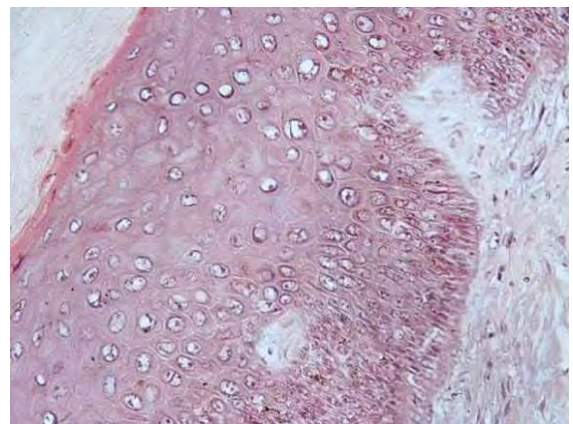


Riñón, foco de necrosis con cristales (uratosis).

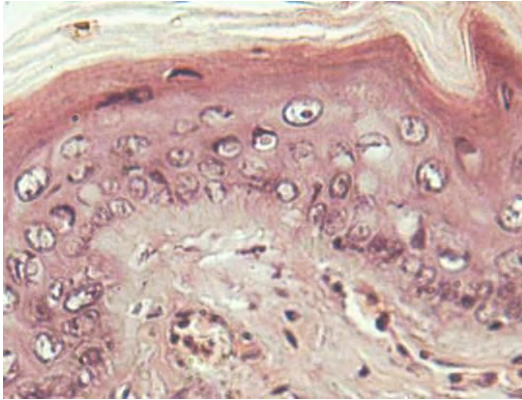
Histología de biopsia de tortuga 11, macho de *L. Olivacea*.



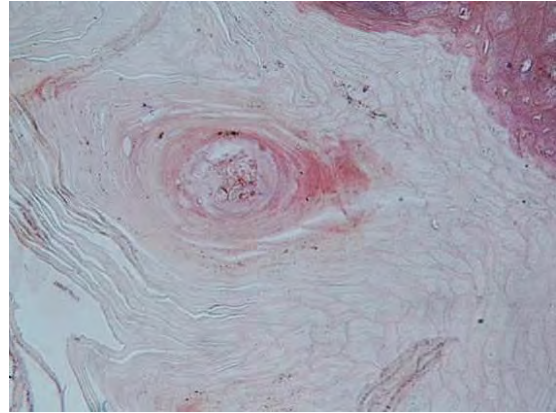
Piel, proliferación digitiforme, necrosis superficial.



Piel, Hiperqueratosis, cuerpo de inclusión.

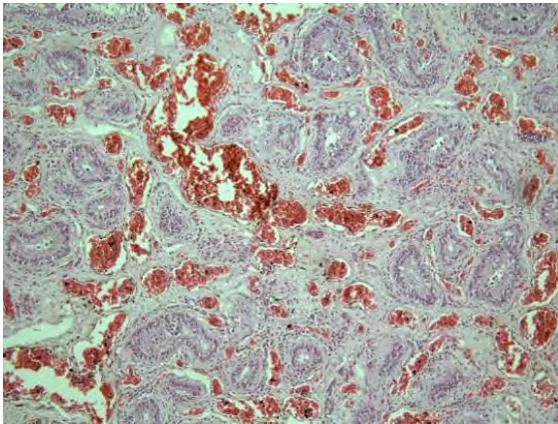


Piel, cuerpos de inclusión intranucleares

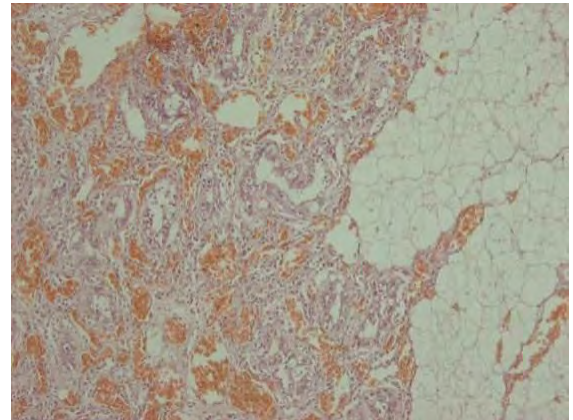


Perla de queratina

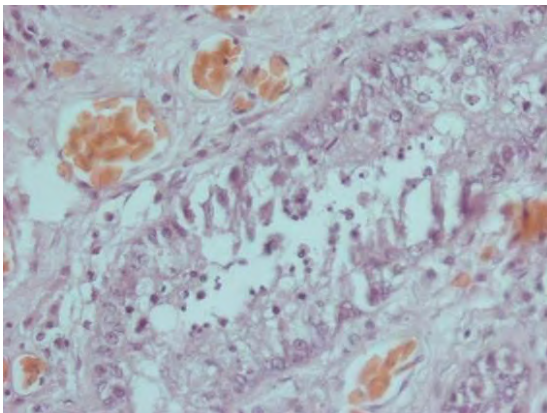
Histología de especímenes *C. caretta* del recorrido terrestre



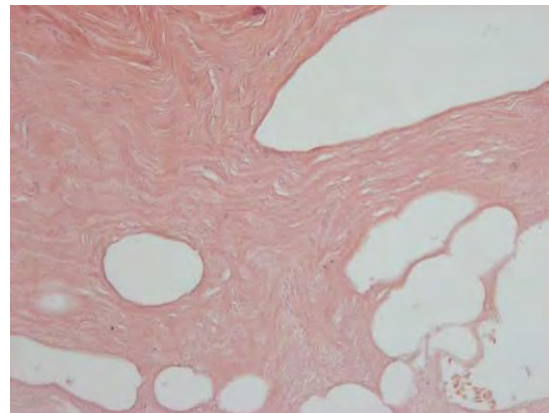
Gónadas (macho), congestión severa, con atrofia de epitelio germinativo.



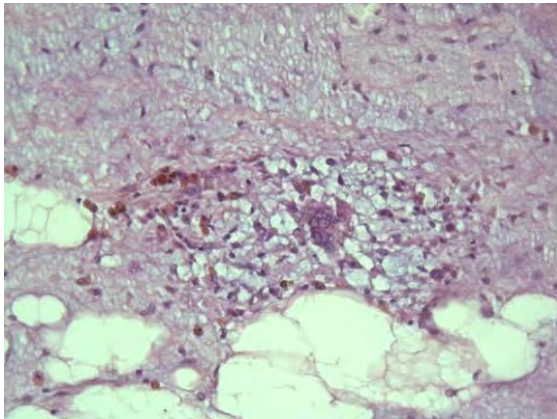
Gónadas (macho), infiltración grasa.



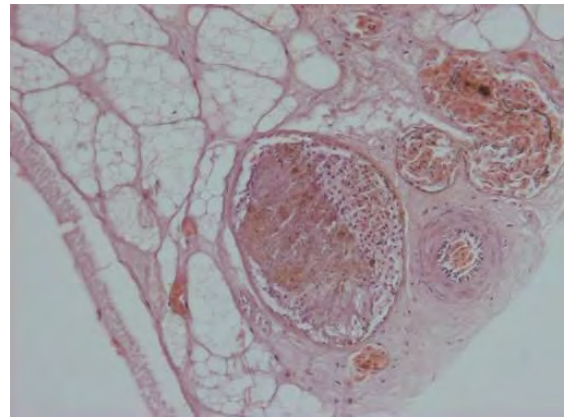
Gónada (macho), Atrofia de epitelio germinativo



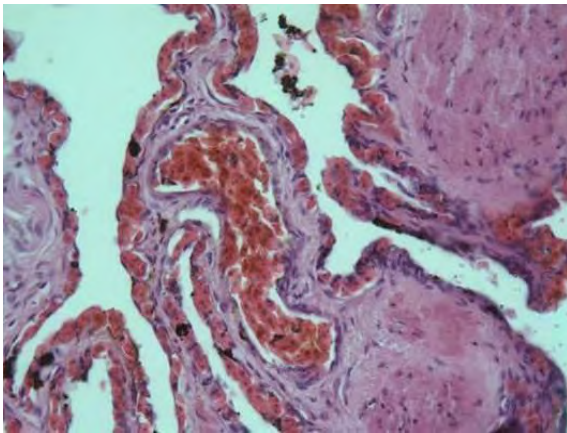
Degeneración de musculo esquelético



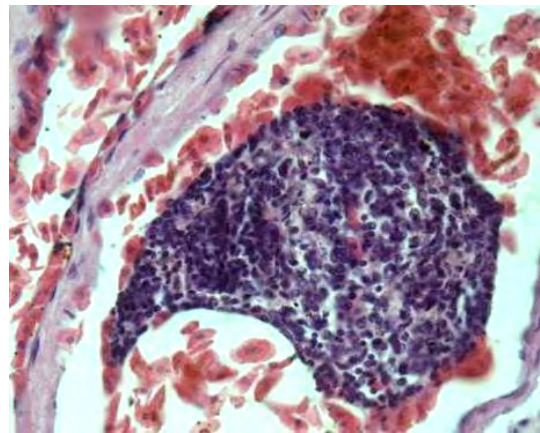
Corazón, necrosis focal e infiltración grasa.



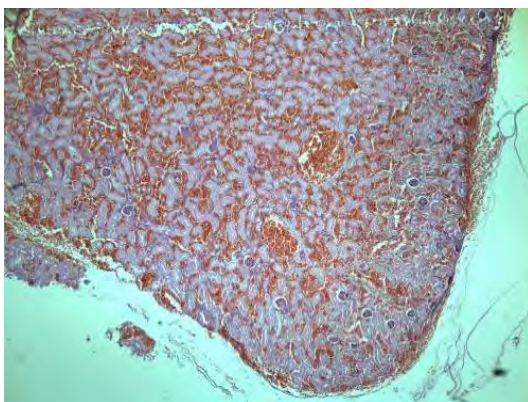
Peritoneo parietal, presencia de trombo.



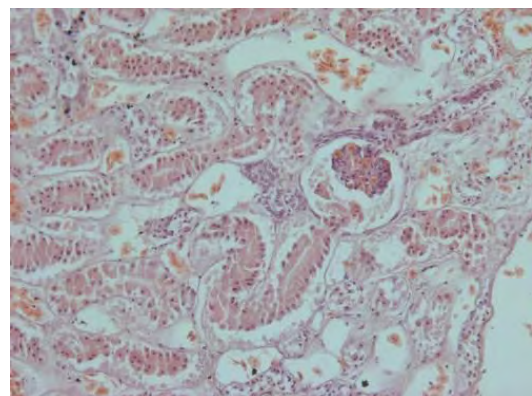
Pulmón, congestión severa, presencia de macrófagos en espacio aéreo y en vasos.



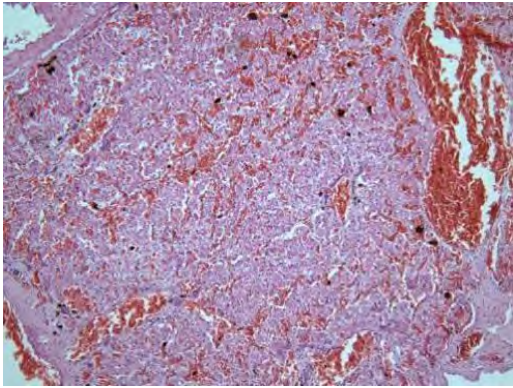
Pulmón, cúmulo de material compatible con esporas.



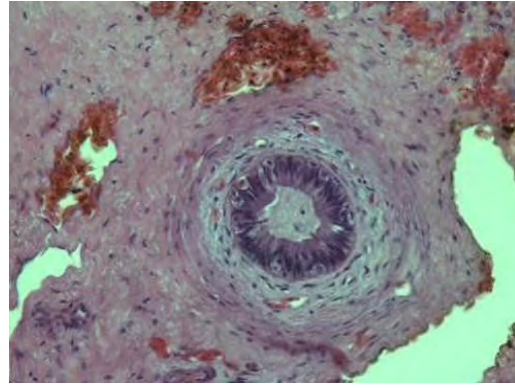
Riñón, hemorragia y congestión severa.



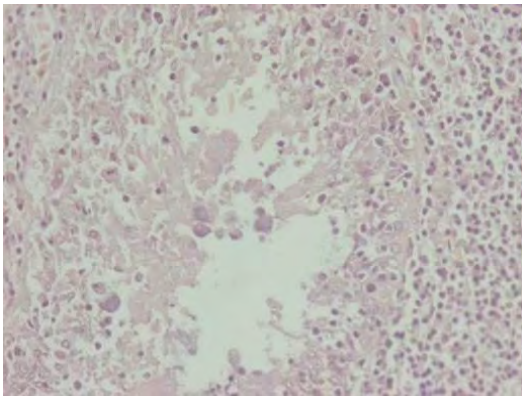
Dilatación del espacio glomerular



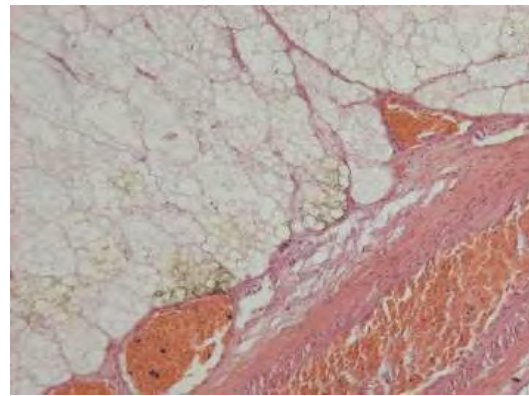
Hígado, hemorragia y congestión severa



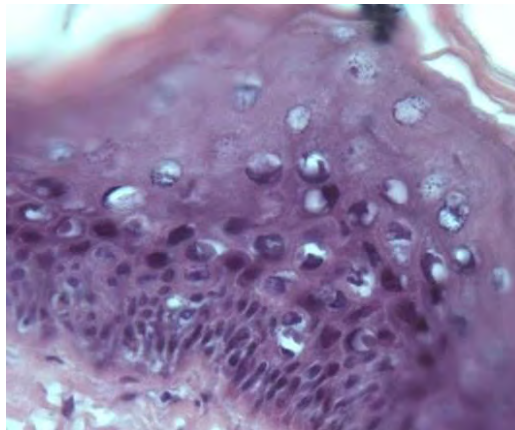
Hígado, estructura compatible con nemátodo (*Anisakis*), rodeado de tejido fibroso.



Intestino, foco de necrosis con estructuras compatibles a amibas.



Grasa, tejido adiposo con arreglo y pigmentacion asociada a hibernoma.



Cuerpos de inclusión en epidermis. Lesión compatible con FP.

DIAGNÓSTICO INTEGRAL

Los resultados obtenidos y la interpretación de estos, demuestran que los especímenes analizados tienen diferentes agentes causales y potenciales de enfermedades e incluso de la muerte de los mismos. Así como, agentes que pueden causar enfermedad en humanos (zoonosis).

En las tortugas vivas, se encontraron cambios hemáticos asociados a infección crónica activa, sin poder definir el agente etiológico. Estos cambios se pueden asociar a los géneros bacterianos aislados y/o a la infección activa de hemoparásitos, compatibles con *Theileria*. Los géneros bacterianos son del tipo zoonótico.

La causa de muerte en el primer espécimen hallado fue el ahogamiento, no obstante el factor desencadenante o causal no se puede definir. No se puede asociar a redes agalleras, dado que no presento daños compatibles con ellas, sin embargo, no se pueden descartar las redes de pesca de altura. La lesión en corazón era crónica e indudablemente comprometía la función cardíaca. Se debe tomar en cuenta que cualquier enfermedad que no cause muerte súbita, provocara que la tortuga en la agonía se ahogue o bronco aspire agua de mar.

Los especímenes parcialmente devorados, presentaban abundante grasa, lo cual puede indicar su buen estado corporal. La muerte de estos junto con el espécimen al que se le realizó la necropsia (párrafo siguiente), se asocia a las bajas temperaturas presentadas en la zona, ninguno de los organismos presentó lesiones de redes.

En el segundo espécimen muerto analizado, si bien, el diagnóstico de muerte se asocia a las bajas temperaturas (cold-stunning), este presento múltiples etiologías que por sí solas son causales de enfermedad grave o de muerte. Anisakidosis, enfermedad parasitaria del tipo zoonótica y que afecta a otras especies marinas, es el primer caso reportado en tortuga marina en México. También presentó fibropapilomatosis sin manifestación clínica, es el primer caso en *C. caretta* en el Noroeste de México. También se diagnosticó Hibernoma, tumor benigno reportado en animales post hibernación y humanos con cambios súbitos de abundancia a carencia alimentaria, este es el primer caso reportado en tortuga marina. Los especímenes recuperados compatibles con *Ozobranchus sp.* No corresponden morfológicamente a los

reportados previamente, se necesita caracterizar para determinar si es una nueva especie o variante de las existentes.

El análisis histológico de las nodulaciones que presentó el macho de *L. olivacea* correspondieron a fibropapilomatosis. Este es el primer caso con manifestación clínica de esta especie en el Noroeste de México.

Estos análisis demuestran que todos los especímenes analizados presentan múltiples etiologías sin predominio de alguna de ellas. Esto es, el diagnóstico de estos organismos es multifactorial.

Información morfológica y diagnóstica de *Caretta caretta* del Golfo de Ulloa 2013-2014 (1/4).

ID	Sp.	PESO/kg	MEDIDAS/cm	SEXO	FECHA	EDO	LUGAR	EF	BH (%)	PFH	QS	BACTERIOLOGIA	NX	HP	DX	
										Linfo.	Hetero.					
T1	Ce	43	ARC: 65.5 ACC: 62	H	22-07-13	VIVA	En el mar	SCPa	24	30	-	SCPa	Citrobacter sp. Klebsiella sp. Proteus mirabilis	-	-	CS
T2	Ce	12	LCC: 47 ACC: 45	H	22-07-13	VIVA	En el mar	SCPa	33	26	-	-	Citrobacter sp. Proteus mirabilis Burkholderia cepacea Citrobacter freundii	-	-	CS
T3	Lo	-	LRC: 60.5 ARC: 52.3 LCC: 68 ACC: 62	I	22-07-13	VIVA	En el mar	SCPa	-	-	SCPa	SCPa	Proteus mirabilis	-	-	CS
T4	Lo	35	LCC: 66 ACC: 69.5	I	23-07-13	VIVA	En el mar	SCPa	27	37	-	SCPa	Citrobacter sp. Klebsiella sp.	-	-	CS
T5	Ce	20	LRC: 44.7 ARC: 40 LCC: 49 ACC: 47.5	H	22-07-13	VIVA	En el mar	SCPa	48	46	SCPa	SCPa	Citrobacter sp. Klebsiella sp. Proteus mirabilis Burkholderia cepacea	-	-	-
T6	Ce	38-40	ACC: 64.5	I	24-07-13	VIVA	En el mar	SCPa	36	38	SCPa	SCPa	Citrobacter sp. Klebsiella sp. Proteus mirabilis Citrobacter freundii Enterobacter sp. Proteus vulgaris Proteus rettgeri	-	-	CS
T7	Ce	32	LRC: 57.2 ARC: 42 LCC: 63 ACC: 58.5	H	23-07-13	VIVA	En el mar	-	41	49	-	-	Citrobacter sp. Klebsiella sp.	-	-	CS

Abreviaturas: ID: identificación; Sp: especie EF; Examen Físico; SCPa: Sin cambios patológicos aparentes; BH: Biometría hemática; PFH: Pruebas de Función Hepática; QS: Química Sanguínea; NX: Necropsia; HP: Histopatología; DX: Diagnóstico; CS: Clínicamente sana.

Información morfométrica y diagnóstica de *Caretta caretta* del Golfo de Ulloa 2013-2014 (2/4).

ID	Sp.	PESO/kg	MEDIDAS/cm	SEXO	FECHA	TIPO	LUGAR	EF	BH (%)		PTH	QS	Bacteriología	NX	HP	DX
										Linfo.	Hetero.					
T8*	Cc	30	ACC: 54 LCC: 58	H	26-07-13	MUE.	En el mar	SCPa	-	-	-	-	-	(*)	(*)	AH
T9	Cc	35	LRC: 58.9 ARC: 47.8 LCC: 63.5 ACC: 60	I	23-07-13	VIVA	En el mar	SCPa	45	45	-	-	Citrobacter sp. Klebsiella sp. Proteus mirabilis	-	-	CS
T11*	Lo	30	LCC: 54 ACC: 58	M	23-07-13	VIVO	En el mar	*	-	-	-	-	-	-	(*)	FP
T13	Cc	15	LRC: 40 ARC: 32.5 LCC: 45 ACC: 43	I	24-07-13	VIVA	En el mar	SCPa	44	35	SCPa	SCPa	Citrobacter sp. Klebsiella sp. Proteus mirabilis C. freundii Enterobacter sp. Proteus vulgaris Proteus rettgeri.	-	-	CS
T15	Lo	35	LRC: 58.5 ARC: 53.7 LCC: 62.5 ACC: 69	I	24-07-13	VIVA	En el mar	SCPa	27	28	-	SCPa	Citrobacter sp. Klebsiella sp. Proteus mirabilis C. freundii Enterobacter sp. Proteus vulgaris Proteus rettgeri.	-	-	CS
T17	Cc	28	LRC: 54.8 ARC: 45.2 LCC: 62 ACC: 57.2	M	24-07-13	VIVA	En el mar	SCPa	37	24	SCPa	SCPa	Citrobacter sp. Klebsiella sp. Proteus mirabilis Citrobacter freundii Enterobacter sp. Proteus vulgaris Proteus rettgeri.	-	-	CS

Abreviaturas: ID: identificación; Sp: especie; Mue: muerta; EF: Examen Físico; SCPa: Sin cambios patológicos aparentes; BH: Biometría hemática; PTH: Pruebas de Función Hepática; QS: Química Sanguínea; NX: Necropsia; HP: Histopatología; DX: Diagnóstico; CS: Clínicamente sana; AH: Ahogada; (*): Cuadro 5b.

Información morfométrica y diagnóstica de *Caretta caretta* del Golfo de Ulloa 2013-2014 (3/4).

ID	Sp	PESO/kg	MEDIDAS/cm	SEXO	FECHA	TIPO	LUGAR	EF	BH (%)	PFH	QS	Bacteriología	NX	HP	DX
T19	Cc	85-87	LRC: 71.1	H	25-07-13	VIVA	En el mar	SCPa	44	13	SCPa	SCPa	-	-	CS
			ARC: 60					SCPa							
			LCC: 80					SCPa							
			ACC: 76.7					SCPa							
T20	Lo	32	LRC:	M	06-08-13	VIVA	En el mar	SCPa	-	-	-	-	-	-	CS
			ARC:					SCPa							
			LCC:					SCPa							
			ACC: 69					SCPa							
T21	Cc	85-87	LRC: 58.3	H	06-08-13	VIVA	En el mar	SCPa	-	-	-	-	-	-	CS
			ARC: 49.5					SCPa							
			LCC: 57.4					SCPa							
			ACC: 58.2					SCPa							
T23	Cc	-	LRC: 44.9	H	06-08-13	VIVA	En el mar	SCPa	-	-	SCPa	-	-	-	CS
			ARC: 37.9					SCPa							
			LCC: 47					SCPa							
			ACC: 47					SCPa							
T24	Cc	31	LCC: 60	H	31/03/14	VIVA	En el mar	SCPa	-	-	-	Pseudomonas seruginosa Vibrio fluvialis Stenotrophomonas maltophilia Burkholderia cepacia	-	-	CS
			ACC: 56.6					SCPa							
								SCPa							
								SCPa							
T25	Cc	-	LCC: 64.5	H	31/03/14	VIVA	En el mar	SCPa	-	-	SCPa	Pseudomonas seruginosa Vibrio fluvialis	-	-	CS
			ACC: 60					SCPa							
								SCPa							
								SCPa							

Abreviaturas: ID: identificación; Sp: especie EF: Examen Físico; SCPa: Sin cambios patológicos aparentes; BH: Biometría hemática; PFH: Pruebas de Función Hepática; QS: Química Sanguínea; NX: Necropsia; HP: Histopatología; DX: Diagnóstico; CS: Clínicamente sana.

Información morfométrica y diagnóstica de *Caretta caretta* del Golfo de Ulloa 2013-2014 (4/4).

ID	EF	BH (%)	PFH	QS	Bacteriología	NX	HP	DX
T8 *								
	-	-	-	-	-	Buen estado de carnes Abundante grasa corporal Hígado pálido y friable Corazón con adherencias Endocardiosis atrio ventricular Pulmón con líquido (parénquima) Riñón congestión severa, zonas blanquecinas en parénquima Bazo turgente y nodular.	Atrofia pancreática moderada. Dilatación de espacios aéreos y atrofia de epitelios respiratorios. Edema interfascicular en músculo esquelético. Dilatación tubular y atrofia glomerular con edema intersticial renal. Enteritis necrótica focal con presencia de bacterias Hemosiderosis hepática severa Depleción linfocítica severa de bazo.	Enferma AH
T11 *								
	Ojos hundidos Emaciada Nódulos de 2cm en cuello y hombros.	25	49	-	-	<i>Citrobacter sp.</i> <i>Klebsiella sp.</i> <i>C. freundii</i>	Biopsia de piel: Hiperqueratosis Hiperplasia epidermal Proyecciones papilares Cuerpos de inclusión.	FP
T.am								
	Úlceras en Intestino delgado. Presencia de estructura compatible con hemipene Hígado friable Corazón con adherencia a pericardio. Pericardio con adherencia a hígado. Riñón con abundante grasa periférica e infiltrándolo.					Hemorragia severa subcapsular e intersticial renal Hemosiderosis severa en bazo. Hígado: hemorragia severa difusa y hemosiderosis moderada. Testículo: atrofia moderada a severa de epitelio germinativo, severa infiltración de tejido adiposo congestión y hemorragia severa. Hemosiderosis pulmonar con espacios aéreos no definidos. Miocarditis necrótica focal con presencia de tejido graso infiltrado. Piel: dermatitis ligera con hiperqueratosis paraqueratótica ligera, Hiperplasia epidermal, Proyecciones papilares y presencia de cuerpos de inclusión intracitoplasmáticos.		Muerte por frío (cold-stunning) FP Hibernoma Anisakidosis

Abreviaturas: ID: identificación; EF: Examen Físico; SCPa: Sin cambios patológicos aparentes; BH: Biometría hemática; PFH: Pruebas de Función Hepática; QS: Química Sanguínea; NX: Necropsia; HP: Histopatología; DX: Diagnóstico; FP: Fibropapilomatosis; CS: Clínicamente sana.

DISCUSIÓN Y COMENTARIOS

En el Golfo de Ulloa se ha calculado una población de tortugas *C. caretta* entre 30,000 y 70,000. Tomando la cifra de 30,000, las 14 muestras obtenidas en este estudio representan el 0.0004%. En un estudio previo en la misma zona, otro grupo en 2009 muestrearon 21 *C. caretta* equivalentes al 0.0007% si se suma los especímenes de ambos trabajos (35 organismos) representarían el 0.0012% de la población. Esta cifra NO es estadísticamente representativa de la población total dado que no cumplen las características estadísticas de la epidemiología espacial.

Si tomamos en cuenta la población calculada (30,000-70,000) y el cálculo de mortalidad anual (2250 ± 750) reportado para *C. caretta* en Bahía de Ulloa la cual por densidad poblacional disminuiría el número de tortugas varadas, situación que no se presenta. De igual forma se ha reportado para la zona una población de *C. caretta* exclusiva de juveniles y subadultos. En este trabajo se han colectado 2 ejemplares con morfometría reportada para adultos.

Química sanguínea (QS) y Biometría hemática (BH):

Los resultados de este trabajo (Anexo B) son similares a los reportados a nivel internacional y local. Se está de acuerdo que los valores de QS y BH en tortugas marinas, varían con factores ambientales, la especie, sexo, edad, peso, tipo de dieta, etapa de desarrollo y reproductiva, si están en migración o si son residentes. Este trabajo es el inicio bajo estas características.

Los análisis de QS es una herramienta de orientación para el diagnóstico, los metabolitos que se analizan NO especifican el daño en los tejidos u órganos.

La BH es una herramienta de orientación diagnóstica para diversos agentes causales de enfermedades. Solo es diagnóstica cuando el agente o el daño afectan directamente a las células sanguíneas, eg, presencia de hemoparasitos. En el presente trabajo 12 de 14 tortugas analizadas presentaron linfocitosis y heterofilia, lo cual se reporta en la literatura como un cambio asociado a un proceso infeccioso crónico activo, concordando con los hallazgos en este trabajo. Asimismo, se observaron glóbulos rojos con inclusiones intracitoplasmáticas asociados en la literatura internacional a restos de organelos, hemoglobina precipitada y hemoparásitos, en este trabajo se asocia a hemoparasitos. Además, en 10/14 muestras se observaron células que no han sido descritas previamente en la literatura.

Bacteriología:

Se obtuvieron 147 aislamientos de enterobacterias Gram (-). Por medio del sistema BBL crystal de identificación bacteriana, se logró definir la presencia de 12 géneros de enterobacterias: *Burkholderia cepacea*; *Citrobacter freundii*; *Citrobacter sp.*; *Enterobacter sp.*; *Klebsiella sp.*; *Proteus mirabilis*; *Proteus rettgeri*; *Proteus vulgaris*; *Pseudomonas aeruginosa*; *Stenotrophomonas mailophilia*; *Vibrio fluvialis*. Bacterias reportadas como causales de enfermedades sistémicas y septicémicas en tortugas marinas. Son todas zoonóticas (afectan al ser humano). Algunos de estos géneros ya se habían reportado en las tortugas marinas de la zona.

Histopatología:

La biopsia de piel de la tortuga (11) *L. Olivacea* y la muestra de la *C. caretta* (Am030414) varada muerta. Presentaron hiperqueratosis paraqueratótica, hiperplasia epidermal, acantosis y cuerpos de inclusión intranucleares, lesiones compatibles con fibropapiloma. Este es el primer caso clínico en *L. olivacea* y el primer caso subclínico en *C. caretta* en el Noroeste de México. Todas las etiologías asociadas a fibropapiloma ya han sido reportadas en la zona por el primer autor. Asimismo, los autores previamente reportaron el primer caso clínico de FP en *C. mydas* en la Laguna de San Ignacio y el primer caso subclínico de *C. mydas* en Bahía Magdalena. Es necesario seguir con este monitoreo para definir si la FP es una enfermedad endémica, emergente o reemergente.

Parasitología

El género *Anisakis simplex* ha sido reportado en el estómago de otras especies acuáticas y en humanos. En este estudio se obtuvo especímenes de este del peritoneo de una tortuga muerta, el análisis demuestra que ocasionó la perforación de órganos. Este género parasitario no ha sido reportado previamente en tortugas marinas de la zona. Las tortugas marinas son hospedadores incidentales de este parásito. Es una Zoonosis. Este es el primer reporte de la presencia de *Anisakis simplex* en *C. caretta* en la Península de BCS y en el país.

El género *Ozobranchus* sp. es comúnmente observado en tortugas marinas. Los especímenes recuperados en este trabajo no se pueden identificar dado que sus características morfológicas no corresponden a los géneros reportados previamente (*Ozobranchus branchiatus* y *Ozobranchus Margoii*). Se está verificando si es una nueva especie o subespecie. Estos parásitos han sido reportados como vectores en tortugas marinas de FP.

En las tortugas estudiadas no se encontraron parásitos del género *Haplotrema* sp. y *Learedius learedi* en ninguna de sus diferentes etapas de desarrollo (huevos y adultos) descritos por el primer autor en esta zona en *C. mydas* con alta prevalencia (97%) y reportados en esta especie por la literatura internacional.

Frío paralizante (Cold-Stunning) Tortuga muerta.

Los reportes sobre frío paralizante (cold-stunning) señalan que las tortugas juveniles y subadultas, son susceptibles de morir por la exposición continua y prolongada a bajas temperatura (< de 14°C). Esto se puede presentar comúnmente en el agua durante la madrugada y puede ser causa de muerte sobre todo en especímenes migratorios. En los días previos al recorrido terrestre se reportaron temperaturas en el agua de 14 a 16°C durante el día. Por lo anterior y con los hallazgos observados en los cadáveres se diagnosticó muerte por frío paralizante (cold-stunning). En Baja California Sur no existen reportes previos a este de mortalidad de tortugas marinas por frío paralizante.

Cadáveres autolíticos

El avanzado grado de descomposición en que se encuentran la mayoría de los cadáveres de tortugas marinas en altamar y varadas, impide llevar a cabo estudios concluyentes de la causa de muerte. Limitando el poder demostrar fehacientemente la presencia de agentes infectocontagiosos o daños antropogénicos.

En la medicina forense humana o veterinaria no existe metodología precisa para determinar exactamente el tiempo transcurrido desde la muerte. En este contexto no existe literatura científica que aborde este tema en tortugas marinas. Este punto es complejo, en animales acuáticos el principal problema es el contacto permanente con el agua salada, más su composición biológica y su temperatura. Estas últimas varían respecto a la estación climática anual. Los autores, plantean la hipótesis de 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.

Las características observadas en los cadáveres analizados durante el recorrido terrestre en este trabajo, nos indican que 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 un grupo de especialistas. Con apoyo económico y logístico constante en tiempo y forma para llevar a cabo los recorridos en el mar y la playa, en busca de animales vivos y muertos.

En este estudio se realizaron 4 salidas de una semana cada una, en Julio, Agosto, Noviembre de 2013 y Marzo de 2014, Solo en Noviembre no se obtuvieron muestras. Los especímenes analizados fueron 15 tortugas vivas, (14 QS y BH, 1 biopsia) y 2 cadáveres (necropsias).

Se logró identificar 18 etiologías diferentes, entre ellas 12 géneros bacterianos Gram (-), 1 parásito, ambos zoonóticos, asimismo se reportan 2 casos de fibropapilomatosis una subclínica en *C. caretta* y otra clínica en *L. olivacea*, se observan 2 tipos de células sanguíneas con características no reportadas en la literatura internacional. Así como el reporte de 1 hibernoma no descrito anteriormente en tortugas marinas y finalmente atrofia gonadal en *C. caretta*.

CONCLUSIÓN

Los resultados obtenidos en este trabajo y los reportados con anterioridad en esta zona no son representativos, no deben ser tomados como parámetros o como datos de prevalencia o incidencia ya que no se puede calcular la tasa de las enfermedades. Dado que no se cumple con las características estadísticas de la epidemiología espacial. Es necesario generar los parámetros fisiológicos locales y tasas de enfermedades presentes endémicas o emergentes. Cumpliendo con estas características y tomando en cuenta las variables inherentes: especie, edad, sexo, peso, tamaño, etapa reproductiva, estación, temperatura ambiental y del agua. Esto se logrará con muestreos repetidos durante un periodo mínimo de 5 años.

Agradecemos a las autoridades el apoyo otorgado para llevar a cabo este estudio, cuya continuidad permitirá obtener los resultados necesarios para definir parámetros y el rango de las enfermedades presentes.

ANEXO B

Revisión bibliográfica de los parámetros reportados en *Caretta caretta* en literatura internacional, referente a los valores hemáticos y químicos sanguíneos.

Datos de Biometría Hemática, Pruebas de Función Hepática y Química sanguínea de *Caretta caretta* en la literatura internacional (1/4).

	Gelli, <i>et al.</i> , 2009	Casal, <i>et al.</i> , 2009		Flint, <i>et al.</i> , 2010		Deem <i>et al.</i> , 2009		
	Sub adultos	Juveniles	Adultos	Mín.	Max.	x (De)	x (De)	x (De)
	x	x	x					
LEU		5.9	1.6	Hembra: 3.67	Hembra: 50.91	9,005x10 ³ /µl	10050x10 ³ /µl	179000x10 ³ /µl
ERI		18.7	9.4	Machos: 2.63	Machos: 31.31	520000x10 ³ /µl	45000x10 ³ /µl	130000x10 ³ /µl
HGB (L/L)						0.32 (0.05)	0.30 (0.04)	0.33 (0.19)
HCT (%)		28	40	13.9	47.3			
VCM (fL)								
MCHC (%)								
Pruebas de función hepática								
AST/IGO (U/L)	468	194	123	78.7	274.6	165	157	199
ALKP (U/L)	59.53	67	103	10.5	132.9			
LDH (U/L)		100	310					
GGT (U/L)	1.11					9	8	7.5
BILIRRUBINA TOTAL (µmol/L)		3.4	17.2	0.9	2.9			
PROTEÍNAS TOTALES (g/L)	42.8	24	41	29	72.2	37 (11)	52 (5)	25 (9)
ALBUMINA (g/L)	10.7	11	17	7.5	15.9	13 (3)	17 (2)	7 (3)
GLOBULINA (g/L)		13	24	21.2	59.9	29 (9)	40 (7)	17 (7)
RELACIÓN A/G								
Química sanguínea								
GLUCOSA (mmol/L)	6.06	7.2	3.3	4.3	8.9	5.88 (1.11)	5.33 (0.83)	4.50 (2.1)
UREA (mmol/L)	6.87	36.6	7.2	21.7	48.4			
BUN (mmol/l)						29.63	2.86	24.63
CREATININA (µmol/l)	3703.89 (U/L)	31.8	39.7	14.5 (U/L)	41.2 (U/L)	26.52	8.84	35.36
ACIDO URICO (mmol/L)	346.77	0.06	0.1	17.4	157.1	41.64 µmol/l	23.79 µmol/l	77.32 µmol/l
COLESTEROL (mmol/L)	1.99	3.6	8.7			1.94	6.94	2.03
TRIGLICERIDOS (mmol/L)	0.6	7.4	1.3			0.62	4.54	0.11

Datos de Biometría hemática, Pruebas de Función Hepática y Química sanguínea de *Caretta caretta* en la literatura internacional (2/4).

	Delgado, <i>et al.</i> 2011	Pires, <i>et al.</i> 2009	Kakizoe, <i>et al.</i> 2007			
	Juveniles	Hembras pos anidación	18 meses (edad)	24 meses (edad)	36 meses (edad)	Hembras adultas
	x		x (De)	x (De)	x (De)	x (De)
LEU / μ l			8,591.20 (2,210.04)	7676.00 (1281.12)	6827.33 (313.6)	5696.23 (2456.10)
ERI x10 ⁻⁴ μ l			42.90 (4.94)	36.40 (6.72)	36.67 (5.37)	38.08 (5.26)
HGB		11.42 $\pm$ 3.58				
HCT (%)			25.80 (0.76)	26.20 (2.39)	24.33 (4.15)	36.57 (4.38)
VCM (fL)		1154 $\pm$ 170.71				
MCHC (%)		34.54 $\pm$ 7.06				
Pruebas de función hepática						
AST/TGO (U/L)	93.94 (U/L)					
ALKP (ukat/L)	74.53 (U/L)		13.88 (4.85)	15.01 (6.96)	14.66 (10.50)	5.77 (6.30)
IDH (ukat/L)			1.30 (0.45)	1.12 (0.21)	0.97 (0.13)	1.27 (0.51)
GGT (ukat/L)	33.17 (U/L)		0.04 (0.02)	0.05 (0.01)	0.10 (0.00)	0.03 (0.04)
BILIRRUBINA TOTAL (umol/L)	0.44 mg/dL		2.39 (0.94)	3.76 (0.76)	2.28 (0.99)	2.38 (1.51)
PROTEÍNAS TOTALES (g/L)	2.93		25.80 (3.27)	25.40 (2.70)	33.33 (3.21)	62.26 (18.31)
ALBUMINA (g/L)	1.38		11.00 (0.71)	10.20 (1.48)	13.67 (0.58)	20.73 (3.80)
GLOBULINA (g/L)						
RELACIÓN A/G						
Química sanguínea						
GLUCOSA (mmol/L)	130.27 mg/dL		7.57 (0.37)	7.27 (0.36)	6.77 (0.88)	6.13 (0.71)
UREA	183.85 mg/dL					
BUN (umol/L)			35.51 (2.08)	50.87 (5.89)	35.83 (9.05)	29.98 (11.96)
	0.40 mg/dL		51.27 (19.26)	79.56 (20.73)	100.19 (10.21)	71.92 (40.89)
CREATININA (umol/L)						
ACIDO URICO (umol/L)	1.40 mg/dL		14.28 (3.26)	22.69 (17.54)	47.58 (20.60)	27.59 (12.62)
COLESTEROL (mmol/L)	105.83 mg/dL		5.00 (1.74)	4.86 (0.98)	4.13 (1.00)	10.64 (5.21)
TRIGLICERIDOS(mmol/L)			0.42 (0.23)	0.91 (0.34)	1.34 (0.45)	8.49 (7.81)

Datos de Biometría hemática, Pruebas de Función Hepática y Química sanguínea de *Caretta caretta* en la literatura internacional. (3/4).

	Rossi, et al., 2009		Basile, et al., 2011.		
	Juveniles	Juveniles silvestres	Adultos Silvestres	Juveniles Cautiverio	Adultos Cautiverio
	x (De)	x ± De	x ± De	x ± De	x ± De
LEU (μL ⁻³)		23,824 ± 11,285	22,800 ± 11,030	20,224 ± 6,628	17,500 ± 6,061
ERI (μL ⁻³)		488,362 ± 141,525	411,236 ± 84,831	514,411 ± 154,370	574,596 ± 132,376
HGB (g/dL)		8.0±2.6	10.6±2.6	10.4±3.7	14.2±3.2
HCT (%)	34.76 (4.58)	23±6	29±5	26±5	34±7
VCM (fL)		487±118	723±122	535±132	596±100
MCHC (%)				39±9	
Pruebas de función hepática					
AST/TGO (U/L)					
ALKP (U/L)	137.09 (108.68)				
LDH (U/L)	7.88 (11.83)				
GGT (U/L)	2.23 (1.02)				
BILIRRUBINA TOTAL (mg/dL)				0.27 ± 0.06	
PROTEÍNAS TOTALES (g/dL)	4.59 (0.52)				
ALBUMINA (g/dL)	1.56 (0.28)				
GLOBULINA (g/L)	3.02 (0.33) g/dL				
RELACIÓN A/G	0.51 (0.10)				
Química sanguínea					
GLUCOSA (mg/dL)	102.91(21.01)			131±21	
UREA (mmol/L)					
BUN (mg/dL)	135.64 (39.46)			115±59	
CREATININA (mg/dL)	0.17 (0.11) g/dL				
ACIDO URICO (mg/dL)	1 (1.90)			1.2 ± 0.5	
COLESTEROL (mg/dL)	225.55 (67.22)			91±18	

Datos de Biometría hemática, Pruebas de Función Hepática y Química sanguínea de *Caretta caretta* en la literatura internacional. (4/4).

Parametros	Fazio, et al., 2011				Stamper, et al., 2005	
	Juveniles	subadultos	Juveniles	Subadultos	Juveniles Migratorias	Juveniles Residentes
	Suero (x ± De)		Plasma (x ± De)		x	x
LEU					14.30 (1000/mm ²)	15.8 (1000/mm ²)
ERI					0.88 (10 ⁶ /mm ³)	0.38 (10 ⁶ /mm ³)
HGB (g/dL)						
HCT (%)					28	32
VCM (fL)						
MCHC (%)						
Pruebas de función hepática						
AST/TGO (U/L)					129	206
ALKP (U/L)					9	23
LDH (U/L)					120	227
GGT (U/L)						
BILIRRUBINA TOTAL (mg/dL)						
PROTEÍNAS TOTALES (g/dL)	3.75±1.08	3.10±0.90	3.95±0.94	3.34±2.31	3.6	4.0
ALBUMINA (g/dL)	0.46±0.18	0.49±0.23	0.67±0.45	0.34±0.25	1.3	1.1
GLOBULINA (g/L)					22.2	28
RELACIÓN A/G						
Química sanguínea						
GLUCOSA (mg/dL)					79	99.50
UREA (mg/dL)	62.13±28.97	51.25±27.45	69.60±25.30	75.88±17.40		
BUN (mg/dL)					63.0	80
CREATININA (mg/dL)	0.42±0.05	0.49±0.11	0.48±0.17	0.51±0.16		
ACIDO URICO (mg/dL)					0.50	0.80
COLESTEROL (mg/dL)						

ANEXO III. Ecología trófica

Rafael Riosmena Rodríguez

Mónica Lara Uc



Junio 2014

Introducción

Desde el año 2003, han reportado una mortandad inusual en las áreas de pesca de Bahía de Ulloa, BCS. La especie más abundante en la mortalidad masiva es la tortuga caguama, conocida como amarilla (*Caretta caretta*). También se han reportado, pero en menor número de animales, tortugas prietas y golfinas, así como algún delfín y lobo marino.

En fechas recientes se han hecho afirmaciones en notas periodísticas respecto a que la mortandad de la tortuga puede deberse a la intoxicación derivada de toxinas producidas por microalgas. Esto ha sido reportado por Licea et al. 2008 para un evento similar en El Salvador donde se correlaciono la presencia de toxinas del medio en los organismos muertos. En el Pacífico Mexicano se han reportado especies de microalgas que producen toxinas.

Los florecimientos algales son eventos comunes y se ha observado un incremento gradual en las últimas décadas a nivel mundial. El número de localidades costeras afectadas por estos fenómenos, se ha incrementado, Baja California Sur no ha sido la excepción. Una revisión bibliográfica (Riosmena-Rodriguez et al. 2013) y datos inéditos realizada por el CICIMAR, dio como resultado 167 florecimientos, principalmente de dinoflagelados y diatomeas; 33 en la costa occidental de la Península de Baja California; 108 en el Golfo de California; 21 en el Pacífico Tropical y 5 en el Golfo de Tehuantepec.

Esto podría tener lógica si tomamos en cuenta que se ha reportado medusas y moluscos en la dieta de esta especie en el Pacífico central (Park et al. 2005). También existen reportes para poblaciones en el Mediterráneo (Thomas et al. 2001) sobre una dieta compleja combinando elementos planctónicos y bentónicos. Sin embargo, no hay un solo estudio publicado sobre los hábitos alimenticios de esta especie para la zona de interés basado en la evaluación de sus contenidos estomacales en animales muertos o lavados esofágicos en animales vivos.

Por lo que asumir que la dieta es igual en todos lados podría estar sesgado, ya que en nuestra experiencia trabajando con *Chelonia mydas*, en la zona de estudio

(Riosmena-Rodriguez et al. 2011), hemos encontrado que existe variabilidad en la dieta entre clases de edad, regiones de la Bahía y temporadas. Recientemente, López-Calderón et al. (2010) documento cambios en la dieta relacionados con la disponibilidad de alimento.

Objetivos

1. Determinar la dieta de la tortuga amarilla.
2. Evaluar si el principal alimento es la langostilla.
3. Verificar si existe variabilidad en la dieta entre clases de edad, regiones y temporadas.
4. Evaluación de los contenidos estomacales de animales muertos o lavados esofágicos en animales vivos.
5. Cambios en la dieta relacionados con la disponibilidad de alimento.

Material y métodos

Se realizaron 2 salidas de campo a Puerto López Mateos, Municipio de Comondú, BCS, para realizar salidas por tierra a la playa de San Lázaro y por mar a la Bahía de Ulloa. Las fechas de los monitoreos fueron del 16 al 19 de febrero y del 20 al 26 de Abril del 2014.

Los monitoreos por mar se realizaron haciendo recorridos marítimos a bordo de la embarcación Cobra I (FONMAR) desde el Puerto Adolfo López Mateos hasta la bocana de la soledad, en la zona de la bahía de Ulloa, en esta zona se determinaba si se hacia el monitoreo o no por mal tiempo. (Viento muy fuerte con oleaje constaste o mar de fondo). Si las condiciones eran favorables se realizaba los recorridos de 210 kilómetros a la zona denominada ecosistema marino. Los recorridos en tierra a la zona de Playa San Lázaro, recorriendo una distancia de 20 kilómetros aproximadamente. En ambos recorrido se tomaron muestras de contenidos estomacales para valorar cuál fue la dieta, se tomaron muestras de algas que se encontraron en el caparazón y plastón, en balanos

y percebes, muestras de sanguijuelas y parásitos externos, así mismo se hizo la auscultación de los ejemplares tanto vivos como muerto.

A las tortugas capturadas se les determino las medidas morfométricas, se pesaron y se describió la condición física del ejemplar. Lavado esofágico se realizado de acuerdo al método de Forbes y Limpus (1993) y modificada por López-Mendilaharsu et al (2005, 2008). Se utilizó una sonda cuyo diámetro estuvo definido por la talla del animal; 6-10 mm de diámetro externo y de 10 a 15 mm. Se lubricaron con aceite vegetal para facilitar el paso por el esófago y la introducción fue con mucho cuidado sin exceder de los 30 cm. Estos lavados no se prolongaron más de dos minutos y ningún ejemplar presento reacciones negativas al procedimiento.

Todas las muestras fueron rotuladas y congeladas para su identificación en el Laboratorio de Botánica Marina de la UABCS. La toma de muestras de algas se hizo por raspado con cortador metálico (una navaja tipo cúter), se colocaron en tubos Falcón, se rotularon y se guardaron en una hielera, para su identificación en el Laboratorio de Botánica Marina de la UABCS. Los balanos y parásitos externos se colocaron en recipientes de boca ancha con alcohol al 70%, se rotularon y se guardaron en una hielera, para su identificación en el Laboratorio de Botánica Marina de la UABCS.

Las sanguijuelas que se encontraron en el caparazón, en el plastrón y en algunas ocasiones debajo de los balanos se colocaron en tubos Falcón, utilizando alcohol al 70% y otros se guardaron en agua salada para poder manipularlos en el laboratorio, para su identificación en el Laboratorio de Botánica Marina de la UABCS.

La identificación de las algas y ectoparásitos fue por medio de claves y guías taxonómicas para phylum. Por ejemplo:

PHYLUM CNIDARIA, ESPECIE: *Obelia sp.* Los ejemplares se ajustan bien a las descripciones de Cornelius (1995) para el género.

PHYLUM ANNELIDA, ESPECIE: *Ozobranchus margoï* (Apathy, 1890), Los ejemplares se ajustaban bien a las descripciones de esta especie dadas por Oka (1927) y Davies (1978). Es fácilmente distinguible de *O. branchiatus* (Menzies, 1791), también parásito de tortugas marinas, por poseer 5 pares de branquias (7 en *O. branchiatus*).

ANEXO III. Ecología trófica

Para los ejemplares de las algas se utilizaron las claves de identificación para cada género.

Resultados

Se presentan los resultados de las dos salidas realizadas en el mes de Febrero y Abril. En ambas se tuvieron problemas climáticos que impidieron que se realizara algunos monitoreos por mar, 21 de abril 2014, por problemas de logística y mal tiempo no se realizó el monitoreo en el Mar y tierra.

Se siguió la misma ruta que se ha seguido durante los monitoreos realizados en este proyecto con ayuda de los datos del GPS de la embarcación. Bahía de Ulloa, 210 kilómetros (21 millas) hacia afuera con dirección hacia la Isla San Lázaro. Se anotaron los ejemplares avistados, muestreados, los datos de hora, latitud longitud, temperatura, profundidad, sustrato y observaciones.

Tortugas Amarilla (Carreta carreta) en la Bahía de Ulloa			
Número total de tortugas marinas observadas	Especie	Capturadas	Medidas morfométricas
20	<i>Caretta caretta</i>	6	1) LCC: 51 cm, ACC: 49 cm 2) LCC: 61 cm, ACC: 56 cm 3) LCC: 62 cm, ACC: 60 cm 4) LCC: 47 cm, ACC: 46 cm 5) LCC: 54 cm, ACC: 55 cm 6) LCC: 57 cm, ACC: 56 cm
3	<i>Lepidochelys olivacea</i>	2	1) LCC: 63 cm, ACC: 66 cm
6	<i>Caretta caretta</i>	1	1) LCC: 65 cm, ACC: 60 cm
23	<i>Caretta caretta</i>	5	1) LCC: 59 cm, ACC: 57 cm 2) LCC: 71 cm, ACC: 66 cm 3) LCC: 56 cm, ACC: 53 cm 4) LCC: 70 cm, ACC: 68 cm 5) LCC: 67 cm, ACC: 62 cm
3	<i>Lepidochelys olivacea</i>	2	1) LCC: 55 cm, ACC: 58 cm 2) LCC: 67 cm, ACC: 69 cm
1	<i>Chelonia agassizii</i>	0	
Total de tortugas observadas = 56 Total de tortugas capturas = 16			

ANEXO III. Ecología trófica

Resultados del contenido gástrico del proyecto Proyecto Estudio sobre las causas de muerte de la Tortuga Amarilla (*Caretta caretta*) en la costa Occidental de Baja California Sur (Golfo de Ulloa).

Especie de tortuga marina	Fecha de captura	Contenido gástrico	Observaciones
<i>Caretta caretta</i>	17 feb 2014	Restos de invertebrados, sin identificar por la cantidad pequeña de muestra. Presencia de bacterias gram (+), restos de fibras, materia animal sin identificar, algas rojas (Rhodophyta), algas verdes (Chlorophyta)	En el caparazón se presentó gran cantidad de anfípodos (<i>Caprella andreae</i> , <i>Elasmopus rapax</i> , <i>Jassa</i> y <i>Podocerus chelonophilus</i>), percebes (<i>Lepas anatifera</i> y <i>Conchoderma virgatum</i>) y balanos (<i>Chelonibia testudinaria</i> , <i>Chelonibia caretta</i> y <i>Platylepas hexastylus</i>) y Obelia (briosuario)
<i>Caretta caretta</i>	17 feb 2014	Restos de invertebrados, sin identificar por la cantidad pequeña de muestra y materia animal.	Se contabilizaron 15 balanos de la especie <i>Chelonibia testudinaria</i> , <i>Chelonibia caretta</i> y <i>Platylepas hexastylus</i> , cangrejo por debajo del caparazón (<i>Planes minutus</i>), Presencia de Percebes (<i>Lepas anatifera</i> y <i>Conchoderma virgatum</i>), gran cantidad de anfípodos (<i>Caprella andreae</i> , <i>Elasmopus rapax</i> , <i>Jassa</i> y <i>Podocerus chelonophilus</i>) y presencia de algas rojas (<i>Polysiphonia caretta</i>) y Obelia (briosuario). Al retirar un balano que se encontraba en el caparazón al observar que el escudo estaba dañado, se encontraron 17 anélidos (sanguijuelas) de la especie <i>Ozobranchus margo</i> .
<i>Caretta caretta</i>	17 de febrero 2014	Restos de invertebrados, sin identificar por la cantidad pequeña de muestra	Se observaron balanos (<i>Chelonibia caretta</i>), dos cangrejos por debajo del caparazón (<i>Planes minutus</i>), presencia de Percebes (<i>Lepas anatifera</i>), gran cantidad de anfípodos (<i>Caprella andreae</i> , <i>Elasmopus rapax</i> , <i>Jassa</i> y <i>Podocerus chelonophilus</i>), Obelia (briosuario) y presencia de presencia de algas rojas (<i>Polysiphonia caretta</i>) en el caparazón y muda de escudos. Se encontraron 18 anélidos (sanguijuelas) de la especie <i>Ozobranchus margo</i> .

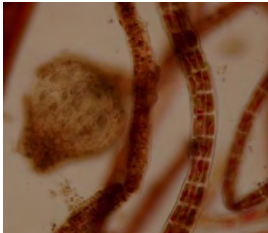
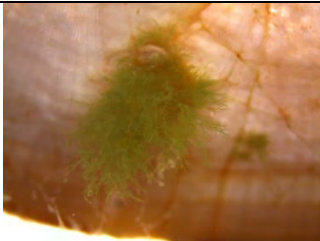
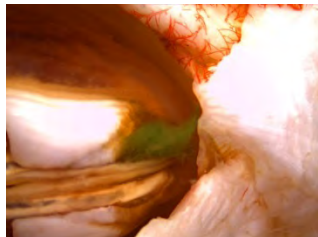
ANEXO III. Ecología trófica

<i>Chelonia mydas agassizii</i> (especiemen muerto)	18 de febrero 2014	Presencia de cefalópodos (restos calamar y pulpo) Crustáceos (langostilla roja) Restos de huesos de peces (sin identificar).	
<i>Caretta caretta</i>	22 de abril 2014	Restos de crustáceos (langostilla roja) restos de cefalópodos (restos calamar y pulpo). Presencia de bacterias gram (+), restos de fibras, materia animal sin identificar, algas rojas (Rhodophyta), algas verdes (Chlorophyta).	De algas rojas (<i>Polysiphonia caretta</i>) en escudos supracaudales (postcentrales), 13 balanos (<i>Chelonibia testudinaria</i> , <i>Chelonibia caretta</i>) y Obelia (briosuario) en caparazón, 10 balanos (<i>Platylepas hexastylus</i>) en plastrón, uno (<i>Chelonibia testudinaria</i>) de los escudos costales
<i>Caretta caretta</i>	24 abril 2014	Restos de crustáceos (langostilla roja) Restos de cefalópodos (restos calamar y pulpo) Presencia de bacterias gram (+), restos de fibras, materia animal sin identificar, algas rojas (Rhodophyta), algas verdes (Chlorophyta) y Obelia (briosuario)	se observan algas rojas (<i>Polysiphonia caretta</i>) en escudos, balanos en caparazón con algas verdes (<i>Cladophora</i>) y cafés (<i>Echtocarpus</i>), balanos en caparazón (<i>Chelonibia testudinaria</i> , <i>Chelonibia caretta</i>), Obelia (briosuario) y en plastrón (<i>Platylepas hexastylus</i>), lepas (<i>Lepas anatifera</i>), gran cantidad de sanguijuelas (<i>Ozobranchus margo</i>), el ojo esta un tumor y gran cantidad de sanguijuelas (<i>Ozobranchus margo</i>), entre las comisuras, inmóvil, no tuvo reflejos al movimiento, ni a la luz
<i>Caretta caretta</i>	24 de abril 2014	Restos de crustáceos (langostilla roja) Restos de cefalópodos (restos calamar y pulpo)	se observan algas rojas (<i>Polysiphonia caretta</i>) en escudos, balanos en caparazón (<i>Chelonibia testudinaria</i> , <i>Chelonibia caretta</i>), Obelia (briosuario) y en plastrón (<i>Platylepas hexastylus</i>), lepas (<i>Lepas anatifera</i>), sanguijuelas (<i>Ozobranchus margo</i>)
<i>Lepidochelys olivacea</i>	24 de abril 2014	Materia vegetal (algas rojas (<i>Polysiphonia</i> , verdes y cafés). Restos de crustáceos (langostilla roja) Restos de cefalópodos (restos calamar y pulpo).	se observan algas rojas (<i>Polysiphonia caretta</i>) en escudos, balanos en caparazón (<i>Chelonibia testudinaria</i> , <i>Chelonibia caretta</i>), Obelia (briosuario) y en plastrón (<i>Platylepas hexastylus</i>), sanguijuelas (<i>Ozobranchus margo</i>)
<i>Caretta caretta</i>	24 de abril 2014	Restos de crustáceos (langostilla roja)	se observan algas rojas (<i>Polysiphonia caretta</i>) en escudos, balanos en caparazón con algas verdes (<i>Cladophora</i>) y cafés (<i>Echtocarpus</i>),

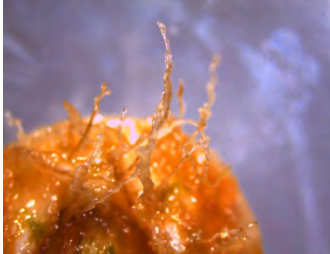
ANEXO III. Ecología trófica

		Restos de cefalópodos (restos calamar y pulpo) Presencia de bacterias gram (+), restos de fibras, materia animal sin identificar, algas rojas (Rhodophyta), algas verdes (Chlorophyta) y Obelia (briosoario).	balanos en el caparazón (<i>Chelonibia testudinaria</i> , <i>Chelonibia caretta</i>) y en plastrón (<i>Platylepas hexastylus</i>), Obelia (briosoario), cangrejo (<i>Planes minutus</i>) en la cloaca, lepas (<i>Lepas anatifera</i>), sanguijuelas (<i>Ozobranchus margo</i>)
<i>Lepidochelys olivacea</i> (macho)	24 de abril 2014	Materia vegetal (algas rojas) (<i>Polysiphonia</i>), verdes (<i>Cladophora</i> y <i>Enteromorpha</i>). Restos de crustáceos (langostilla roja) Restos de cefalópodos (restos calamar y pulpo).	se observan algas rojas (<i>Polysiphonia caretta</i>) en escudos, balanos en caparazón con algas verdes (<i>Cladophora</i>) y cafés (<i>Ectocarpus</i>), balanos en el caparazón (<i>Chelonibia testudinaria</i> , <i>Chelonibia caretta</i>), Obelia (briosoario) y en plastrón (<i>Platylepas hexastylus</i>), gran cantidad sanguijuelas en la cola (<i>Ozobranchus margo</i>)
<i>Caretta caretta</i>	24 de abril 2014	Restos de crustáceos (langostilla roja) Restos de cefalópodos (restos calamar y pulpo) Restos de materia vegetal (algas rojas) (<i>Polysiphonia</i>)	se observan algas rojas (<i>Polysiphonia caretta</i>) en escudos, balanos en caparazón con algas verdes (<i>Cladophora</i>) y cafés (<i>Ectocarpus</i>), balanos en el caparazón (<i>Chelonibia testudinaria</i> , <i>Chelonibia caretta</i>), Obelia (briosoario) y en plastrón (<i>Platylepas hexastylus</i>), gran cantidad de sanguijuelas (<i>Ozobranchus margo</i>)
<i>Caretta caretta</i>	24 de abril 2014	Restos de crustáceos (langostilla roja) Restos de cefalópodos (restos calamar y pulpo)	se observan algas rojas (<i>Polysiphonia caretta</i>) en escudos, balanos en caparazón con algas verdes (<i>Cladophora</i>) y cafés (<i>Ectocarpus</i>), Balanos en el caparazón (<i>Chelonibia testudinaria</i> , <i>Chelonibia caretta</i>), Obelia (briosoario) y en plastrón (<i>Platylepas hexastylus</i>), sanguijuelas (<i>Ozobranchus margo</i>), presente un deformación en caparazón, cangrejo en la cloaca (<i>Planes minutus</i>)
<i>Caretta caretta</i> (varada en la playa San Lazaro)	24 de abril 2014	Restos de crustáceos (langostilla roja) Restos de cefalópodos (restos calamar y pulpo) Restos algas rojas (<i>Polysiphonia</i>)	

ANEXO III. Ecología trófica

Fotografías de las algas, balanos, lepas, cangrejos y sanguijuelas observados en tortugas marinas (<i>Caretta caretta</i>) en el Golfo de Ulloa.	
Alga roja (<i>Polysiphonia caretta</i>) Balano (<i>Chelonibia testudinaria</i>)	     
Algas Verdes (<i>Cladophora</i>), Algas rojas (<i>Polysiphonia caretta</i>) y Algas cafés (<i>Echtocarpus</i>)	 

ANEXO III. Ecología trófica

		
balanos (<i>Chelonibia testudinaria</i>), Algas rojas y Briosaurios (<i>Obelia</i>)	    	
se observan balanos (<i>Platylepas hexastylus</i>), <i>Obelia</i> (briosuario) y lepas (<i>Lepas anatifera</i>)	 	
cangrejo en la cloaca (<i>Planes minutus</i>) y lepas (<i>Lepas anatifera</i>)		

ANEXO III. Ecología trófica

	
Se observó apéndices quelados de Jaiba especie de Portunidae	
Langostilla roja	
Sanguijuela <i>Ozobranchus margo</i>.	



Fotografías de las tortugas de la salida del 16 al 20 de Febrero 2014.

Primer ejemplar *Caretta caretta*. La condición en general de este ejemplar fue aparentemente buena (con gran cantidad de ectoparásitos), no se notaba con síntomas de desnutrición, No se observó daños por arte de pesca.



Segundo ejemplar *Caretta caretta*. La condición en general de este ejemplar fue aparentemente buena (con gran cantidad de ectoparásitos), no se notaba con síntomas de desnutrición, No se observó daños por arte de pesca.



ANEXO III. Ecología trófica

Tercer ejemplar *Caretta caretta*. La condición en general de este ejemplar fue aparentemente buena (con gran cantidad de ectoparásitos), no se notaba con síntomas de desnutrición, No se observó daños por arte de pesca.



Cuarto ejemplar. La condición en general de este ejemplar fue aparentemente buena (con gran cantidad de ectoparásitos), no se notaba con síntomas de desnutrición, No se observó daños por arte de pesca.



Quinto ejemplar. La condición en general de este ejemplar fue aparentemente buena (con gran cantidad de ectoparásitos), no se notaba con síntomas de desnutrición, No se observó daños por arte de pesca.



ANEXO III. Ecología trófica

Sexto ejemplar. La condición en general de este ejemplar fue aparentemente buena (con gran cantidad de ectoparásitos), no se notaba con síntomas de desnutrición, No se observó daños por arte de pesca.



Fotografías de las tortugas de la salida 20 al 26 de abril 2014



Nota: Se observaron 3 embarcaciones sardineras con dirección al sur del puerto. Se observó una red cazonera en las coordenadas: N: 25°17'919'' W y un lobo marino en estado de descomposición muy avanzado.

Fotografías de la salida del 20 al 26 de abril 2014

La condición en general de este ejemplar fue aparentemente buena (con gran cantidad de ectoparásitos), no se notaba con síntomas de desnutrición, No se observó daños por arte de pesca.

Fotografías: Primer ejemplar

ANEXO III. Ecología trófica



La condición en general de este ejemplar fue aparentemente buena (con gran cantidad de ectoparásitos), no se notaba con síntomas de desnutrición, No se observó daños por arte de pesca.

Fotografías: segundo ejemplar



La condición en general de este ejemplar fue aparentemente buena (con gran cantidad de ectoparásitos), no se notaba con síntomas de desnutrición, No se observó daños por arte de pesca.

ANEXO III. Ecología trófica

Fotografías: tercer ejemplar



La condición en general de este ejemplar fue aparentemente buena (con gran cantidad de ectoparásitos), no se notaba con síntomas de desnutrición, No se observó daños por arte de pesca.

Fotografías: Cuarto ejemplar



La condición en general de este ejemplar fue aparentemente buena (con gran cantidad de ectoparásitos), no se notaba con síntomas de desnutrición, No se observó daños por arte de pesca.

Fotografías del quinto ejemplar

ANEXO III. Ecología trófica



La condición en general de este ejemplar fue aparentemente buena (con gran cantidad de ectoparásitos), no se notaba con síntomas de desnutrición, No se observó daños por arte de pesca.

Fotografías sexto ejemplar.

ANEXO III. Ecología trófica



La condición en general de este ejemplar fue aparentemente buena (con gran cantidad de ectoparásitos), no se notaba con síntomas de desnutrición, No se observó daños por arte de pesca.

Fotografías: séptimo ejemplar



Nota: Se observó una red cazonera en las coordenadas: N: 25°17'919'' W y un lobo marino en estado de descomposición muy avanzado.

Resultados de tortugas enmalladas.

Monitoreo realizado del 16 al 19 de Febrero 2014			
Número total de tortugas marinas enmalladas	Especie	Capturadas	Muertas
1	<i>Caretta caretta</i>	1	
1	<i>Lepidochelys olivacea</i>	1	
2	<i>Chelonia agassizii</i>	2	1

Tortuga Prieta muerta por enmallamiento, mostro marcas de red en el cuello.
Fotografías del ejemplar.



Fotografías de Tortuga golfina enmallada.

ANEXO III. Ecología trófica



Fotografías de una tortuga prieta



Fotografías de una tortuga amarilla enmallada en una simplera.



Resultados de la necropsia de la tortuga prieta

La PROFEPA levanto las actas correspondientes a la tortuga prieta encontrada muerta y de las dos tortugas enmalladas, así como el reporte de la necropsia efectuado en sus instalaciones.

Reporte de la necropsia que se efectuó en las instalaciones de la PROFEPA.

Este espécimen se encontró a las 9.29 hrs, cuando se hacia el monitoreo del día 18 de febrero 2014, cerca de una embarcación con red tiburonera a una latitud 25°19'992" y longitud 112°23'168.

Se identificó la especie de tortuga marina que fue una tortuga negra (*Chelonia agassizii*). Los datos morfométricos que se registraron fueron los siguientes: LCC 43 y ACC 41 con un peso de 8 Kg. Con una marca el cuello posiblemente de la red en la que se enredó.

Al llegar a tierra se procedió con la necropsia para verificar la causa de muerte de este espécimen. Se examinó desde la cabeza a la cola, tanto del caparazón como del plastrón. Se encontró un parasito externo (sanguijuela *Ozobranchus margo*) en la aleta trasera izquierda, balanos y percebes en el caparazón, una mal formación en el caparazón (escudo central).

Posteriormente se procedió a realizar la necropsia, se puso a la tortuga sobre su caparazón y con un bisturí se procedió a cortar el plastrón, se cortaron las uniones cartilaginosas que unen los escudos inframarginales con los marginales. También se cortaron las uniones del plastrón con la piel en cuello, extremidades y cloaca. Las extremidades delanteras se retiraron realizando un corte en la piel alrededor de cada extremidad y en el tejido conectivo dorsal a ambas escápulas.

Al retirar el plastrón se observaron los siguientes órganos: Lóbulo hepático derecho, Lóbulo hepático izquierdo, Vesícula biliar, Estómago, Intestinos, músculos pélvicos, Aurícula derecha, Aurícula izquierda, Ventrículo, Tronco arterial, Saco pericárdico, Páncreas, Bazo, Corazón, El esófago que se localiza profundamente y hacia la derecha de la tráquea, y su tracto distal pasa a través de la bifurcación de los dos bronquios primarios, Pulmones izquierdo y derecho, Vejiga urinaria, Cloaca.

Al abrir el esófago, se observó la mucosa esofágica con sus numerosas papilas cónicas queratinizadas sin restos de alimento.

ANEXO III. Ecología trófica

En el contenido estomacal se observaron restos de crustáceos (langostilla roja), cefalópodos (pulpo y calamar) principalmente.

El corazón tenían una coloración homogénea rosada-rojizo oscura, con superficies externas e internas lisas, hígado firme, liso con bordes redondeados y de coloración homogénea morado oscura.

Los pulmones presentaban una consistencia esponjosa, lisa y un color pálido rosado tanto en la superficie pero al hacerle diferentes cortes se observó gran cantidad de agua y zonas descoloridas.

Se observó grasa de color verde que es normal en especímenes sanos.

Ningún órgano se observó con necrosis.

Al no presentar heridas externas, ni internas, órganos que presentaran necrosis y sólo agua en los pulmones así como la marca externa de la red en el cuello, se determinó que la causa de muerte de este ejemplar fue ahogamiento por enmallamiento.

Resultados del monitoreo en tierra (16 al 20 de febrero 2014)

Num	Especie	LCC	ACC	Latitud Norte	Longitud Oeste	Observaciones
01	Caretta caretta	59	56	24°50'3391"	112°16'2057"	En estado de descomposición muy avanzado, sin escudos en la cabeza, sin vísceras, balanos en el caparazón, devorada por carroñeros
02	Caretta caretta	67	65	24°52'4820"	112°15'3034"	En estado de descomposición muy avanzado, sin escudos en la cabeza, sin vísceras, sin aletas, sin balanos en el caparazón, devorada por carroñeros
03	Caretta caretta	58	56	24°56'1078"	112°14'809"	En estado de descomposición muy avanzado, sin ojos y escudos en la

ANEXO III. Ecología trófica

						cabeza, sin vísceras, balanos en el caparazón y presento un corte, devorada por carroñeros
04	Caretta caretta	71	68	25°02'5749"	112°11'4159"	En estado de descomposición muy avanzado, cabeza y aletas devoradas por carroñeros
05	Caretta caretta	54	51	25°03'1513'	112°11'3640"	En estado de descomposición muy avanzado, sin ojos, escudos en la cabeza, sin vísceras, balanos en el caparazón, devorada por carroñeros
06	Caretta caretta	63	60	25°03'5423"	112°11'2438"	En estado de descomposición muy avanzado, sin ojos, escudos en la cabeza, sin vísceras, balanos en el caparazón, aletas devoradas por carroñeros



De todos estos especímenes localizados en el recorrido de tierra, no se tomaron muestras por el estado tan grave de descomposición que presentaban. Estos especímenes llegaron a la playa muertos, probablemente con muchos días de estar a la deriva en alta mar.

ANEXO III. Ecología trófica

Monitoreo realizado el 22 de Abril 2014 en tierra				
Número total de tortugas marinas observadas	Especie	Observadas	Contenido estomacal	Observaciones
3		3		
3	<i>Caretta caretta</i>	3	1	En muy malas condiciones
Total de tortugas observadas 3				

Primer ejemplar: No se observan los ojos, ni las aletas tanto delanteras como traseras, al abrirla no se ven lesiones de necrosis, ni presencia de anzuelos u otra arte de pesca y no se observaron marcas de enmallamiento.



Segundo ejemplar: Se observa con gran cantidad de balanos (*Chelonibia testudinaria*) en el caparazón, se observa un golpe en forma de línea muy marcado a partir del tercer escudo. Se observa completa pero no hay presencia de vísceras.



ANEXO III. Ecología trófica

Tercer ejemplar: Ejemplar fresco pero muy hinchado, se observa la lengua y esófago de fuera, los escudos levantados del caparazón, sin ojos y desgarramiento en las aletas.



Día 23 de abril: no se pudo realizar el monitoreo por mar, muy malas condiciones climáticas. Se salió pero se llegó a la bocana, donde se observó fuerte olaje y mar de fondo, se tomó la decisión de no continuar.

Monitoreo realizado el 23 de Abril 2014 en tierra				
Número total de tortugas marinas observadas	Especie	Observadas	Contenido estomacal	Observaciones
2				
2	<i>Caretta caretta</i>			En muy malas condiciones
Total de tortugas observadas 2				

ANEXO III. Ecología trófica

Primer ejemplar: cabeza sin ojos, ni las aletas tanto delanteras como traseras, al abrirla no se ven lesiones de necrosis, ni presencia de anzuelos u otra arte de pesca y no se observaron marcas de enmallamiento.



Segundo ejemplar: No se observa cabeza, ni aletas, presencia un cangrejo dentro y con pocas vísceras.



Monitoreo realizado el 24 de Abril 2014 en tierra				
Número total de tortugas marinas observadas	Especie	Observadas	Contenido estomacal	Observaciones
5		5		
	<i>Caretta caretta</i>	5	1	En muy malas condiciones
Total de tortugas observadas 5				

Primer ejemplar: No se observan los ojos, no se ven lesiones de necrosis, ni presencia de anzuelos u otra arte de pesca y no se observaron marcas de enmallamiento.

ANEXO III. Ecología trófica



Segundo ejemplar: No se observó la cabeza, las aletas incompletas, sin lesiones de necrosis. Se observa completa pero no hay presencia de vísceras.



Tercer ejemplar: Se encontró en estado fresco, hinchado, presencia de grasa y vísceras.

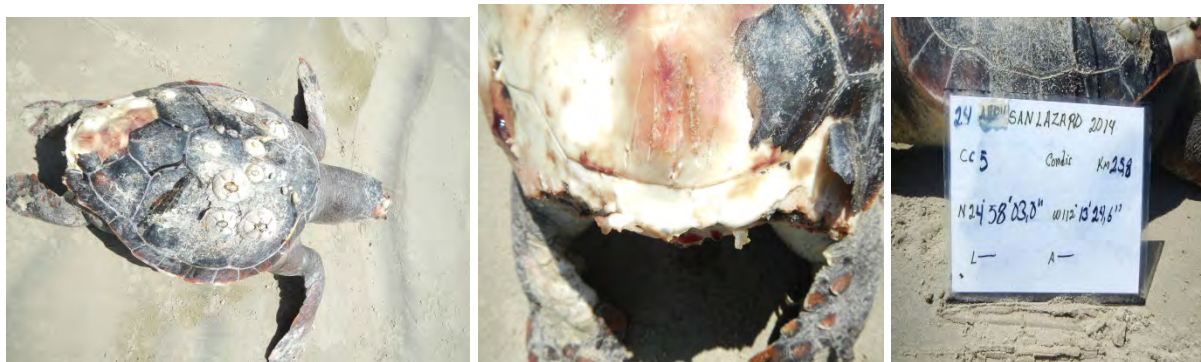


ANEXO III. Ecología trófica

Cuarto ejemplar: Sin cabeza, en estado de descomposición avanzado, sin vísceras



Quinto ejemplar: En estado de descomposición avanzado, marcas en el caparazón,



Monitoreo realizado el 25 de Abril 2014 en tierra				
Número total de tortugas marinas observadas	Especie	Observadas	Contenido estomacal	Observaciones
3		3		
	<i>Caretta caretta</i>	3	3	En muy malas condiciones
Total de tortugas observadas 5				

Primer ejemplar: Sin aletas, en descomposicion avanzada



Segundo ejemplar: no se observo cabeza, en estado de descomposición avanzado



Tercer ejemplar: en estado de descomposición avanzado



Discusión.

La tortuga amarilla, *Caretta caretta* (Linnaeus, 1758), según la lista roja de la UICN (www.redlist.org), actualmente se encuentra en peligro de extinción. Muchos autores han señalado que la pesca en palangre de superficie constituye la principal amenaza para esta especie a nivel mundial (Lewison et al. 2004). Por esta razón, resulta imprescindible profundizar en el conocimiento de la ecología y hábitat de las tortugas con la finalidad de encontrar medidas de gestión que disminuyan su capturabilidad.

Se considera que este quelonio presenta una ecología trófica oportunista (Bjorndal 1997; Tomas et al. 2001, 2002). Estudios sobre la dieta de la tortuga boba han revelado la ingesta de una amplia gama de taxones que incluyen peces de natación lenta, moluscos cefalópodos y gasterópodos, cnidarios (medusas) y crustáceos, además de multitud de objetos de origen antrópico (Bjorndal 1997; Tomas et al. 2001, 2002). La presencia de un elevado número de especies típicamente pelágicas o bentónicas en los contenidos estomacales estaría relacionada con la búsqueda de recursos en hábitats pelágicos o neríticos, respectivamente.

Aunque los estudios de la biología de las tortugas marinas en México, se han venido realizando durante los últimos años, pocos son los conocimientos sobre su ecología y fundamentalmente sobre sus hábitos alimenticios. Se puede decir que especies como la tortuga verde (*Chelonia mydas*) es principalmente herbívora. Garmand (1884; en Ingle y Smith, 1949) describe que esta especie es frecuente en bancos cercanos a playas arenosas o en islas deshabitadas y que se alimenta de pastos marinos como *Zostera*, *Cymodocea*, *Thalassia* y *Halophylla*. Carr (1952) menciona que la tortuga verde adulta es principalmente herbívora, subsistiendo la mayor parte del tiempo de pastos marinos como *Thalassia* y *Zostera*. Mortimer (1981) al hacer un análisis cuantitativo del contenido estomacal de 243 tortugas verdes tomadas de la costa oriental de Nicaragua encontró que la principal fuente alimenticia de estos organismos son las hierbas marinas como es el caso de *Thalassia testudinum*.

En el caso de las como la laúd (*Dermochelys coriacea*), lora (*Lepidochelys kempi*), caguama (*Caretta caretta*) y carey (*Eretmochelys imbricata*) se sabe que son principalmente carnívoras.

Ingle y Smith (1949) mencionan que los adultos de *C. caretta* subsisten a partir de moluscos, percebes y mariscos. También se alimentan de peces, esponjas y moluscos (Rebel 1974). Carr (1952) describe que son principalmente carnívoras, aunque ha registrado, la presencia de *Zostera* y *Thalassia*. Brongersma (1972; en Rebel, 1974) menciona que se alimenta de scyphomedusas, salpas pteropodos, calamares, peces y esponjas.

ANEXO III. Ecología trófica

De acuerdo con los datos que se obtuvieron y tomando en cuenta los volúmenes de muestras, se puede decir que para los ejemplares analizados dentro del área geográfica muestreada, el tipo de dieta que se presenta es omnívora con tendencias a carnívora.

Se observó que los moluscos, algas y crustáceos son los grupos con mayor incidencia en los organismos analizados. Y que coinciden con resultados de varias investigaciones, sin embargo se ha visto cambios en la dieta relacionados con la disponibilidad de alimento, clases de edad, regiones y temporadas.

Las algas encontradas no se encuentran reportadas como nocivas para las tortugas o afloramientos algales nocivos.

Para esta especie y considerando lo antes mencionado se cree que las diferencias existentes en cuanto a las observaciones de otros autores, se deben probablemente a que:

- 1) La tortuga no es selectiva en cuanto al tipo de alimento que va a ingerir.
- 2) El área geográfica de muestreo es diferente en cada uno de los trabajos.
- 3) El número de ejemplares muestreados es diferente en cada uno de los trabajos.

Con respecto a la cantidad de ectoparásitos encontrados en todos los especímenes es importante señalar que se debe tomar en cuenta para determinar el estado de salud en general de estos especímenes porque algunos de ellos son considerados como vectores de enfermedades como la sanguijuela *Ozobranchus*.

Los trabajos que se tiene reportados para Baja California con respecto a la ecología trófica y alimentación son los siguientes:

Milagros López Mandilaharsu, Ecología alimenticia de *Chelonia mydas agassizii* en Bahía Magdalena BCS (2002) (CIB).

Ma. Socorro González Ramos y Lucía Santos Baca. Macroalgas asociadas a la zona de alimentación de la *Chelonia mydas agassizii* en el estero banderitas BCS (2005) (UABCS).

Fabiola Elena Villegas Nava. Análisis Nutricional de macroalgas y pastos asociados a la alimentación de *Chelonia mydas agassizii* en bahía magdalena BCS (2006) (UABCS).

Lucia Santos Baca (Maestría) Evaluación de los hábitos de alimentación de *Chelonia mydas*, en Bahía magdalena BCS utilizando la técnica de isótopos estables $\delta^{15}N$ y $\delta^{13}C$. (2008) (CIB).

Juan Manuel Rodríguez Barón (Maestría) Afinidad trópica a zonas de alimentación de *Chelonia mydas* en la costa occidental de BCS (2010) (CICIMAR).

Javier Alejandro Carrión Cortez, (Maestría) área de actividad local, dieta e intensidad De uso del hábitat de forrajeo de *Eretmochelys imbricata* en el pacífico Norte de Costa Rica (2010) (UABCS).

Consideraciones finales

- 1) En la muestra de contenido estomacal de la tortuga Prieta, se encontraron moluscos, crustáceos y huesos de peces.
- 2) Las tortugas amarillas no son selectivas en cuanto al tipo de alimento.
- 3) De las tortugas varadas en su mayoría *Caretta caretta*, la causa de muerte fue imposible de determinar.
- 4) De acuerdo a lo anterior, es posible que este problema de mortandad sea multifactorial.

Recomendaciones:

La variedad de grupos alimenticios en el contenido estomacal se debe a que estas tortugas (*Caretta caretta*) no son selectivas en cuanto al alimento a ingerir. Lo anterior lleva a considerar si realmente los grupos que se observaron en el contenido, se distribuyen en el área circundante, o si algunos de estos organismos pudieron haber sido ingeridos antes que las tortugas llegaron a este sitio. Para poder discutir sobre el particular, se necesitaría hacer un muestreo o inventario de organismos que se localizan

en esta zona, simultáneos al análisis estomacal para poder comparar los organismos identificados. Lo anterior podría arrojar mejor información al conocimiento sobre el comportamiento alimenticio de la especie estudiada.

Es indispensable hacer monitoreos en mayor intensidad y en diferentes épocas del año, para tener un comparativo de los grupos de organismos ingeridos por la especie y determinar cuáles son los principales elementos de su dieta.

Para conocer la población de tortugas amarillas que llegan a la Bahía de Ulloa, es muy importante establecer un programa de marcaje/recaptura, pues no se sabe si son las mismas que se han estado capturado en las diferentes salidas.

Referencias

- Bjorndal, K.A. (1997). Foraging ecology and nutrition of sea turtles. Pp. 199-232. En: Lutz, P. L., Musick, J. A. (Eds.). The Biology of Sea Turtles. CRC Press LLC, New York , NY , USA .
- Bjorndal, K. A, Bolten, A. B., Martins, H.R. (2000). Somatic growth model of juvenile loggerhead sea turtle *Caretta caretta*: duration of pelagic stage. Mar. Ecol. Progr. Ser., 202: 265–272.
- Carr, A. Handbook of Turtles: The Turtles of the United States, Canada and Baja California. Comstock Publishing Assoc. Ithaca, N.Y. 1952 542 p.
- Forbes G. 2000. Muestreo y análisis de los componentes de la dieta. En: Eckert, K.L., Bjorndal, F.A. Abreu-Grobois & M. Donnely (Ed.) Técnicas de Investigación y Manejo para la Conservación de las Tortugas Marinas. Grupo de Especialistas En tortugas Marinas UICN/CSE Publicación. 4: 165-170.
- Forbes, G. y C. J. Limpus. 1993. A non-lethal method for retrieving stomach contents from sea turtles. Wildlife Research 20:339-343.
- González-Ramos M. S. y L. Santos-Baca. 2005. Macroalgas Asociadas a la Zona de alimentación de la Tortuga verde del Pacífico Este (*Chelonia mydas agassizii*) en el Estero Banderitas, B. C. S. Tesis de Licenciatura. UABCS. México. 280pp.
- Hernández-Carmona, G., E. Serviere-Zaragoza, R. Riosmena-Rodríguez & I.Sánchez-Rodríguez. 2007. Flora marina del sistema lagunar de Bahía Magdalena-Bahía Almejas. En: Estudios Ecológicos en Bahía Magdalena, R. Funez-Rodríguez, J. Gómez-Gutiérrez & R. Palomares-García (Ed.) Instituto Politécnico Nacional. 113-118.
- López-Calderón, J.M., R. Riosmena-Rodríguez, J.M. Rodríguez-Barón, J. Carrión-Cortez, J. Torre-Cosío, A. Meling-López, G. Hernández-Carmona & J. García-Hernández. 2010.

ANEXO III. Ecología trófica

- Outstanding appearance of *Ruppia maritima* along Baja California Sur, Mexico and its influence in trophic networks. Marine Biodiversity. In press.
- López-Castro, M.C., V. Koch, A. Mariscal-Loza & W.J. Nichols. 2010. Long-term monitoring of black turtles *Chelonia mydas* at coastal foraging areas off the Baja California Peninsula. Endang. Species. Res. 11: 35-45.
- López-Mendilaharsu, M., S.C. Gardner, J.A. Seminoff & R. Riosmena-Rodriguez. 2003. Feeding ecology of the East Pacific green turtle (*Chelonia mydas agassizii*), in Bahía Magdalena, B.C.S. México.
- López-Mendilaharsu, M., S.C. Gardner, J.A. Seminoff & R. Riosmena-Rodriguez. 2005. Identifying critical foraging habitats of the green turtle (*Chelonia mydas*) along the Pacific coast of the Baja California peninsula, Mexico. Aquatic Conserv: Mar Freshwater Ecosyst. 15: 259-269.
- López-Mendilaharsu, M., S.C. Gardner, R. Riosmena-Rodriguez & J.A. Seminoff . 2008. Diet selection by immature green turtles (*Chelonia mydas*) at Bahía Magdalena foraging ground in the Pacific Coast of the Baja California Peninsula, Mexico. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom. 1-7.
- Mateo-Cid, L.E., R. Sánchez, Y.E. Rodríguez, & M.M. Casas. 1993. Estudio florístico de las algas marinas bentónicas de Bahía Concepción, B.C.S. México. Ciencias Marinas. 19 (1): 41-60.
- Mortimer, J.A. 1982. Factors influencing beach selection by nesting sea turtles , p.45-51. In: K. A. Bjorndal (Ed.) Biology and Conservation of Sea Turtles. Smithsonian Institution Press, Washington, D.C.
- Nichols, W.J. 2003. Biology and Conservation of sea turtles in Baja California, Mexico. PhD. Dissertation University of Arizona, Tucson. 474 pp.
- Riosmena-Rodriguez R. 1999. Vegetación subacuática. En: Informe Final de Actividades del Proyecto Bahía del Rincón (Gaytan J, ed.) UABCS-S&R. México.
- Riosmena-Rodriguez R. et al 2013 Invasión de plantas marinas exóticas en el Pacífico Mexicano: Amenaza para el ambiente y la economía. BIOMA. 16:54
- Riosmena-Rodríguez, R., G. Hinojosa-Arango, K. León-Cisneros, J.M. López-Vivas & E. Olguín-Acosta. 2005. Variación espacial de la vegetación marina en la Bahía de Ballenas, costa occidental de Baja California Sur, México. Ciencia y Mar. 27: 29-40.
- Talavera-Saenz, A., Gardner S.C., R. Riosmena-Rodríguez & B. Acosta-Vargas. 2007. Metal profiles used as invironmental markers of green turtle (*Chelonia mydas*) foraging resources. Science of the Total Environment. 373: 94–102.

ANEXO III. Ecología trófica

- Tomás, J., Aznar, F.J., Raga, J.A. 2001a. Feeding ecology of the loggerhead turtle *Caretta caretta* in the western Mediterranean. J. Zool., 255: 525-532.
- Tomás, J., Aznar, F.J., Raga, J.A. 2003a. Pp. 231-235. The influence of human activities upon feeding of the loggerhead sea turtle, *Caretta caretta*, in the western Mediterranean: costs and benefits. En: Margaritoulis, D., Demetropoulos, A. (Eds.). Proceedings of the First Mediterranean Conference on Marine Turtles. Barcelona Convention - Bern Convention – Bonn Convention (CMS). Nicosia, Cyprus.
- Tomás, J., Dominici, A., Nannarelli, S., Forni, L., Badillo, F.J., Raga, J.A. 2001b. From hook to hook: the odyssey of a loggerhead sea turtle in the Mediterranean. Mar. Turt. Newslet., 92: 13-14
- Tomás, J., Gozalbes, P., Raga, J. A., Godley, B. J. 2008. Bycatch of loggerhead sea turtles: insights from 14 years of stranding data. Endangered Species Research, 5 (2-3): 161-169.

ANEXO IV. Recorridos por tierra para el monitoreo de varamientos de tortugas marinas en playa San Lázaro

A partir de información aportada por PROFEPA Delegación Baja California Sur.

ANEXO IV. Recorridos por tierra playa San Lázaro

Durante los recorridos terrestres se han documentado 608 tortugas amarillas varadas en Playa San Lázaro siendo el mes de julio el de mayor incidencia (ver figura abajo). Asimismo se observaron varamientos de 79 tortugas prietas 14 golfinas y 2 tortugas de carey. De las tortugas amarillas observadas 4 se encontraron vivas. La Figura 3 muestra la distribución temporal de los registros con una clara predominancia de tortuga amarilla en general y un mayor número de registros en los meses de julio agosto y mayo.



Figura 3. Registro de varamientos de tortugas marinas en Playa San Lázaro BCS de enero a septiembre de 2013.

Además hubo seis registros de tortugas varadas con evidencia de interacción con artes de pesca (Tabla VIII).

Tabla VIII. Registro de tortugas varadas en el golfo de Ulloa durante 2013 con evidencia de interacción con pesquerías.

Fecha	Especie	Tipo de interacción	No. De individuos
11/07/13	<i>Caretta caretta</i>	anzuelo	3
18/07/13	<i>Caretta caretta</i>	anzuelo	1
18/07/13	<i>Caretta caretta</i>	enmallamiento	1
06/08/13	<i>Caretta caretta</i>	anzuelo	1

ANEXO IV. Recorridos por tierra playa San Lázaro

Además se presentaron varamientos de otras especies como mamíferos marinos principalmente en los meses de enero y febrero.

A continuación se presentan las tablas y gráficas relativas a la actualización de la información descrita hasta el mes de diciembre.

Tabla IX. Registro de varamientos de tortugas marinas vivas y muertas en Playa San Lázaro BCS de enero a diciembre de 2013.

Tipo	MES												TOTAL
	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	
Amarilla	6	5	23	65	104	74	188	136	75	56	15	9	756
Prieta	0	1	1	3	7	10	20	36	25	13	1	0	117
Golfina	1	1	0	1	2	0	3	6	9	12	2	1	38
Carey=	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	2
Amarillas vivas	0	0	0	3	0	1	0	0	0	0	0	0	4
Prietas vivas	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
Golfinas vivas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	7	7	24	72	114	86	212	178	109	81	18	10	918

ANEXO IV. Recorridos por tierra playa San Lázaro

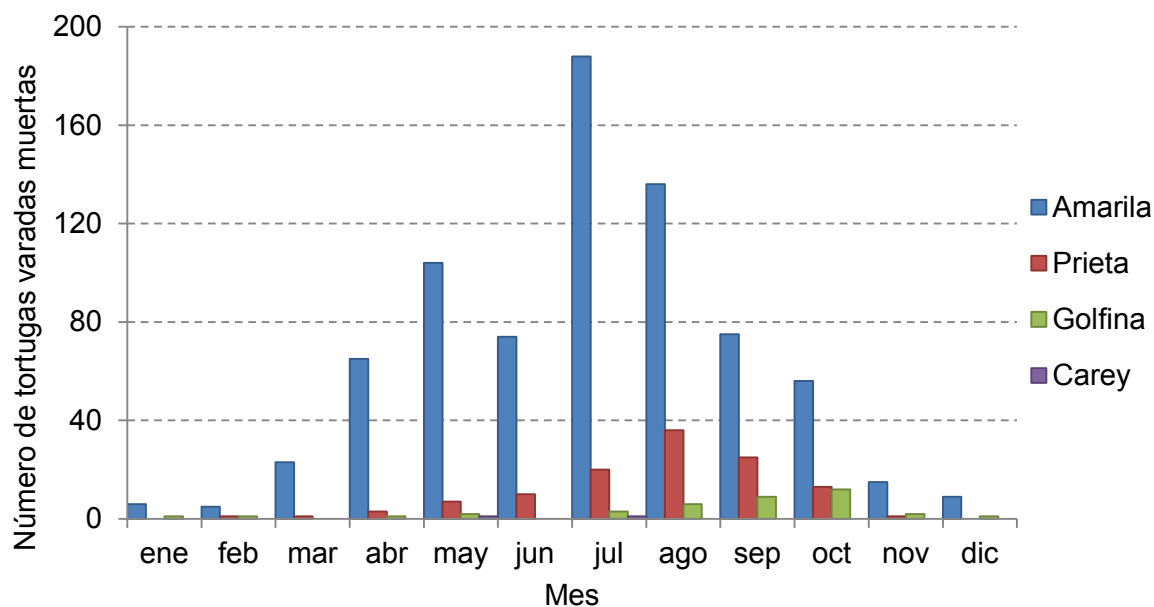


Figura 4. Registro de tortugas marinas varadas muertas en Playa San Lázaro BCS de enero a diciembre de 2013.

Tabla X. Registro de varamientos de mamíferos marinos muertos en Playa San Lázaro BCS de enero a diciembre de 2013.

Especie	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	TOTAL
Lobo marino de california	2			2	15	14	5	5	1	2		1	47
Lobo fino Guadalupe					3		1				1		5
Elefante marino					1			1					2
Delfín de costados blancos	1				2				1				4
Delfín nariz de botella					2	3		2					7
Delfín común	1	1		1	2	3	5	1		1			15
Delfín tornillo					1								1
Foca no identificada					1	1	1						3
Foca común					1	2							3
TOTAL	4	1	0	3	28	23	12	9	2	3	1	1	87

ANEXO IV. Recorridos por tierra playa San Lázaro

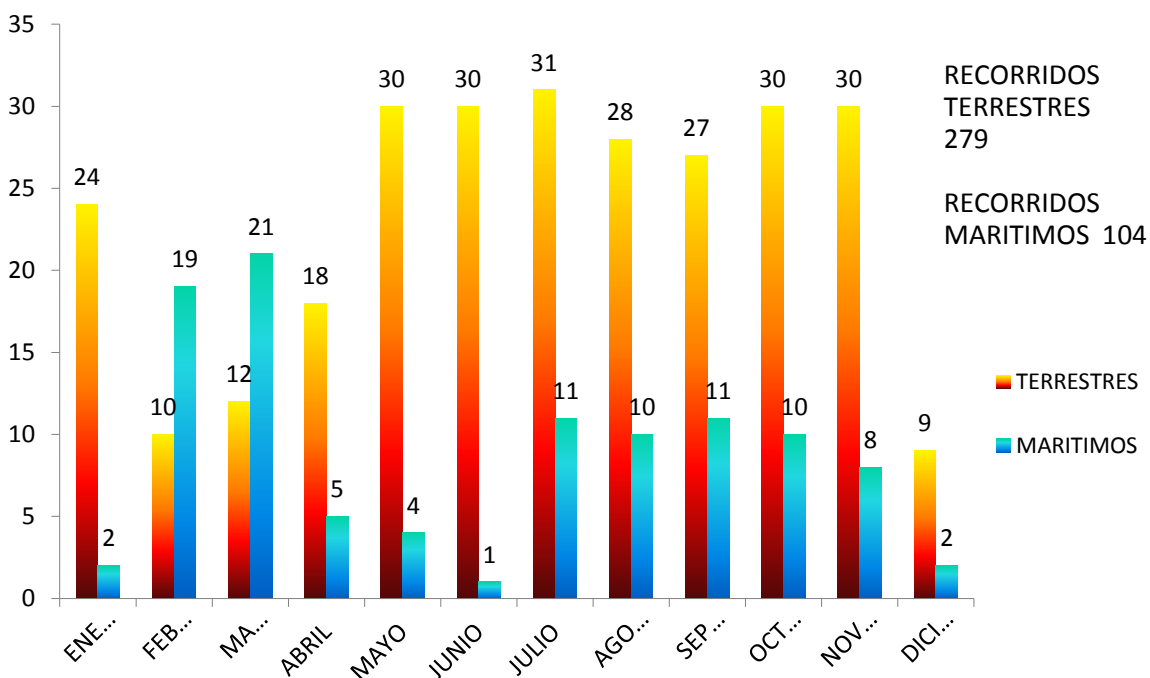


Figura 5. Número de recorridos marinos y terrestres en Playa San Lázaro BCS de enero a diciembre de 2013. (Con la participación de FONMAR, DGSPyTM, SEMAR, FEDECOOP, CONAPESCA, GRUPO TORTUGUERO, COMITÉ DE VIGILANCIA, CONANP, UABCS, CIBNOR y CICIMAR).

MORTANDAD DE TORTUGA AMARILLA EN PLAYA SAN LAZARO, GOLFO DE ULLOA, MUNICIPIO DE COMONDÚ, BAJA CALIFORNIA SUR



ACCIONES DE VIGILANCIA, 2014

	Ene	Feb	Mar- 23	Total
Recorridos terrestres	27	26	23	76
Recorridos marítimos	2	3	3	8
Vehículos verificados	0	0	0	0
Artes de pesca verificadas	16	8	1	25
Embarcaciones verificadas	11	5	5	21



CONTEO DE EJEMPLARES VARADOS, 2014

Tortuga	Ene	Feb	Mar-23	Total
amarillas	20	16	06	42
prietas	02	00	00	02
golfinas	06	03	01	10
carey	00	00	00	00
Sin definir	00	00	00	00
vivas	00	00	00	00
Total	28	19	07	54



Debido al avanzado estado de descomposición que presentaban los cadáveres en playa, no se han realizado necropsias.

INDICIOS DE DAÑO EN TORTUGAS Y OTROS ORGANISMOS POR ACTIVIDAD HUMANA (EN RECORRIDOS DE PLAYA)

Mes	Golpe	Objeto punzocortante	Enredada en un cabo	Arpón	Anzuelo	Enmallamiento	Total
Ene	0	0	0	0	0	0	0
Feb	0	0	0	0	0	2 (muertas)	2
Mar	0	0	0	0	0	*2 (muertos)	2
Total	0	0	0	0	0	4	4

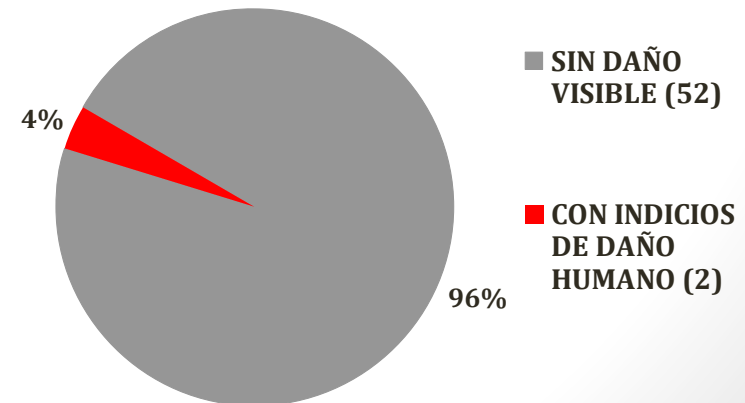
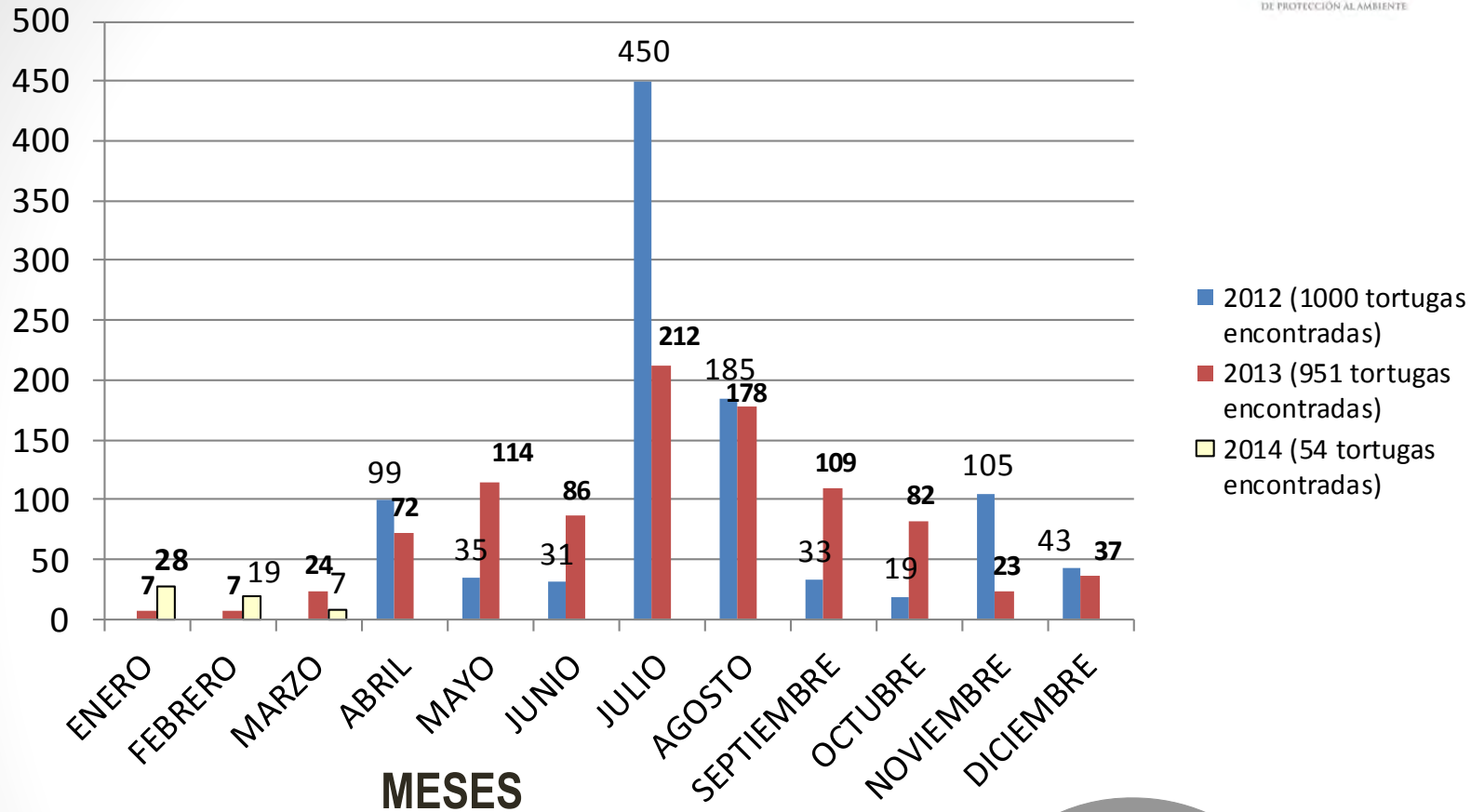
1. Los datos refieren tortugas amarillas, golfinas, carey y prietas.
2. * El dato refiere al hallazgo de 1 delfín y 1 lobo marino, muertos.
3. Actualización al 23 de Marzo 2014.

INDICIOS DE DAÑO EN TORTUGAS POR ACTIVIDAD HUMANA (EN RECORRIDOS MARÍTIMOS)

Mes	Golpe	Objeto punzocortante	Enredada en un cabo	Arpón	Anzuelo	Enmallamiento	Total
Ene	0	0	*1 (viva)	0	0	0	1
Feb	0	0	0	0	0	**4 (3 vivas, 1 muerta)	4
Mar	0	0	0	0	0	0	0
Total	0	0	1	0	0	4	5

1. Los datos refieren tortugas amarillas, golfinas, carey y prietas.
2. * Rescatada y liberada al instante por no observarse daños ni lesiones.
3. **3 rescatadas y liberadas al instante por no observarse daños ni lesiones y 1 muerta retenida para necropsia.
4. Actualización al 23 de Marzo 2014.

TORTUGAS ENCONTRADAS EN PLAYA



1. Los datos refieren a tortugas de todas las especies.
2. El período Enero-Abril 2012 es información del GTC y se incluye en el mes de abril.

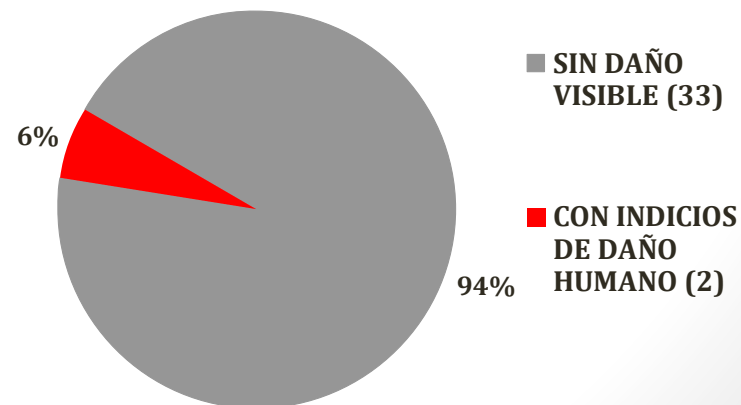
Actualización al 23 de marzo 2014.

OTRAS ESPECIES ENCONTRADAS EN PLAYA

	Ene	Feb	Mar-23	Total
Mamíferos marinos	06 lobos marinos 02 delfín 01 ballena	06 lobos marinos 03 delfín 01 ballena	04 lobo marino 12 delfín	16 lobos marinos 17 delfín 02 ballenas
Mamíferos terrestres	0	0		0
Escama	0	0		0
Otros	0	0		0
Total	35 ejemplares de mamíferos marinos			



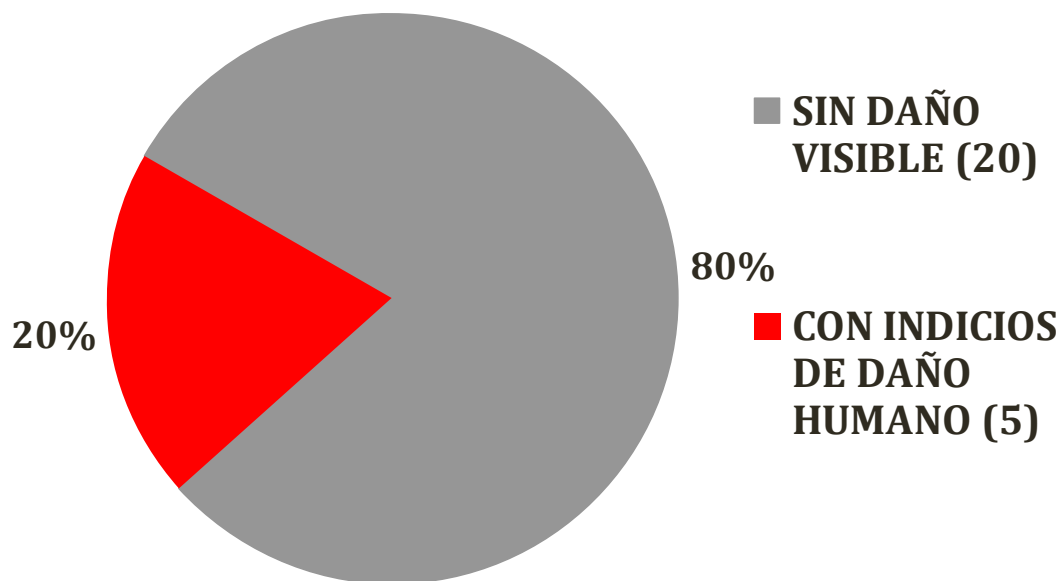
Mamíferos Marinos



CONTEO DE EJEMPLARES OBSERVADOS DURANTE RECORRIDOS MARÍTIMOS, CON GRUPO MULTIDICIPLINARIO DE EXPERTOS

Tortugas	Ene	Feb	Mar-23	No. ejemplares con colecta de muestras (Sangre, tejido, contenido estomacal y parásitos externos), necropsia. 18/feb.
amarillas vivas	1	11	4	3
amarilla muertas	1	0	0	
prietas vivas	0	1	0	1
Prietas muertas	0	1	0	1 necropsia
golfinas vivas	1	2	3	2
carey vivas	0	0	0	
Sin determinar vivos	0	0	0	
Total	3	15	7	

TORTUGAS OBSERVADAS DURANTE RECORRIDOS MARÍTIMOS, CON GRUPO MULTIDICIPLINARIO DE EXPERTOS



1. Los datos refieren a tortugas de todas las especies.

Actualización al 23 de marzo 2014.

REPRESENTACIÓN GRÁFICA

CONTEO DE EJEMPLARES OBSERVADOS DURANTE RECORRIDOS MARÍTIMOS, CON GRUPO MULTIDICIPLINARIO DE EXPERTOS

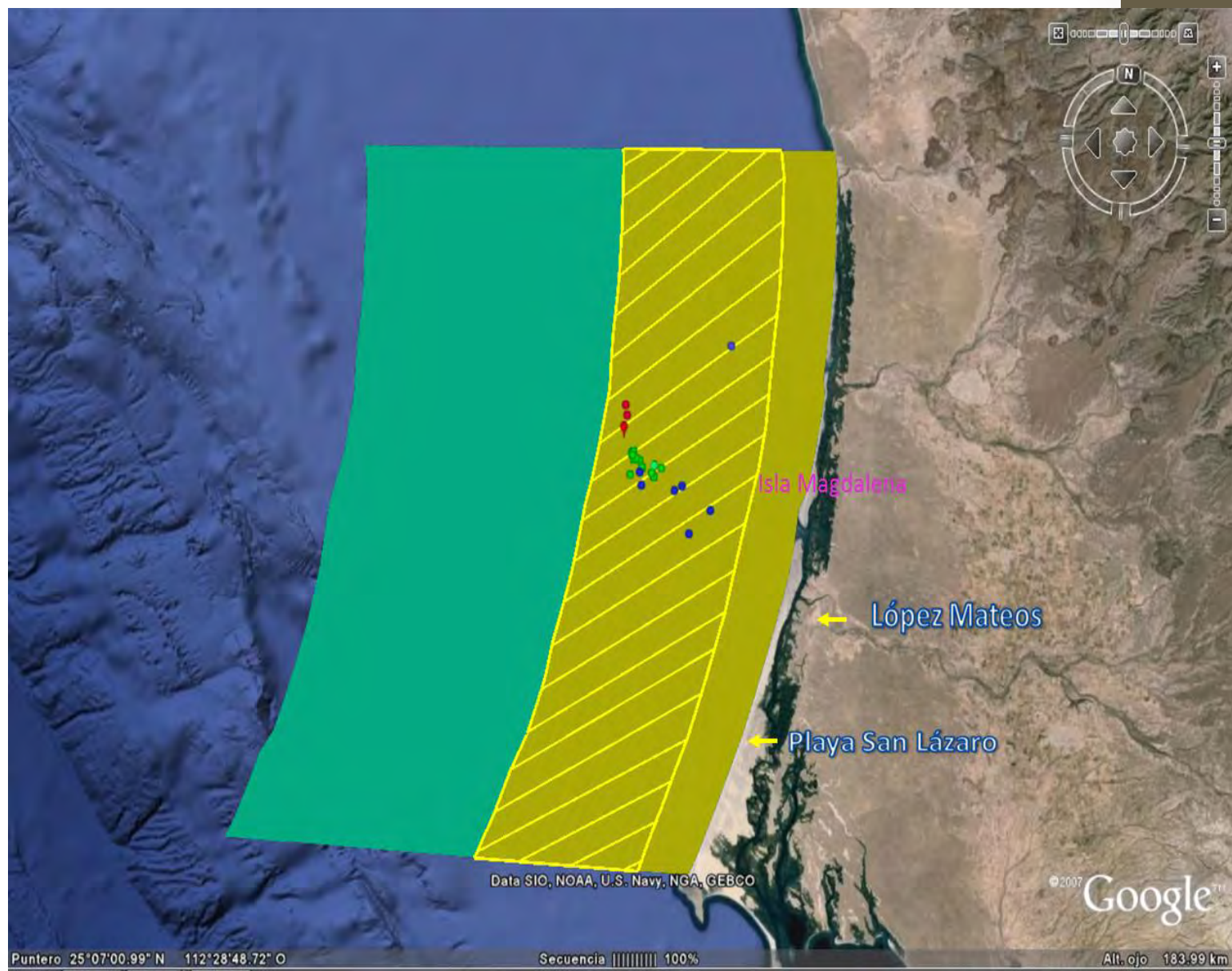
TORTUGAS VIVAS

- Enero
- Febrero
- Marzo

TORTUGAS MUERTAS

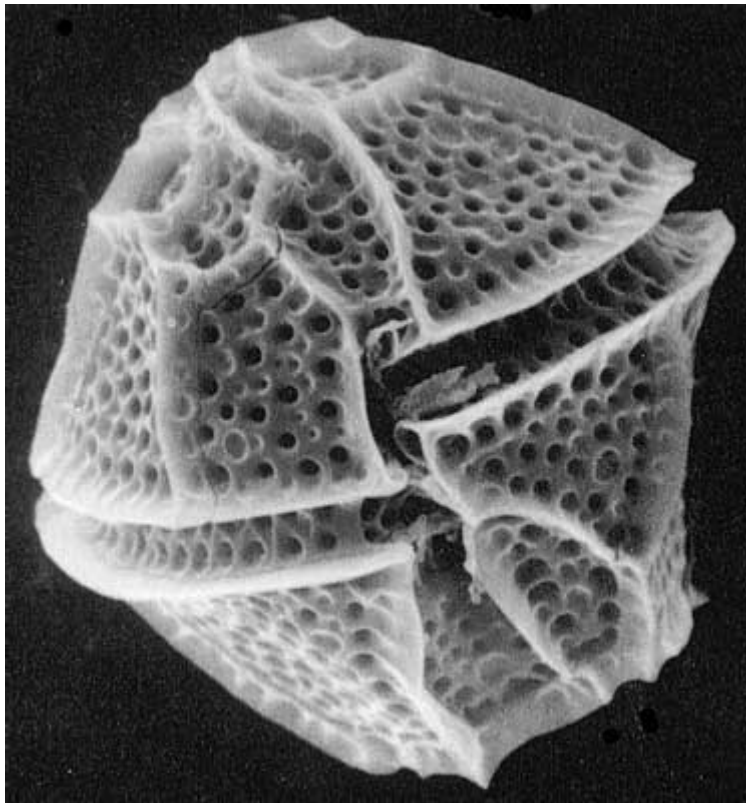
- Enero
- Febrero

- PESCA TIBURON
- PESCA LENGUADO
- PESCA RIBEREÑA



ANEXO V. Fitoplancton

Por: Felipe Neri Melo Vera



Junio 2014

Introducción

Las algas (desde las microscópicas hasta las gigantes *Macrocystis*) son plantas simples que forman la base de las cadenas tróficas. Sin embargo, en algunos casos, pueden presentar ciertas complicaciones. Un pequeño porcentaje de especies de algas producen toxinas, que pueden afectar a la fauna acuática, además pueden causar intoxicaciones en los seres humanos al consumir organismos marinos afectados por ellas.

El florecimiento de algas se define como un incremento rápido o la acumulación de biomasa de las poblaciones de algas (normalmente microscópicas) en un sistema acuático. Los florecimientos de algas pueden ocurrir en agua dulce, así como ambientes marinos. En estos casos, sólo uno o un pequeño número de especies de fitoplancton están involucrados y algunas floraciones pueden ser reconocidas por el cambio en la coloración del agua, como resultado de la densidad elevada de células pigmentadas, dándole una apariencia rojiza al agua, de ahí el término de “marea roja” (red tide).

El reciente aumento de los casos de microalgas y fitoplancton marino tóxico y nocivo, es un tema que debe ser evaluado para entender sus efectos en la salud humana, la pesca y el turismo (Hernández-Becerril et al., 2007)

El término florecimientos algales nocivos (Harmful Algal Blooms, HAB), es un término utilizado comúnmente por los científicos y no sólo se refiere al fitoplancton, sino también a las algas no planctónicas. La frecuencia de los HAB y el número de localidades costeras afectadas por estos fenómenos, se ha venido incrementando a nivel mundial. Estos HAB's tienen consecuencias negativas sobre la biota acuática, debido a que provocan anoxia en la columna de agua, causan daños mecánicos sobre las branquias de los peces, crustáceos y moluscos, o producen toxinas que envenenan o enferman a otros organismos

Se ha sugerido que los HAB's pueden haber causado o contribuido en los eventos de mortalidad documentados en mamíferos, tortugas y aves marinas en todos los océanos del mundo (Firea & Van Dolah, 2012; Fauquier et al., 2013).

De manera particular, en el área de estudio ocurren surgencias estacionales, con la presencia de aguas frías y ricas en nutrientes provenientes de aguas profundas, lo que permite el incremento de biomasa fitoplanctónica registrada desde las zonas costeras hasta los 80 km desde la línea de costa. A raíz de esta alta productividad biológica, el Golfo de Ulloa es considerado como un centro de actividad biológica (Lluch-Belda 2000).

Algunos ejemplares de tortuga amarilla que fueron trasladados al Hospital veterinario de la Universidad Autónoma de Baja California Sur, presentaron signos de intoxicación, y que fueron tratados con administración de fluidos, dando resultados positivos al tratamiento, sugirieron el diagnóstico de intoxicación por fitoplancton tóxico.

En 2013, un reporte periodístico, menciona que la mortalidad masiva observada en El Salvador, principalmente en septiembre de ese año, fue debida a la intoxicación derivada de un HAB. De acuerdo a este reporte al HAB no se encuentra en la zona costera de El Salvador, por lo que no representaba un problema para la salud pública.

La alta productividad fitoplanctónica de la zona, los reportes de HAB'S y la presencia de tortugas intoxicadas en el Golfo de Ulloa, así como reportes a nivel mundial de este fenómeno, hicieron que se planteará el objetivo de analizar el fitoplancton, con el fin de detectar la presencia y abundancia de especies tóxicas en el mismo.

METODOLOGÍA

Para detectar la presencia de organismos productores de toxinas, se obtuvieron muestras de fitoplancton para lo cual se utilizó una embarcación con motor fuera de borda, esta embarcación siguió una línea recta a una velocidad constante de 5 nudos. Se realizaron arrastres verticales durante 5 minutos, con una red cónica para fitoplancton

con una luz de malla 20 μm (muestra integrada) y mediante el uso de botellas de colecta a 5 metros de profundidad en la columna de agua (muestras discretas).

Las muestras obtenidas se preservaron en frascos opacos conteniendo una solución de lugol-acetato en un volumen de 100 ml, para la determinación de la composición y la abundancia del fitoplancton. Los recipientes se transportarán en hieleras al laboratorio en el menor tiempo posible.

Para determinar el listado florístico y la posible presencia de especies tóxicas en el fitoplancton, las muestras colectadas fueron analizadas en el laboratorio de Fitoplancton del CICIMAR-IPN, utilizando un microscopio invertido ZEISS y bibliografía especializada.

RESULTADOS

Se realizaron muestreos de fitoplancton en la época donde se ha registrado la mayor incidencia histórica de tortugas varadas en las costas del Golfo de Ulloa. Las muestras de fitoplancton fueron obtenidas durante los recorridos (julio y agosto de 2013) que se realizaron con el fin de observar la presencia de tortugas y coleccionar muestras biológicas de las mismas.

La mayor abundancia se obtuvo en la estación denominada A4 seguida de la estación A5. Cabe destacar la ausencia de microfitoplancton en la estación A3, que coincide con la menor abundancia del nanofitoplancton (tabla 1; figura 1). Es importante resaltar la casi ausencia de células microfitoplanctónicas ($\leq 200 \mu\text{m}$), ya que incluso en la estación A3 no se encontró una sola célula en el análisis. Igualmente la presencia de nanofitoplancton ($\geq 20 \mu\text{m}$) es extremadamente baja.

Tabla 1. Abundancia del micro y nanofitoplancton en el Golfo de Ulloa durante julio de 2013. Los valores representan células/litro

ANEXO V. Fitoplancton

ESTACIÓN	Microfitoplancton	Nanofitoplancton
A1	80	3360
A2	160	3360
A3	0	960
A4	720	3200
A5	640	3120
A6	240	2720
A7	160	3520

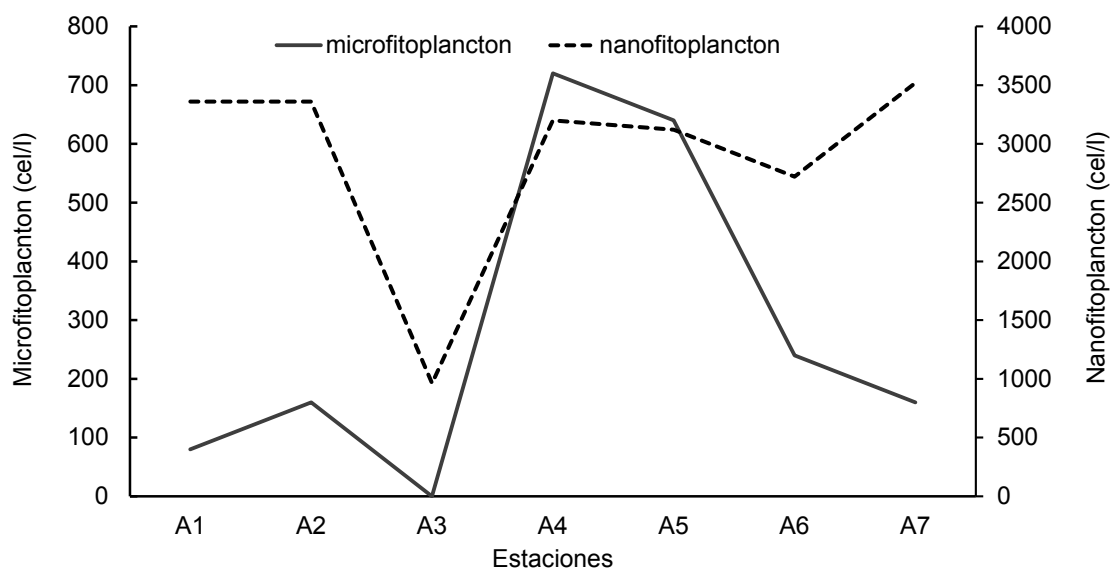


Figura 1. Abundancias de microfitoplancton y nanofitoplancton encontradas durante el mes de julio de 2103 en el Golfo de Ulloa.

ANEXO V. Fitoplancton

El listado de las especies fitoplanctónicas observadas en el mes de julio en el Golfo de Ulloa se presenta en la tabla 2. Se pudieron observar cinco géneros, de los cuales se identificó a nivel específico a cuatro de ellos (*Prorocentrum gracile*, *Scropsiella trochoidea*, *Nitzschia pacifica* y *Oxytoxum variable*). La especie con mayor abundancia fue *Oxytoxum variable*, que se encontró en las estaciones 4 y 5, lo que coincide con la abundancia total del fitoplancton. A *Nitzschia pacifica*, *Scropsiella trochoidea*, *Prorocentrum gracile*, se les estimó la misma abundancia (320 cel/l).

Tabla 2. Abundancia específica del fitoplancton en el Golfo de Ulloa durante julio de 2013.

Estación	Especie	Abundancia (cel/l)
A1	<i>Prorocentrum gracile</i>	80
A2	<i>Scropsiella trochoidea</i>	160
A3	No se detectó fitoplancton	0
A4	<i>Nitzschia pacifica</i>	240
	<i>Oxytoxum variable</i>	480
A5	<i>Prorocentrum gracile</i>	240
	<i>Oxytoxum variable</i>	400
A6	<i>Nitzschia pacifica</i>	80
	<i>Scropsiella trochoidea</i>	160
A7	<i>Nitzschia</i> sp	160

Es importante resaltar prácticamente la ausencia de células microfitoplanctónicas ($\leq 200 \mu\text{m}$) ya que incluso en la estación A3 no se encontró una sola célula en el análisis. Igualmente la presencia de nanofitoplancton ($\geq 20 \mu\text{m}$) es extremadamente baja.

Durante el mes de agosto de 2013 solo se pudieron tomar muestras en cuatro de las estaciones establecidas, derivado de las condiciones meteorológicas en el área de estudio. La abundancia del fitoplancton en sus dos divisiones, se presenta en la tabla 3.

ANEXO V. Fitoplancton

Las estaciones A1 y A2 son las más abundantes, y al igual que en el mes anterior la estación A3 fue la que presentó menor presencia de células del fitoplancton.

Tabla 1. Abundancia del micro y nanofitoplancton en el Golfo de Ulloa durante julio de 2013. Los valores representan células/litro

ESTACIÓN	Microfitoplancton	Nanofitoplancton
A1	160	2220
A2	160	2120
A3	120	660
A4	160	2220
A5	-	-
A6	-	-
A7	-	-

La composición específica estuvo dominada por especies de dinoflagelados, *Ceratocorys reticulata*, *Peridinium trichoideum*, *Dinophysis tripos*, *Ceratium tripos* var. *Pulchellum* y *Ceratium furca*, siendo esta última la más frecuente en las muestras. También se pudo identificar un género de diatomea (*Chaetoceros* sp.)

Es necesario señalar la disminución en la abundancia del fitoplancton del mes de julio al mes de agosto. Lo anterior pudiera deberse a que no se tomaron muestras de todas las estaciones, sin embargo en aquellas estaciones donde se tiene muestras (estaciones A1-A4), se observó un descenso en el número de células del fitoplancton.

DISCUSIÓN

La elevada cantidad de ejemplares de tortugas marinas muertas en la zona del Golfo de Ulloa, es un fenómeno que se repetido a los largo de los años. En algunos años la cantidad de tortugas marinas se ha incrementado notablemente. Lo anterior no es privativo de las tortugas marinas. En otros estudios se ha evidenciado la alta prevalencia de organismos varados en la zona. Por ejemplo, Mercuri (2007) reportó 602 mamíferos marinos varados; de estos, el 65% fueron pinnípedos y el 35% cetáceos y correlacionó variables ambientales (surgencias, concentración de clorofila-a y temperatura superficial del mar) con estos varamientos. Además anotó una baja incidencia de animales varados con marcas que denoten una interacción con actividades humanas.

La escasa presencia de material fitoplanctónico encontrada en el presente estudio, contrasta con lo reportado previamente, ya que la zona es considerada como de gran productividad. Hernández-Trujillo et al. (2001) reporta 5,953 cel/l en invierno, con un ligero incremento en primavera (13,320 cel/l), para alcanza el máximo en el verano con 39,900 cel/l; el valor mínimo lo reportó en el otoño con 107 cel/l. Estos valores corresponden a los promedios obtenido de 1983 a 1991, lo que nos podría indicar el comportamiento normal del fitoplancton en la zona.

Garate-Lizarraga (1992) en un análisis del fitoplancton en Bahía Magdalena, B.C.S., zona aledaña al Golfo de Ulloa, reportó un total de 270 taxa, correspondientes a 87 géneros. Las diatomeas y los dinoflagelados fueron los grupos más importantes. Las especies *Proboscia alata*, *Coscinodiscus asteromphalus*, *Pseudosolenia calcar avis*, *Rhizosolenia robusta* y *Stephanopyxis palmeriana*, caracterizaron la temporada cálida.

Del escaso material fitoplanctónico identificado, solo el dinoflagelado *Dinophysis tripos* ha sido reportado como tóxico, sobre todo para el ser humano, aunque en la cantidad que se encontró no representa peligro alguno. Para el caso de las tortugas y mamíferos marinos no se tiene una idea precisa si tiene efecto en la mortalidad de estas especies, ya que las evidencias que se tiene no son claras (Firea & Van Dolah, 2012).

ANEXO V. Fitoplancton

Por otro lado, la abundancia de las especies encontradas no representa un riesgo de oclusión de las branquias de organismos como peces o moluscos o la posibilidad de generar condiciones anóxicas en la columna de agua.

La intención del estudio presente no era caracterizar el comportamiento anual del fitoplancton en la zona d estudio, sino detectar la presencia de especies potencialmente tóxicas que pudieran ocasionar la mortalidad de las tortugas marinas.

En otros estudios se ha evidenciado la alta prevalencia de organismos varados en la zona. Por ejemplo, Mercuri (2007) reportó 602 mamíferos marinos varados; de estos, el 65% fueron pinnípedos y el 35% cetáceos y correlacionó variables ambientales (surgencias, concentración de clorofila-a y temperatura superficial del mar) con estos varamientos. Además anotó una baja incidencia de animales varados con marcas que denoten una interacción con actividades humanas.

BIBLIOGRAFIA

- Fauquier D.A., L.J. Flewelling, J. Maucher, C.A. Manire, V. Socha, M.J. Kinsel, B.A. Stacy, M. Henry, J. Gannon, J.S. Ramsdell, J.H. Landsberg. 2013. Brevetoxin in blood, biological fluids, and tissues of sea turtles naturally exposed to *Karenia brevis* blooms in central west Florida. *J Zoo Wildl Med.* 44(2):364-75.
- Fire. S. E. & F. M. Van Dolah. 2012. Marine Biotoxins: Emergence of Harmful Algal Blooms as Health Threats to Marine Wildlife. In: *New Directions in Conservation Medicine Applied Cases of Ecological Health* Ed. A. Alonso Aguirre, R. Ostfeld & P. Daszak. 374-389 p. Oxford University Press, E.U.A.
- Garate-Lizarrga, I. & D. A. Siqueiros Beltrones. 1998. Time Variation in Phytoplankton Assemblages in a Subtropical Lagoon System after the 1982-1983 "El Niño" Event (1984 to 1986). *Pacific Science.* 52 (1): 79-97
- Hernández-Becerril, D. U., R. Alonso-Rodríguez, C. Álvarez-Góngora, S. A. Barón-Campis, G. Ceballos-Corona, J. Herrera-Silveira, M. E. Meave del Castillo, N. Juárez-Ruíz, F. Merino- Virgilio, A. Morales-Blake, J. L. Ochoa, E. Orellana-Cepeda, C. Ramírez-Camarena & R. Rodríguez-Salvador (2007): Toxic and harmful marine phytoplankton and microalgae (HABs) in Mexican Coasts. *J. of Environmental Science and Health, Part A: Toxic/Hazardous Substances and Environmental Engineering*, 42:10, 1349-1363

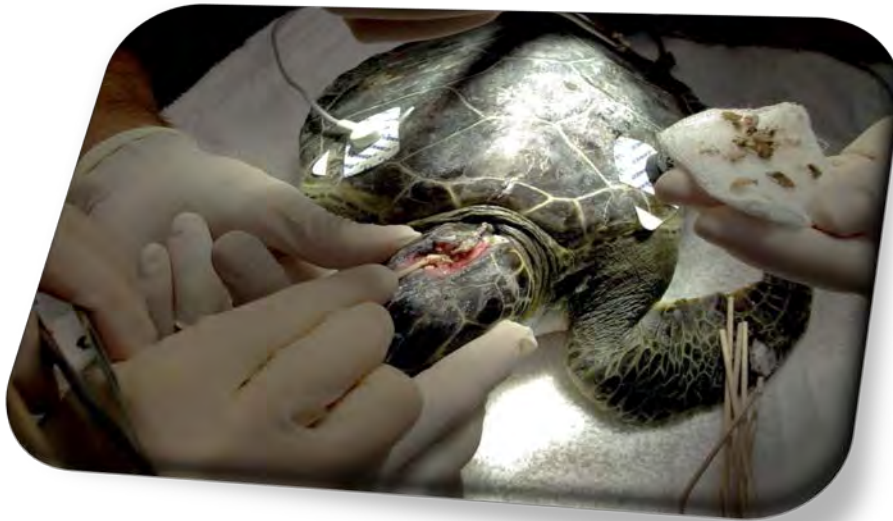
ANEXO V. Fitoplancton

- Lluch-Belda, D. 2000. Centros de actividad biológica en la costa occidental de Baja California. En: D. Lluch-Belda, J. Elorduy-Garay, S.E. Lluch-Cota y G. Ponce-Díaz (Eds.). BAC. Centros de Actividad Biológica del Pacífico mexicano: 49-64
- Mercuri M (2007) Varamientos de mamíferos marinos en Isla Magdalena, BCS México y su relación con factores físicos y biológicos. Tesis de Maestría, La Paz: Instituto Politécnico Nacional-CICIMAR. 125 p

ANEXO VI. Rehabilitación de tortugas marinas

Por: Dr Rafael Ramírez Orduña y Dr. Juan Manuel Ramírez Orduña

Hospital Veterinario, Departamento Académico de Zootecnia, UABCS



Junio 2014

ANEXO VI. Rehabilitación de tortugas marina

A continuación se presenta relación de tortugas amarillas (*Caretta caretta*), atendidas en el Hospital Veterinario de la Universidad Autónoma de Baja California Sur (Tabla I), durante el primer semestre de 2013, se incluyen los expedientes clínicos de los animales. Es de importancia señalar que se han atendido otras especies, sin embargo el reporte se centra en la tortuga amarilla.

Tabla I. Relación de especímenes de tortuga amarilla *Caretta caretta* atendidos en el hospital veterinario de la UABCS durante el primer semestre de 2013.

Animal	Recepción	Termino	Motivo	Resultado
Tortuga Golfina	10/01/2013	18/04/2013	Rehabilitación por deshidratación extrema	Liberación
Tortuga Amarilla	24/04/2013	03/05/2013	Rehabilitación por deshidratación extrema	Liberación
Tortuga Amarilla	25/04/2013	04/05/2013	Rehabilitación	Liberación
Tortuga Amarilla	27/04/2013	07/05/2013	Rehabilitación	Liberación
Tortuga Amarilla	01/05/2013	01/05/2013	necropsia	No se pudo determinar la causa por autolisis
Tortuga Amarilla	24/04/2013	30/05/2013	Rehabilitación	Liberación
Tortuga Amarilla	14/11/2013	24/11/2013	Rehabilitación	Liberación
De Noviembre a Diciembre de 2013 se recibieron 8 casos de tortugas marinas prietas y golfina de los cuales 3 han fallecido y 5 se han liberado.				

Descripción de la sintomatología observada y tratada en los ejemplares atendidos

Anamnesis.- Se observó aproximadamente a 02 kilómetros de la entrada en playa San Lázaro en la zona intermareal a un ejemplar de tortuga amarilla (*Caretta caretta*) hembra en malas condiciones de salud, con medidas de largo curvo del carapacho de 76 cm y ancho curvo del carapacho de 71.5 cm. Aproximadamente, a la inspección física se observan epibiontes (balanos y macroalgas) en carapacho y plastrón, respirando con

ANEXO VI. Rehabilitación de tortugas marina

dificultad, sin respuesta a estímulos externos y reflejo palpebral pobre, con anasarca, eritema moderado en la parte ventral, color amarillo pálido en plastrón, párpados completamente cerrados, y arena en boca, laceración en aleta anterior derecha causada por un ave rapaz (Zopilote) , se observó una coloración en carapacho obscura y piel del área cervical, posiblemente quemado por el sol lo que indicaría que llevaba algunos días flotando a la deriva. Por lo que se procedió a darle primeros auxilios, eliminando la arena adherida al cuerpo de la tortuga amarilla con agua, se le colocó un suplemento proteínico vía intramuscular debido al severo estado de deshidratación y se procedió a trasladarla a la ciudad de La Paz. A su llegada a La Paz, se colocó en una tina plástica con agua dulce para rehidratación y que esta expulsara la arena que había tragado, al igual para la eliminación de los epibiontes adheridos al carapacho, después se retiró del agua dulce y se dejó en seco reposando toda la noche, cubriéndola con una manta húmeda.

Se recibió el ejemplar de tortuga marina en el Hospital Veterinario de la Universidad Autónoma de Baja California Sur para su valoración el día 27 de abril de 2013. Se tomaron muestras sanguíneas e isopos de cloaca y faríngeo, estos llevándolos para su análisis al Laboratorio de Análisis Especiales de Diagnostico Microbiológico Denominado Grupo Arari de B.C.S. S.A. de C.V., ubicado en esta ciudad de La Paz. Después fue colocada en una tina plástica con agua marina, se le suministraron suplementos proteínicos vía parenteral por 10 días, se observó débil y con una inclinación de 20 grados hacia su costado derecho, respiración con dificultad. Se recomendó continuar el tratamiento de mantenimiento durante todo el proceso de rehabilitación, adicionalmente se aplicó Enrofloxacin a razón de 5 mg /kg por cinco días. El pronóstico hasta este punto se consideraba reservado. La información del análisis de laboratorio no permitió hacer un diagnóstico más preciso dado que el equipo utilizado no puede determinar el análisis diferencial de leucocitos, y la química sanguínea realizada no muestra ninguna irregularidad aparente.

Los días 28 a 30 de mayo el ejemplar de tortuga marina mantenía el grado de inclinación en su flotabilidad, incluso incrementándose, durante este tiempo el edema

ANEXO VI. Rehabilitación de tortugas marina

disminuyo, pero mantenía problemas al respirar por lo que se inició la antibioterapia con una quinolona y dexametasona, se retiró del agua marina y se dejó en seco reposando, cubriéndola con una manta húmeda añadiéndole una fuente de calor durante la noche, esto se repitió por dos días más, durante los cuales se observó secreción de moco.

Para el día 07 se colocó de nuevo en agua marina, observando que su flotabilidad se había nivelado casi en su totalidad, la respiración era menos forzada y seguía expulsando moco, la antibioterapia se siguió por cinco días más suministrando electrolitos vía oral y suplementos proteínicos vía parenteral, a este punto el ejemplar de tortuga marina ya respondía a estímulos externos, pero sus movimientos eran pocos, durante este tiempo se alimentó vía oral con sonda, suministrando filete de pescado, al momento el ejemplar se mantenía estable, la respiración era normal y la flotabilidad estaba completamente nivelada, por lo que se consideró apta para su liberación.

-0-

Se realizó un examen clínico a una tortuga marina hembra de la especie *Caretta caretta* (tortuga amarilla o perica). La tortuga fue presentada por el personal de PROFEPA en calidad de rescate en las instalaciones del Hospital Veterinario de la Universidad Autónoma de Baja California sur el día 19 de abril del 2013. El quelonio, fue encontrado varado en la Playa San Lázaro ubicada en el Golfo de Ulloa, localidad perteneciente al puerto Adolfo López Mateo, municipio de Comondú, Baja California Sur. La tortuga antes de su revisión estuvo bajo resguardo del personal de la PROFEPA, la cual menciona que se mantuvo en un contenedor con toallas húmedas y bajo supervisión intensiva del inspector de dicha instancia. El peso estimado al momento de su recepción fue de 65 kg aproximadamente. Las medidas de longitud obtenidas fueron: 69 cm de largo curvo y 64 de ancho curvo. A la inspección, el organismo se observaba en un estado de conciencia de vigilia, sin embargo presentaba signos de deshidratación ligera. Asimismo se apreciaban dos lesiones superficiales con desprendimiento de la epidermis sin sangrado aparente en el dorso del cuello y de manera bilateral en la región dorsal del húmero Se observaba un ligero eritema generalizado. El carapacho presentaba una

ANEXO VI. Rehabilitación de tortugas marina

ligera separación de las primeras escamas, tanto del lado izquierdo como del derecho. Se encontraron parches pequeños de algas epizoicas de color café que cubrían parte del carapacho. Se encontraron 67 epibiontes balanomorfos en el dorso de la tortuga y tres en el plastrón. La información del análisis de laboratorio no permite hacer un diagnóstico más preciso dado que el equipo utilizado no puede determinar el análisis diferencial de leucocitos, y la química sanguínea realizada no muestra ninguna irregularidad aparente. El tratamiento empleado para restablecer el estado electrolítico, así mismo se aplicaron aminoácidos vía parenteral como tratamiento de soporte. El animal respondió a la terapéutica empleada y se consideró apto para su liberación el día 22 de abril de 2013.

-0-

Se realizó un examen clínico a una tortuga marina hembra de la especie *Caretta caretta* (tortuga amarilla o perica). El organismo fue presentado por el personal de PROFEPA en calidad de rescate en las instalaciones del Hospital Veterinario de la Universidad Autónoma de Baja California Sur el día 24 de abril del 2013. El quelonio, fue encontrado varado en la Playa San Lázaro ubicada en el Golfo de Ulloa, localidad perteneciente al puerto Adolfo López Mateo, municipio de Comondú, Baja California Sur. La tortuga antes de su revisión estuvo bajo resguardo del personal de la PROFEPA.

El peso calculado al momento de su recepción fue de 60 kg. Las medidas de longitud obtenidas fueron: 76 cm de largo curvo y 71.5 cm de ancho curvo. A la inspección, el organismo se observaba en un estado de conciencia deprimido, con ligera respuesta a estímulos externos. Así mismo, se observaba edema y dermatitis con eritema generalizado. El tratamiento aplicado antes de su revisión fue la aplicación aminoácidos por vía parenteral y baños de inmersión en agua dulce.

Al realizar la exploración física se encontró tejido fibroso rodeando toda el área pericloacal, signo que nos habla de lesiones del tipo crónicas. Se encontraron parches de aproximadamente 5 cm de algas epizoicas de color café sobre algunas regiones del

ANEXO VI. Rehabilitación de tortugas marina

carapacho. Se encontraron 8 epibiontes balanomorfos en el dorso de la tortuga y dos en el plastrón. Se encontró tejido cicatrizal en la parte superior de la piel del húmero.

Se tomaron 3 muestras de sangre para su análisis (Biometría hemática, bioquímica sanguínea). Así mismo se tomaron muestras de algas epizoicas para su posterior identificación. Se recolectaron muestras de carapacho para analizar la presencia de pigmentos. Por último se colectaron muestras fecales. Se resalta que al momento de colectar las heces fue apreciable la presencia de espinas de pez. La información del análisis de laboratorio no permite hacer un diagnóstico más preciso dado que el equipo utilizado no puede determinar el análisis diferencial de leucocitos, y la química sanguínea realizada no muestra ninguna irregularidad aparente.

Se sugiere seguir con el tratamiento antes empleado bajo vigilancia permanente. El animal respondió a la terapéutica empleada y se consideró apto para su liberación el día 3 de Mayo de 2013.

-0-

Se observó aproximadamente a 20 kilómetros de la entrada en playa San Lázaro en la zona intermareal a un ejemplar de tortuga amarilla (*Caretta caretta*) hembra en malas condiciones de salud, levantándose el acta circunstanciada de hechos en vida silvestre 068 13 de Fecha 24 de Abril de 2013 y con Expediente Administrativo PFFA/10.3/2C.27.3/0033-13 con medidas de largo curvo del carapacho de 76 cm y ancho curvo del carapacho de 71.5 cm. Aproximadamente, a la inspección física se observan epibiontes (balanos y macroalgas) en carapacho y plastrón, respirando con dificultad, sin respuesta a estímulos externos y reflejo palpebral pobre, con anasarca, eritema generalizado, color amarillo intenso en plastrón, párpados completamente cerrados, cloaca congestionada, y arena en boca, contusión en cráneo sobre las fosas nasales al igual que en el ojo derecho que además del edema presentaba inflamación, se observó una coloración en carapacho oscura y piel del área cervical, posiblemente quemado por el sol lo que indicaría que llevaba algunos días flotando a la deriva. Por lo

ANEXO VI. Rehabilitación de tortugas marina

que se procedió a darle primeros auxilios, eliminando la arena con agua, se le colocó un suplemento proteínico vía intramuscular debido al severo estado de deshidratación y se procedió a trasladarla a la ciudad de La Paz. A su llegada a La Paz, se colocó en una tina plástica con agua dulce para rehidratación y que esta expulsara la arena que había tragado, al igual para la eliminación de los epibiontes adheridos al carapacho, después se retiró del agua dulce y se dejó en seco reposando toda la noche en seco cubriéndola con una manta húmeda. Cabe mencionar que a los 15 minutos de haberle suministrado el suplemento proteínico el ejemplar de tortuga marina comenzó a mover la cabeza lentamente y respiraba con menor dificultad.

Día 1.- fue trasladado el ejemplar de tortuga marina al hospital veterinario de la Universidad autónoma de Baja California Sur para valoración con apoyo del Dr. Rafael Ramírez Orduña, MVZ. Armando Romero Yerena y Dr. Amaury Cordero Tapia, donde se tomaron muestras sanguíneas e isopos de cloaca y faríngeo, estos llevándolos para su análisis al Laboratorio de Análisis Especiales de Diagnóstico Microbiológico Denominado Grupo Arari de BCS SA de CV, ubicado en esta ciudad de La Paz (se anexan resultados antes descritos). Después fue colocada en una tina plástica con agua marina, se le suministraron suplementos proteínicos vía intramuscular por los seis primeros días, se observó débil y con una ligera inclinación de 15 grados hacia su costado derecho respirando por la boca.

Día 2.- ya por la tarde el ejemplar de tortuga amarilla se comenzó a mover, edema había disminuido un 40%, seguía respirando por la boca y el grado de inclinación había disminuido, por lo que se mantuvo en observación, la respiración por la boca se atribuye a la contusión sufrida en los conductos respiratorios.

Días 3 al 5.- el edema disminuyó casi un 70%, su movilidad se tornó más activa, comenzó a respirar por la nariz, ya su flotabilidad era estable comenzando a mover las aletas posteriores.

Día 6.- Animal liberado

-0-

INFORME DE NECROPSIA Y CASO CLÍNICO

FECHA: 14 DE NOVIEMBRE 2013

HORA: 11:30 AM

ANIMAL: 2 EJEMPLARES DE TORTUGA MARINA AMARILLA (*Caretta caretta*)

SEXO: HEMBRAS

CASO 1

ANIMAL MUERTO: 69 cm. de largo curvo y 65 cm. de ancho curvo del caparacho.

SIGNOS CLÍNICOS ANTEMORTEM: Poca respuesta a estímulos externos, exoftalmia, eritema e inflamación en cloaca, y eritema en región cervical y aletas anteriores y parte ventral.

HALLAZGOS PRINCIPALES A LA NECROPSIA: Contenido estomacal con arena y langostilla, presencia de microalgas cafés en intestino grueso, abundante moco en estomago e intestino, mucosa duodenal irritada, congestión en intestino grueso, corazón congestionado.

HALLAZGOS INDEPENDIENTES: Presencia de un sangre sin coagular y de color chocolate, urolitiasis,

CASO 2

ANEXO VI. Rehabilitación de tortugas marina

ANIMAL VIVO: 50 cm. de largo curvo y 45 cm. de ancho curvo del caparacho.

SIGNOS CLÍNICOS: Poca respuesta a estímulos externos, exoftalmia, eritema e inflamación en cloaca, y eritema en región cervical y aletas anteriores, buena condición corporal.

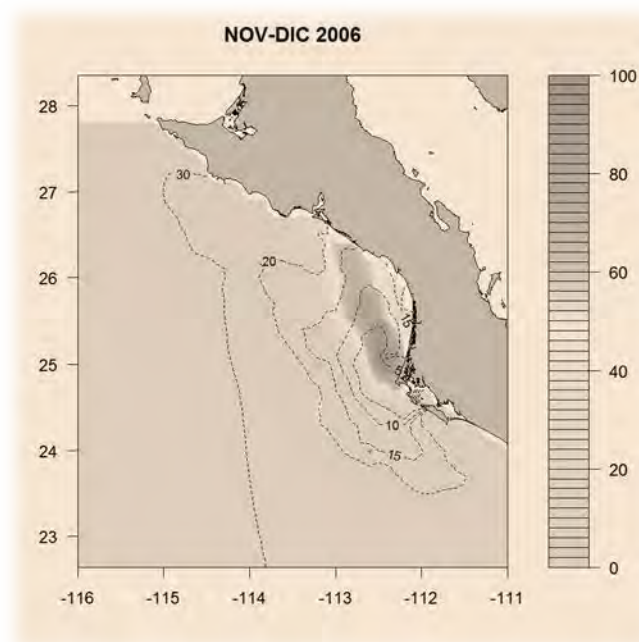
ANTECEDENTES: Se reportan otros especímenes de diferentes especies varadas en la misma zona y manchas de color café de gran extensión en el cuerpo de agua de la zona, indicando posible a floración de microalgas (Marea roja).

ANALISIS CLINICOS: Se tomaron muestras de sangre, exudado faríngeo, cloaca, intestino e hígado del animal muerto para análisis microbiológico del cual solo se encontró crecimiento de *Proteus mirabilis* y *Enterobacter gergoviae* que pueden considerarse habituales del tracto digestivo.

TRATAMIENTO: En virtud de los antecedentes, y de los hallazgos a la necropsia se sospechó de la posible intoxicación por el consumo directo o indirecto de microalgas que producen toxinas paralizantes y gástricas, por lo que se estableció un tratamiento encaminado a ayudar a eliminar las toxinas absorbidas mediante la hidratación continua con solución de electrolitos por vía oral a razón del 5% del peso del animal, durante 7 días, posteriormente el animal fue liberado.

ANEXO VII. Modelación de corrientes

Por: Martínez Rincón y S.E. Lluch-Cota



Uso de modelos de circulación y deriva para explorar por retro cálculo el posible origen de partículas a partir de Cabo San Lázaro, BCS, con potencial aplicación al análisis de mortandades de tortuga prieta en el Golfo de Ulloa

Martínez Rincón y S.E. Lluch-Cota

Introducción

A pesar de la enorme importancia que reviste el entendimiento y la capacidad de predicción de la deriva de cadáveres de tortuga como elemento para manejo y conservación, especialmente en zonas de altos niveles de varamientos como el caso de Punta San Lázaro, en el Golfo de Ulloa, los experimentos, observaciones e integración de información al respecto son extremadamente limitados. La situación es crítica para nuestra región, pero no exclusiva. Son muy pocos los intentos que existen a nivel mundial para integrar información del ambiente físico con los procesos ecológico y la actividad humana.

Quizá uno de los antecedentes que mejor representan la ventaja de abordar este enfoque es el trabajo de Hart et al. (2006), quienes realizaron una comparación de resultados de observaciones con botellas de deriva y resultados de modelos de circulación, con la finalidad de explorar su uso como predictores de varamiento de tortugas en las costas de Carolina del Norte, en EUA. Sus análisis concluyeron que (para su región particular) existe un patrón predecible de condiciones que favorecen o dificultan el varamiento a lo largo del año, y discuten que la ausencia de cadáveres varados no indica forzosamente ausencia de mortalidad y, en su caso, del causante. En su ejemplo, señalan que en verano coinciden la presencia de flota camaronera y las corrientes que favorecen los varamientos, lo que podría implicar a dicha flota en las mortalidades, mientras que la operación de la flota de platija podría estar causando mortandad de tortuga durante el invierno inadvertidamente, en condiciones oceanográficas que no

favorecen los varamientos. La intención del trabajo de estos autores es, en sus palabras, alentar a los manejadores a considerar el uso de modelos de circulación costera al interpretar tendencias espaciales y temporales de los varamientos de animales marinos, especialmente cuando se implican interacción con pesquerías que pudieran tener o no impactos por captura incidental.

Planteamiento

Es importante evaluar objetivamente la probabilidad de que ejemplares de tortuga encontrados varados en la zona de Punta San Lázaro provengan de las zonas tradicionales de pesca, como un elemento más para fortalecer o debilitar las hipótesis existentes sobre las causas de mortalidad de la misma. En este sentido, el presente ejercicio exploró el uso de modelos de deriva para realizar retro cálculos utilizando la climatología de circulación del mar (promedio de varios años) derivada de un modelo tipo ROMs operando para la región.

Modelos

Se utilizó el modelo numérico ROMS (Regional Ocean Modeling System, por sus siglas en inglés) para simular el posible origen de partículas encontradas en Punta San Lázaro, BCS para el promedio del periodo 2003-2006. El modelo resuelve ecuaciones primitivas con superficie libre, temperatura potencial, salinidad y una ecuación de estado, bajo la aproximación de Boussinesq.

Sobre las salidas de circulación, se corrió un modelo de deriva de particular que permite la estimación de estadísticos que incluyen probabilidad de origen y tiempo estimado de deriva de estas partículas, es decir, el estimado en número de días de que una partícula haya derivado de un origen distinto a Punta San Lázaro hasta llegar a esta localidad como destino final.

Las especificaciones técnicas de los dos modelos pueden ser consultadas con el Dr. Alejandro Parés Sierra, quien nos proporcionó las salidas correspondientes.

Resultados

En la figura 1 se muestran los polígonos de pesca de las flotas artesanales que operan en el Golfo de Ulloa, de acuerdo a Ramírez-Rodríguez et al (2010). Estos polígonos son utilizados en este trabajo como referencia geográfica para estimar la probabilidad de que las partículas encontradas en Punta San Lázaro tuvieran su origen en alguna de estas áreas de pesca.

De acuerdo a Ramírez-Rodríguez et al (2010), el área de pesca de “San Ignacio” tiene una extensión latitudinal de norte a sur desde Punta Abre Ojos hasta Punta Pequeña; “San Juanico” se extiende de norte a sur desde San Juanico hasta Los Troncones; Esteros Norte se extiende desde Las Pocitas hasta Bahía Comondú; Esteros Centro se extiende desde La Poza hasta Boca La Soledad; Esteros Sur desde Campo Las Botellas hasta Estero El Garrotazo; finalmente Magdalena Afuera tiene una extensión de norte a sur desde Punta Entrada hasta San Lázaro.

El análisis de la climatología de la probabilidad de origen y tiempo estimado de deriva de partículas encontradas en Punta San Lázaro, muestra que existe una estacionalidad marcada en el sistema de circulación del Golfo de Ulloa (Fig. 2). Específicamente, observamos que en los meses de enero y febrero (invierno) la probabilidad de que una partícula encontrada en Punta San Lázaro provenga del área de pesca de San Ignacio está en un rango del 50 al 60%, y que el tiempo que le tomaría a estas partículas a esta localidad es de aproximadamente 15 días. En los meses de marzo y abril (transición del invierno y la primavera) se observó que la probabilidad de que partículas encontradas en Punta San Lázaro provengan de algún área de pesca diferente a Esteros Sur y Magdalena Afuera es baja ($< 40\%$). Durante los meses de mayo y junio (primavera) se observó que la probabilidad de que una partícula encontrada en

Punta San Lázaro provenga del área de pesca de San Ignacio es menor al 60% y que le tomaría entre 15 y 20 días llegar a esta localidad. Durante los meses de julio-agosto (verano) y septiembre-octubre (transición verano-otoño) se observaron patrones muy similares, que sugieren que la probabilidad de que una partícula encontrada en Punta San Lázaro provenga de las áreas de pesca de San Ignacio o San Juanico es menor al 40%, y que le tomaría entre 15 y 25 días llegar a esta localidad. Finalmente, se observó que durante los meses de noviembre y diciembre (otoño) la probabilidad de que una partícula encontrada en Punta San Lázaro tenga su origen en las áreas de pesca de San Ignacio está en un rango entre 50 y 60%, y que le tomaría de 15 a 20 días llegar a la localidad de Punta San Lázaro.

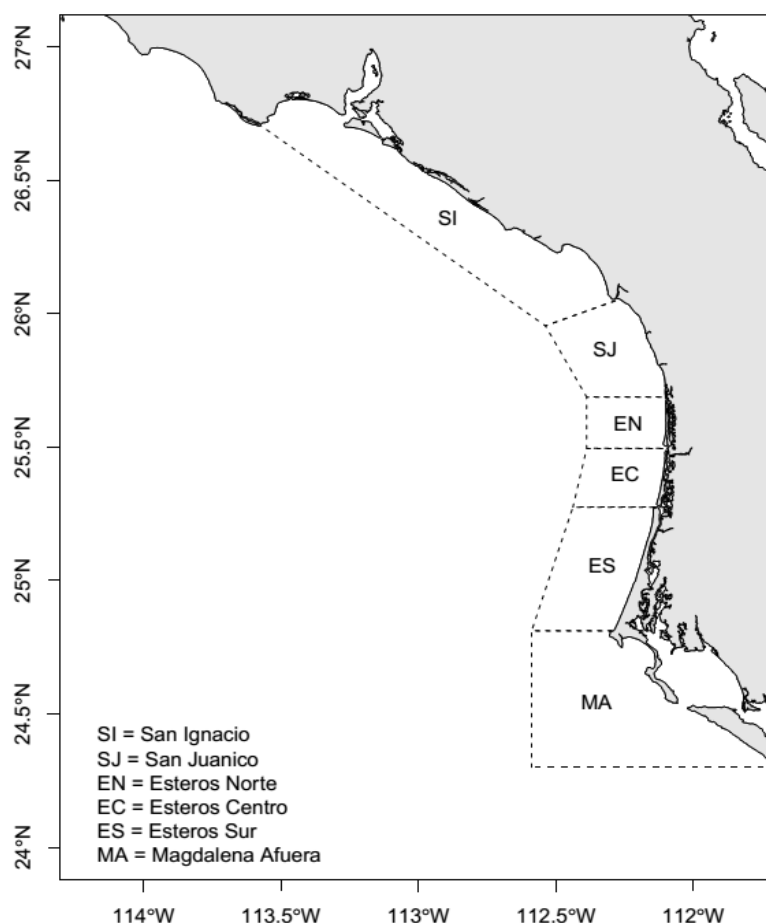


Figura 1. Polígonos de pesca de la flota artesanal que opera en el Golfo de Ulloa.

ANEXO VII. Modelación de corrientes

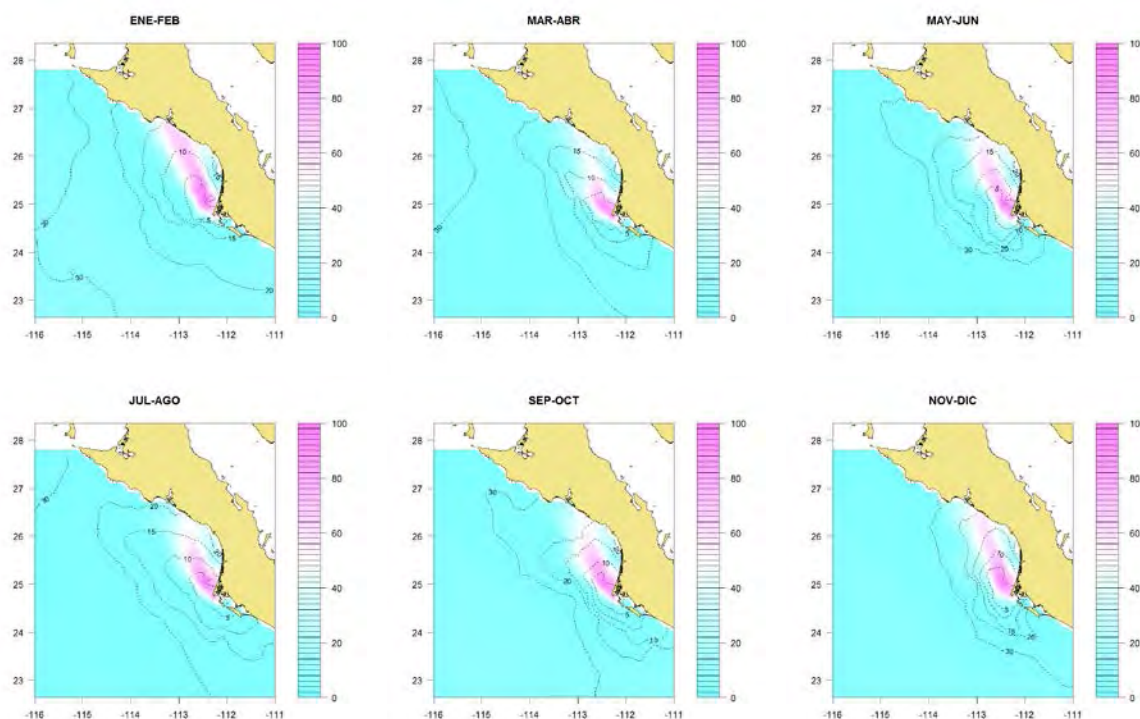


Figura 2. Climatología de la distribución espacial de la probabilidad de origen de partículas en Punta San Lázaro y el tiempo estimado de deriva que tardaría en llegar a esta localidad. La escala de colores representa la probabilidad, las isolíneas representan el tiempo estimado de deriva.

Como parte de este ejercicio aplicamos estos modelos ROMS a los datos del 2006 como caso de estudio, para evaluar las posibles diferencias de un año particular respecto de la condición promedio. Los resultados muestran que la probabilidad de que una partícula encontrada en Punta San Lázaro provenga de algún área de pesca del Golfo de Uloa está en el rango del 40 al 60% durante los meses de enero, febrero, mayo, junio, julio, agosto, noviembre y diciembre, y que el tiempo de deriva que le tomaría llegar a estas partículas a esta localidad oscila entre los 10 y 20 días. Mientras que en los meses de marzo, abril, septiembre y octubre la probabilidad de que una partícula encontrada en Punta San Lázaro provenga de estas localidades de pesca es menor al 30%, observándose también que el tiempo que les tomaría llegar a esta localidad es de por lo menos 15 días.

ANEXO VII. Modelación de corrientes

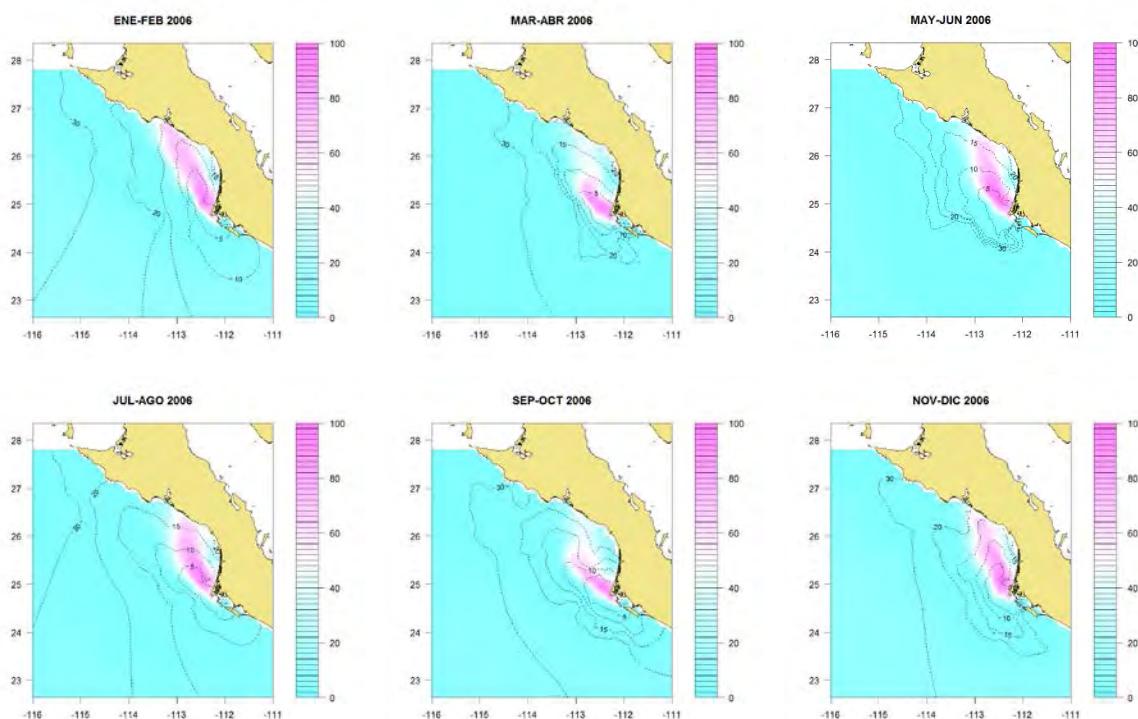


Figura 3. Distribución espacio-temporal de la probabilidad de origen de partículas en Punta San Lázaro y el tiempo estimado de deriva que tardaría en llegar a esta localidad para el año 2006. La escala de colores representa la probabilidad, las isolíneas representan el tiempo estimado de deriva.

Conclusiones preliminares

- Los modelos de deriva utilizados en este estudio, muestran que el Golfo de Ulloa presenta un sistema de circulación con gran variación estacional.
- La probabilidad de que una partícula encontrada en Punta San Lázaro tenga su origen en la zonas de pesca de la flota artesanal del Golfo de Ulloa es cercana al 50% la mayor parte del año. Es decir, que a pesar de tratarse de la zona costera aledaña, la probabilidad de que la partícula provenga de las zonas de pesca es similar a que provenga de otras zonas, en mar abierto.

- La probabilidad de que una partícula encontrada en Punta San Lázaro tenga su origen en la zonas de pesca de la flota artesanal del Golfo de Ulloa es menor al 40% en los meses de marzo, abril, septiembre y octubre.
- El tiempo estimado de deriva de una partícula desde la zonas de pesca de la flota artesanal del Golfo de Ulloa hasta Punta San Lázaro es de por lo menos 10 días, con un máximo de 25 días.

Recomendaciones

Claramente el ejercicio aquí presentado tiene serias limitaciones y no debe ser considerado una evidencia que apoye ninguna de las hipótesis sobre la mortandad de tortuga prieta en el Golfo de Ulloa. Sin embargo, sí hace evidente que existen aún muchas interrogantes antes de poder utilizar resultados de cualquier tipo de análisis de deriva para establecer relaciones causales sobre la mortalidad, toda vez que nuestras deficiencias son comunes a dichos estudios. Especialmente reconocemos que al igual que cuerpos de deriva utilizados en trabajos de campo y reportados en trabajos anteriores (Mancini et al., 2011; Koch et al., 2013), las partículas aquí parametrizadas cuentan con características que suponemos podrían representar la deriva de los cadáveres de tortuga en algunos aspectos, pero no contamos con información suficiente. Por ejemplo, no contamos con observaciones que nos permitan determinar el efecto del tamaño y forma de la partícula en el patrón de deriva, si existe influencia del viento (no en el caso de nuestras partículas), o que tanto el comportamiento de flotabilidad que utilizamos se desvía de la realidad. En este sentido, creemos que para este y cualquier otro estudio de deriva, sea en campo por uso de cuerpos de deriva, o a través de modelos, es crítico contar con experimentos de campo:

a) Se tiene idea de que los cadáveres recientes (ejemplares recién muertos) permanecen por un tiempo en superficie para después hundirse, y que posteriormente como consecuencia de la actividad bacteriana y la producción de gases por el proceso

de descomposición suben de nuevo a la superficie donde pueden derivar varios días. Sin embargo, ignoramos los tiempos de cada una de estas etapas, así como sus variaciones en función de temperatura, la profundidad que alcanzan, la incidencia de carroñeros, etc. Por ejemplo, una observación aislada en el Atlántico registró una distancia recorrida de aproximadamente 500 km en un cadáver entre el sitio donde el animal muere y se hunde hasta donde sale a flote nuevamente y comienza a derivar superficialmente (Epperly et al. 1996). Si bien es claro que resultaría impracticable un estudio que utilizara un número de muestras estadísticamente suficiente, sometiendo a los cadáveres a la diversidad de condiciones que se prevé afecten estos tiempos, si resulta indispensable contar con al menos observaciones que den idea de órdenes de magnitud, antes de que cualquier ejercicio de modelación de deriva tenga sentido práctico.

b) Requerimos comparar el efecto de las mismas corrientes en cuerpos de deriva de diferentes características e idealmente parametrizarlos. Por ejemplo, no se espera que una forma esférica presente la misma resistencia a las corrientes que un objeto con protuberancias (como el caso de un cadáver con aletas). Igualmente, existe controversia sobre el efecto del viento por opiniones diversas sobre la forma en que derivan los cadáveres; es decir, si mantienen parte del cuerpo fuera del agua o si derivan permanentemente bajo el agua. Una vez que se cuente con estas definiciones, valdrá la pena potenciar los alcances de los ejercicios de modelación mediante:

c) El uso de modelos (quizá anidados) de mayor resolución en la zona, a fin de poder asimilar datos locales (que deberán ser generados) de vientos y velocidades de corriente.

d) Incrementar los escenarios de circulación para abarcar periodos de mayor interés (por ejemplo el 2012, no cubierto en nuestra exploración) y condiciones ambientales extremas, como años Niño, o de alta frecuencia como marejadas y clima extremo.

Referencias

- Epperly S. Braun J. Chester A. Cross F. Merriner J. Tester P. Churchill J. 1996. Beach strandings as an indicator of at sea mortality of sea turtles. *Bulletin of Marine Science* 59 (2) 289–297
- Hart KM Mooreside P Crowder LB. 2006. Interpreting the spatio-temporal patterns of sea turtle strandings: going with the flow. *Biol Conserv* 129: 283–290
- Koch V Peckham H Mancini A Eguchi T. 2013. Estimating At-Sea Mortality of Marine Turtles from Stranding Frequencies and Drifter Experiments. *PLoS-ONE* 8(2): e56776.
- Mancini A. V. Koch., J.A. Seminoff and B. Madon. 2011. Small scale gill-net fisheries cause massive green turtle *Chelonia mydas* mortality in Baja california Sur, Mexico. *Oryx*. 46(1): 69-77.
- Ramírez-Rodríguez M, de la Cruz Agüero G, Marín-Monroy EA., Ojeda de la Peña M y G Ponce-Díaz. 2010. Estudio sobre la caracterización socioeconómica y pesquera del área del Golfo de Ulloa, Baja California Sur. *CICIMAR-IPN SEMARNAT*. 112 pp.

ANEXO VIII. Corrientes y oceanografía superficial

**Variabilidad de corrientes superficiales, anomalías del nivel del mar y
productividad primaria neta del Golfo de Ulloa B.C.S.**

Por: Eduardo González Rodríguez

CICESE/UABCS

Contenido

Introducción	3
Antecedentes	4
Métodos	6
Área de estudio	6
Telemetría satelital	7
Altimetría	7
Productividad primaria neta (PPN)	8
Flotadores de deriva superficial	9
Resultados	10
Anomalías del nivel del mar (ANM)	10
Corrientes geostróficas	12
Productividad primaria neta (PPN)	13
Series de tiempo de las anomalías	14
Corriente superficial	14
Anomalía de nivel de mar	16
Productividad primaria neta	16
Flotadores de deriva superficial, base mundial	17
Flotadores de deriva superficial, datos locales	18
Discusiones	20
Referencias	22

Introducción

El uso de la telemetría satelital posee ventajas sobre los muestreos *in situ*. De particular importancia es el que pueden medir variables de interés sobre grandes extensiones geográficas en resoluciones temporales de uno a pocos días de diferencia, ello a escalas espaciales que van de pocos metros hasta un grado de resolución. Ello permite obtener series de tiempo de alguna variable particular, las cuales ayudan a determinar posibles desviaciones de los patrones típicos usualmente encontrados.

Dichas desviaciones pueden deberse a un gran número de causas, como pueden ser fenómenos ambientales, alteraciones antropogénicas, entre otras. Sin embargo, lo importante es su detección, para con ello definir su extensión, intensidad y duración, y con ello poder definir posibles efectos sobre un sistema dado. El presente trabajo implicó el uso de la telemetría satelital a lo largo de la costa occidental del estado de Baja California Sur, en específico en el Golfo de Ulloa, para mostrar el patrón climatológico de la corriente superficial, las anomalías de nivel de mar y la productividad primaria. Asimismo se presenta una serie de mapas de una región promediada para las mismas variables, a la cual se le calculó las anomalías mensuales.

Las observaciones contenidas en este reporte, para los mapas de altimetría y corrientes geostróficas están basadas en archivos de 7 días y abarcan toda la información disponible de octubre 1992 a agosto de 2013, asimismo cubren toda la franja costera hasta más de 50 km afuera de la costa. Por su parte los datos de productividad primaria neta corresponden a datos mensuales a partir de julio de 2002 a agosto de 2013.

Con toda la información disponibles se construyó una base de datos para cada variable, las cuales se promediaron mensual y estacionalmente; con ello se construyeron mapas de cada mes y estación del año. Con la intención de estudiar las variaciones de largo plazo se calcularon las anomalías de una región costera cerca de Punta Eugenia, promediando todos los pixeles con información válida para dicha región con lo cual se obtuvieron series de tiempo para cada una de las 3 variables (anomalía del nivel del mar, corrientes geostróficas y productividad primaria neta).

Adicionalmente se construyeron 7 flotadores de deriva, para medir la circulación superficial dentro del Golfo de Ulloa y compararla con la de la base mundial de flotadores y los datos de circulación derivados del programa AVISO.

Antecedentes

El Golfo de Ulloa (Figura 1) es uno de los dos mares de plataforma continental de la costa occidental de la península de Baja California. Debido al fenómeno de surgencia costeras que ocurre en varios sitios del Golfo de Ulloa, ha sido identificado como un punto caliente para especies de importancia ecológica y económica que habitan en el Sistema de la corriente de California. Estas incluyen atún, tiburones, tortugas, aves y ballenas. En particular, el juvenil de la tortuga amarilla (*Caretta caretta*) es único en cuanto a que se encuentran aquí durante todo el año y, además, permanece agregados muy cerca de la costa por décadas antes de regresar a sus playas natales de Japón a reproducirse (Wingfield et al., 2011).

Las surgencias costeras en el Golfo de Ulloa son producidas por el efecto del viento que sopla paralelamente de norte a sur a lo largo de la costa occidental. Éstas pueden ocurrir en cualquier época del año pero son más intensas de abril a julio. Zaytsev et al. (2003) reporta dos zonas de surgencia, la primera en una franja de unos 100 km de Punta Eugenia hacia el sur y la segunda afuera de la franja de Cabo San Lázaro a la entrada a Bahía Magdalena. La presencia de estas dos zonas de surgencia convierte al Golfo de Ulloa en un mar muy productivo.

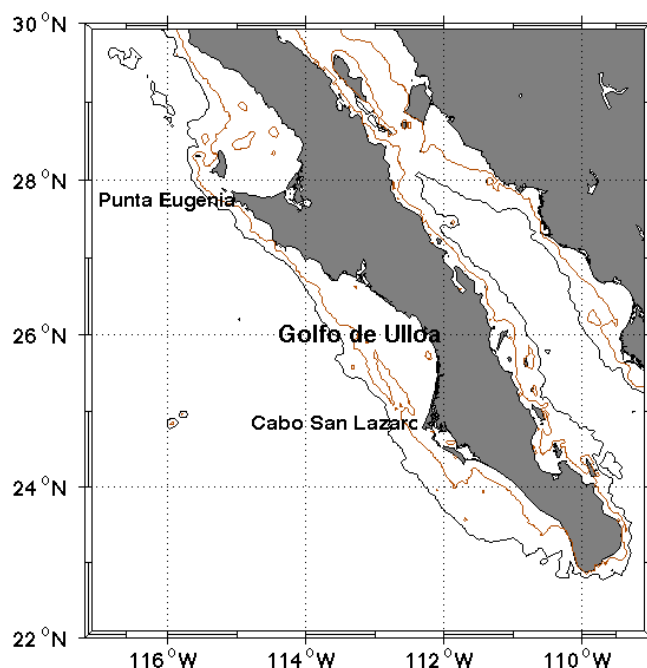


Figura 1. El Golfo de Ulloa. Las isobatas de 200 y 1000 m se dibujaron en color café y negro respectivamente.

Señales remotas, como las corrientes costeras se han identificado a lo largo de la costa oeste de América del Norte. Por ejemplo *Kim, et al. (2013)* recientemente reportan un ejemplo afuera de las costas del norte de California. La existencia de flujos hacia el polo en la costa occidental de Baja California fue reportada por *Herrera-Cervantes et al. (2007)*. Ellos encuentran una señal que se propaga hacia el polo en TSMs obtenida de imágenes satelitales. Esta señal alcanza la entrada al Golfo de California al final de la primavera y continua a lo largo de la costa occidental de Baja California con un pequeño retraso. *Durazo et al. (2010)* describen su influencia en el extremo sur de la Corriente de California. Ellos observan un incremento en la salinidad superficial cerca de la costa y mencionan la posible advección de aguas tropicales dentro de un chorro costero hacia el polo. *González-Rodríguez et al. (2012)* usan imágenes satelitales de MODIS y modelos de productividad primaria para describir la variabilidad del Golfo de Ulloa. Estos autores responsabilizan a este flujo costero hacia el polo por la inhibición de la productividad en todo el golfo, durante el verano.

Por otra parte, se ha establecido por medio de rastreo satelital que los juveniles de la

tortuga amarilla (*Caretta caretta*) se distribuyen a lo largo del Pacífico norte, pero se concentran en las costas de Baja California Sur, aprovechando la riqueza y abundancia de alimento del Golfo de Ulloa (Peckham *et al.*, 2011). Estas tortugas, todas juveniles, permanecen alimentándose cerca de la costa hasta que están listas para reproducirse, aproximadamente a los 35-50 años de edad (Peckham *et al.*, 2011). Otros estudios confirman que las tortugas amarillas se concentran en éste sitio como en ningún otro lugar del Pacífico; debido a esto y con base en los criterios del instituto nacional de ecología (INE), el área representa el hábitat crítico más importante en el Pacífico norte para esta población; además, según la ley general de vida silvestre, la zona califica para área de refugio de la vida silvestre (DOF, 2011).

Desafortunadamente el estatus de la población de la tortuga amarilla presenta una disminución drástica en los últimos años, los registros más recientes contabilizaron menos de 2,000 individuos anidando anualmente en las costas de Japón (Conant *et al.*, 2009), mientras que reportes locales indican una mortalidad inusual de individuos en las costas del Golfo.

En vista de la importancia de la alta productividad en el Golfo de Ulloa y a la problemática que se presenta en la población de tortugas amarillas, y aunado a la escasez de estudios sobre circulación costera en la zona, el presente estudio propone mejorar el conocimiento en las variaciones sobre nivel del mar, corrientes superficiales y de la productividad primaria neta en diferentes escalas de tiempo, principalmente por medio de datos de telemetría satelital y flotadores de deriva.

Métodos

Área de estudio

El Golfo de Ulloa está limitado al norte por Punta Eugenia (27- 50.5° N, 115- 5° W), al sur por Cabo San Lázaro (24- 47.6° N, 112- 18.3° W) y al oeste por la isobata de 200 m de profundidad (Figura 1). El golfo cubre un área de alrededor de 20x103 km², comparable en tamaño con el otro mar de plataforma, la Bahía de Sebastián Vizcaíno, que se encuentra al norte de Punta Eugenia, en esta misma costa. Para efectos de este estudio, el área de estudio se definió entre los 110-118° O y los 22-30° N (

Figura 2). Ello con la finalidad de cubrir el Golfo de Ulloa y las regiones oceánicas circunvecinas que pudieran tener influencia sobre dicha región. Para el cálculo de las series

de tiempo de las variables de anomalías del nivel del mar (ANM), corrientes geostróficas (GEO) y la productividad primaria neta PPN) se definió un cuadrante entre los 113-114° O y los 26-27° N (

Figura 2) y se promediaron todos los pixeles con información válida dentro de dicho cuadrante para tener un dato a lo largo del tiempo.

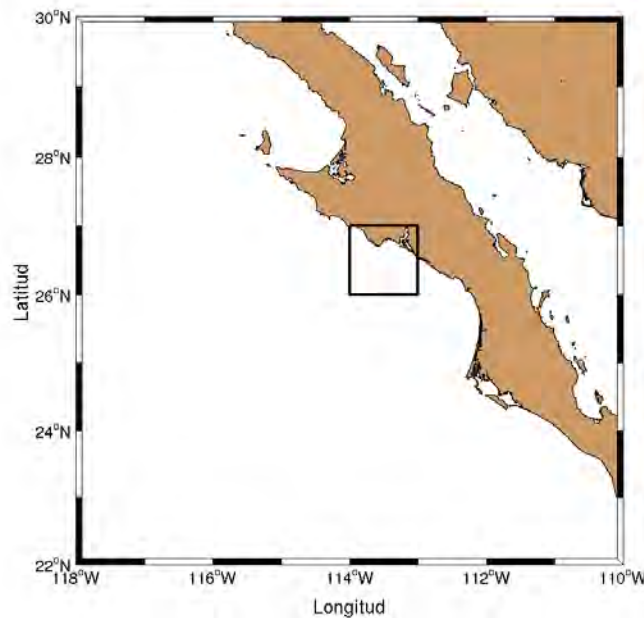


Figura 2. Área de estudio, el cuadro en la parte norte del Golfo de Ulloa representa la zona donde se extrajeron los datos para las series de tiempo de cada variable y se liberaron los flotadores.

Telemetría satelital

Altimetría

En este rubro se utilizaron los datos satelitales para medir las **anomalías del nivel del mar** (ANM) del proyecto multi-satélite Salto-DUACS correspondiente al llamado programa AVISO (<http://www.aviso.oceanobs.com/en/data/product-information/duacs/>) los archivos son globales de nivel 3 y se encuentran en formato NetCDF. Los archivos presentan las anomalías de nivel de mar respecto del geoide terrestre en centímetros, en la escala espacial tienen una resolución de aproximadamente 25 km² por pixel, mientras que en la escala temporal se utilizaron compuestos de 7 días esto para toda la información disponible del programa AVISO, de octubre de 1992 a agosto de 2013.

Los vectores de la **corriente geostrófica** (GEO) se basan en las mediciones de la

topografía dinámica absoluta derivadas del satélite. Se descargó toda la información disponible del programa AVISO con una resolución en la escala temporal de 7 días y de aproximadamente 33 km². Los archivos contienen los datos de los dos componentes zonal y meridional y su resultante representa la velocidad de la corriente superficial, expresado en centímetros por segundo.

Productividad primaria neta (PPN)

Los datos de PPN no son tomados directamente por el satélite, sino derivados de mediciones de clorofila satelital y otras variables del satélite MODIS a 4 km² de resolución espacial. Estos datos son el insumo para el modelo de Behrenfeld y Falkowski (1997) y son generados por el grupo “ocean productivity group” de la universidad estatal de Oregon, E.U. (<http://www.science.oregonstate.edu/ocean.productivity/>), los archivos son globales de nivel 3 y se encuentran en formato HDF. Los archivos presentan la PPN calculada en gramos de carbono por metro cuadrado por día (mg C m⁻² día⁻¹). La resolución temporal de los datos fue de compuestos mensuales para los mapas y compuestos de 8 días para las series de tiempo, esto para todo el periodo que abarca la misión, de junio de 2002 a octubre de 2013.

Tanto para el caso de los archivos de altimetría y los de PPN en formato NetCDF y HDF respectivamente, el nivel 3 significa que son globales y que se encuentran corregidos atmosféricamente y geo-referenciados. Dichos archivos se leyeron digitalmente de manera individual seleccionando únicamente la región de interés (

Figura 2), y se construyó una base de datos y se calcularon promedios mensuales y estacionales.

Con los promedios mensuales se generaron compuestos climatológicos, tanto mensuales como estacionales, esto con la intención de representar los patrones típicos de cada una de las variables de forma sinóptica.

Para la creación de las series de tiempo se promedió el área mencionada previamente (ver Figura 2) para obtener un dato mensual. A cada serie se le calcularon las anomalías restando a cada dato de la serie de tiempo su media correspondiente. Para establecer los límites del intervalo de confianza (IC), donde las fluctuaciones se encuentren dentro de la variación normal, se calculó el intervalo de confianza de la desviación estándar para el rango

de distribución del 95% de los datos, considerando solamente el límite superior (Zar, 2010), como sigue:

$$IC_{\sigma, sup} = \sqrt{\frac{(n-1)s^2}{\chi^2_{\alpha/2, n-1}}}$$

Donde:

n = número de observaciones.

s^2 = variancia.

χ^2_{α} = El valor de ji cuadrada al nivel α .

$\alpha = 0.05$ (nivel de significancia).

Para el caso particular de los datos de GEO se calcularon los promedios para cada uno de los dos componentes (zonal y meridional) de la corriente y después de calcularon los vectores resultantes. Todas las series se fueron filtradas mediante el filtro de Lanczos de paso bajo (Emery y Thomson, 2004) con una ventana equivalente a 3 meses, ello con la intención de dejar destacar principalmente la señal estacional y obviar señales menores de menor periodo.

Flotadores de deriva superficial

Se descargaron los datos de la base mundial de flotadores de la NOAA (GDP Drifter Data Assembly Center, <http://www.aoml.noaa.gov/phod/dac/dacdata.php>) con la intención de conocer la circulación presente en la zona de manera histórica (1992-2012).

Adicionalmente a lo anterior, y para detectar la circulación *in situ* de forma reciente, se construyeron 5 flotadores superficiales de deriva para medir la velocidad y dirección de la corriente. A dichos flotadores se les incorporó el sistema de monitoreo por GPS de la compañía SPOT generación 3 (<http://la.findmespot.com/sp/>). Los GPS-SOPT3 contenidos dentro de los flotadores fueron programados para medir posiciones cada hora. Estos flotadores se liberaron al norte del Golfo de Ulloa, frente a Punta Abreojos, dentro del cuadro mostrado en la Figura 3 el día 18 de febrero de 2014.

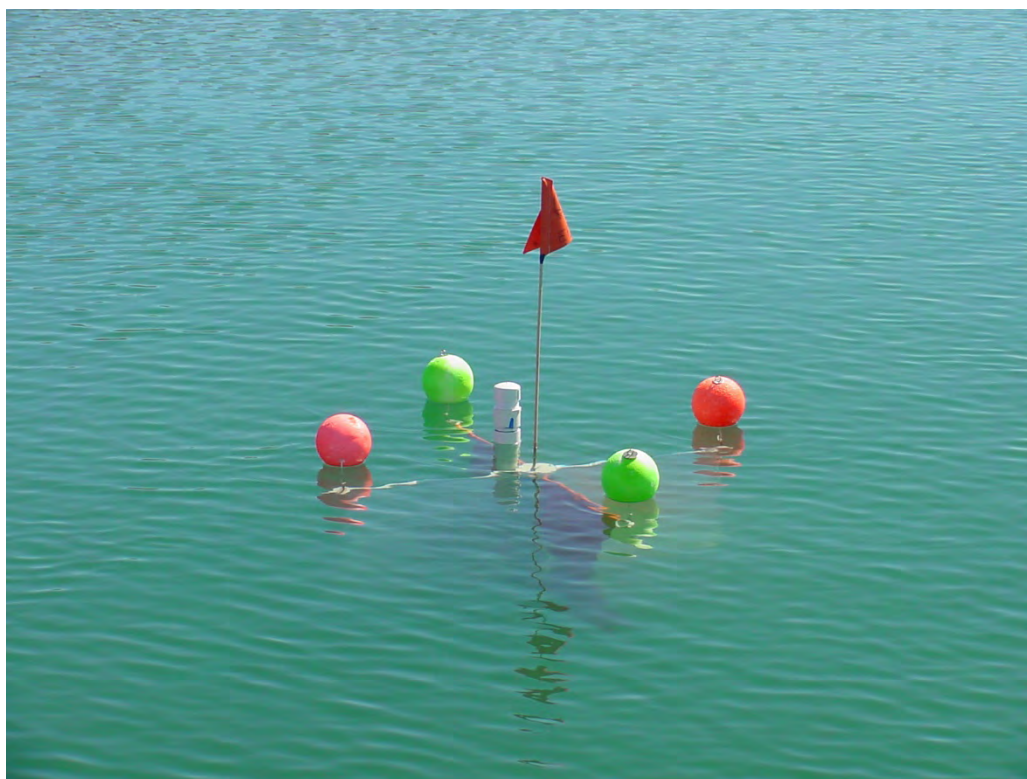


Figura 3. Ejemplo de flotador de deriva superficial construido para medir la corriente.

Resultados

En vista que la información satelital con la que se construyó la base de datos es de varios Gigabites de información y el número de imágenes alcanza los varios cientos entre los compuestos de 8 días, los mensuales y los estacionales. Para efectos del presente reporte sólo se presentan los resultados climatológicos mensuales y estacionales, sin embargo los mapas individuales para cada compuesto están disponibles en una base de datos externa.

Anomalías del nivel del mar (ANM)

En la Figura 4 se presentan los resultados de los mapas climatológicos mensuales para las ANM los cuales se presentan en un rango de -10 a 10 cm con respecto del geoide. En la zona costera se notan dos patrones definidos de anomalías negativas de febrero a julio y positivas de agosto a enero. Febrero y julio son los meses en donde las anomalías negativas son menores con valores menores a 3 cm, mientras que en abril y mayo se presentan los valores negativos con valores por debajo de los -6 cm. Respecto a las anomalías positivas, los

meses de enero y julio son los que presentan los valores mas bajos, menores a 2 cm, mientras que los meses de septiembre a noviembre fue donde se presentaron los valores más altos, por encima de los 6 cm. El patrón anterior deriva de la advección de aguas cálidas del sur y a procesos de expansión térmica del agua por las temperaturas de verano y otoño. Se observa durante noviembre y diciembre comienza a debilitarse el dominio de anomalías positivas y comienza a cambiar hacia negativas, proceso que se alcanza en el mes de enero, donde se observa el último remanente de anomalías positivas a lo largo de la costa y dando inicio al dominio de las anomalías negativas que durará hasta el mes de julio.

Tradicionalmente, los valores de ANM se han asociado a las condiciones de la temperatura superficial del mar (TSM), en este sentido las variaciones de las anomalías corresponden con los meses en donde se presentan los valores mínimos y máximos de TSM en la zona y que corresponden al sentido de la corriente presente en la región (González-Rodríguez, *et al.*, 2012).

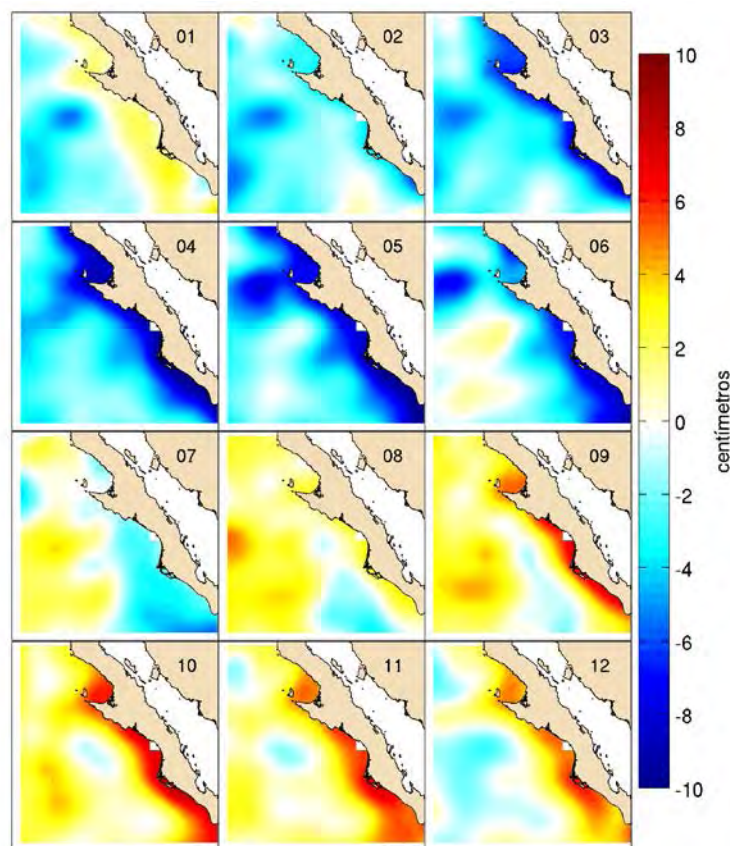


Figura 4. Climatologías mensuales de anomalías del nivel del mar (ANM) periodo 1992-2013, datos del

programa AVISO. Los números indican el mes climatológico.

Corrientes geostróficas

Los mapas con la climatología mensual indican que la velocidad máxima de la corriente superficial en la zona es de 15 cm s⁻¹, mientras que los valores mínimos están en el orden de 1 cm s⁻¹ (

Figura 5). De manera general se observa una corriente que fluye paralela a la costa con dirección hacia el sur (asociada a la Corriente de California) de enero a junio y en julio se separa de la costa y fluye de forma más oceánica. Se intensifica a partir de marzo (entre 8 y 13 cm s⁻¹), alcanzando un máximo de abril a mayo (15 cm s⁻¹). Dicha corriente se extiende a lo largo de la península, debilitándose conforme se mueve al sureste. En junio-julio, en la parte más al sur, se nota la presencia de un flujo costero con dirección norte, este flujo se intensifica y fluye hacia el norte cubriendo toda la región del Golfo alcanzando su máxima velocidad en septiembre y octubre (13 cm s⁻¹). Dicho flujo interactúa con la Corriente de California formando meandros y giros lo que dificulta encontrar patrones claros de circulación superficial en la zona. Este flujo con dirección norte se debilita en el mes de noviembre (10 a 11 cm s⁻¹), pero se mantiene hasta diciembre (6-10 cm s⁻¹), desapareciendo por completo en enero, cuando la Corriente de California comienza a intensificarse en el norte dando inicio a este patrón estacional de comportamiento.

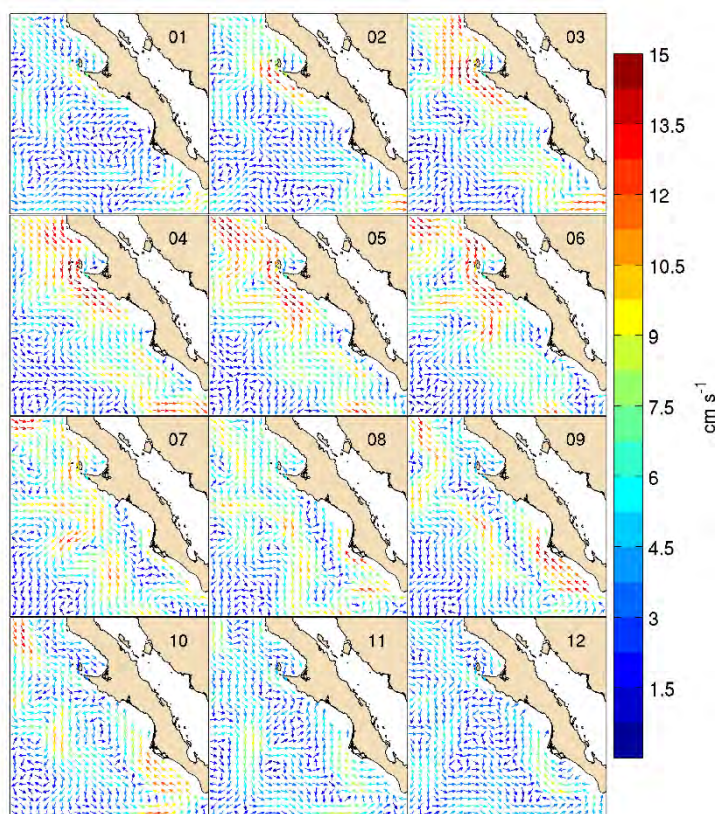


Figura 5. Climatología mensual de la corriente superficial derivada la topografía dinámica absoluta periodo 1992-2013, datos del programa AVISO. Los números indican el mes climatológico.

Productividad primaria neta (PPN)

La climatología mensual de la PPN (Figura 6) muestra que los niveles mínimos están muy cercanos a $0 \text{ mg C m}^{-2} \text{ día}^{-1}$, en las zonas oceánicas y $> 800 \text{ mg C m}^{-2} \text{ día}^{-1}$ en la zona costera. Generalmente los procesos de enriquecimiento en la región obedecen a los procesos de surgencia derivados de viento paralelo a la costa y que están asociados a la presencia de la Corriente de California en los meses de verano, como se vió en la

Figura 5. Generalmente, en la costa, los meses menos productivos son de diciembre a enero (asociado al flujo tropical con dirección al norte), con niveles de productividad de 700 a $1500 \text{ mg C m}^{-2} \text{ día}^{-1}$. A partir de febrero se observa un enriquecimiento de aguas a lo largo de la costa ($\sim \text{mg C m}^{-2} \text{ día}^{-1}$), que comienza a incrementarse mes con mes, alcanzando valores de $> 4000 \text{ mg C m}^{-2} \text{ día}^{-1}$ de marzo a julio a lo largo de la costa en el Golfo de Uluja. Estos altos niveles de PPN comienzan a declinar en agosto y así continúan hasta el mes de enero, para comenzar con este patrón estacional. La PPN alcanza su mayor extensión meridional

respecto de la costa durante los meses de mayo y junio, mientras que su menor extensión es en el mes de diciembre.

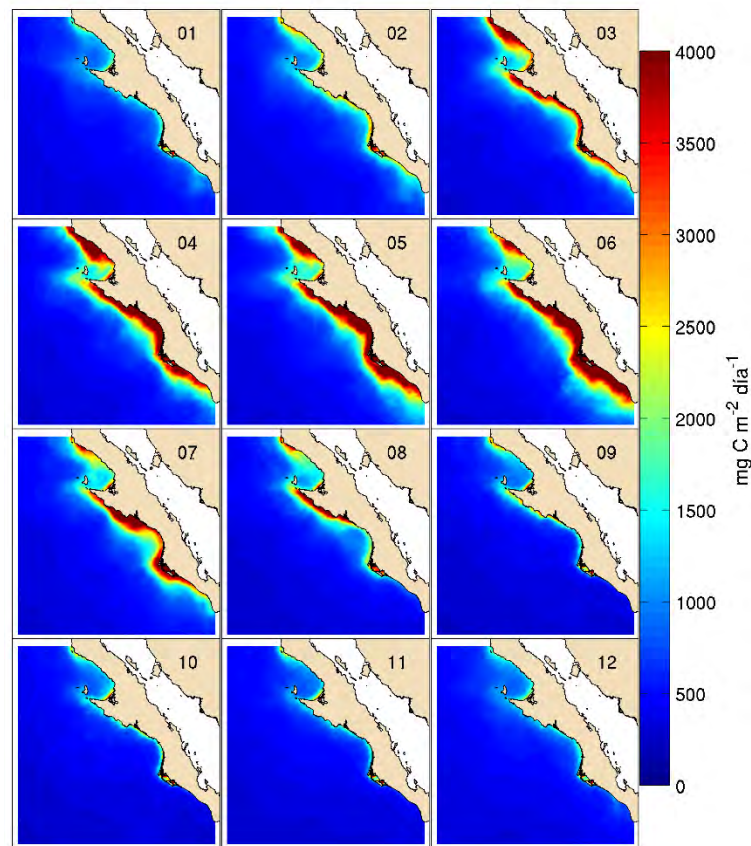


Figura 6. Climatología de la productividad primaria neta calculada estimada mediante el modelo de Behrenfeld y Falkowski (1997), periodo 2002-2013. Los números indican el mes climatológico

Series de tiempo de las anomalías

A continuación se presentan los resultados de las series. Para efectos del presente reporte sólo se presentan y se describen los resultados de las series de las anomalías. El objetivo de esto es mostrar las variaciones que se presentaron a lo largo del periodo y que no corresponden a las variaciones estacionales presentes en la zona.

Corriente superficial

En la Figura 7 se muestra la serie de las anomalías de la corriente superficial para el periodo de 1992 a 2013. Las barras azules representan los vectores resultantes de las anomalías positivas (corriente con dirección norte) y las verdes las negativas (corriente con dirección sur). En teoría las barras azules deberían ser siempre positivas, al igual que las

verdes deberían ser siempre negativas, sin embargo en ambos casos hay ocasiones a lo largo del periodo donde esto no ocurre. Esto es indicativo de la presencia de fenómenos ambientales que ocasionaron que los flujos hacia el norte o hacia el sur fluyeron en dirección contraria a la esperada. Los límites del intervalo de confianza IC fueron de $\pm 10.45 \text{ cm s}^{-1}$, las barras por encima o debajo de estos límites indican la presencia de eventos extremos que ocasionaron que los flujos fueran en la dirección correspondiente pero con una intensidad mayor a lo esperado en ese punto en el tiempo. En este sentido, a lo largo de la serie tenemos dos tipos de efectos en las anomalías, los que provocan que los flujos inviertan su dirección y los que provocan que los flujos sean más intensos en la dirección adecuada. Dos ejemplos claros de esto se pueden apreciar durante 1997-1998 (intenso) y 2008-2009 (moderado). En 1997 la presencia del evento El Niño, observado en dichos años, contribuyó a que el flujo hacia el norte fuera mucho mas intenso y por más tiempo con anomalías por encima los 25 cm s^{-1} , mientras que en 1998 el evento de La Niña provoco que el flujo hacia el norte no se presentara y en su lugar hubiera un flujo con dirección sur. Estos dos mismos eventos, pero con menor intensidad, se presentaron en 2008 y 2009. El resto de la serie presenta oscilaciones un tanto estacionales que varían solo en intensidad. En lo que respecta a las anomalías negativas, se observa que hubo varios eventos que ocasionaron que los flujos hacia el sur fueran más intensos de lo norma, esto para los años 1994, 1995 1998, 2004 y uno excepcionalmente intenso en 2012 con una intensidad cercana a los 20 m s^{-1} . Este último no ha podido asociarse a algún evento ENSO presente en la zona.

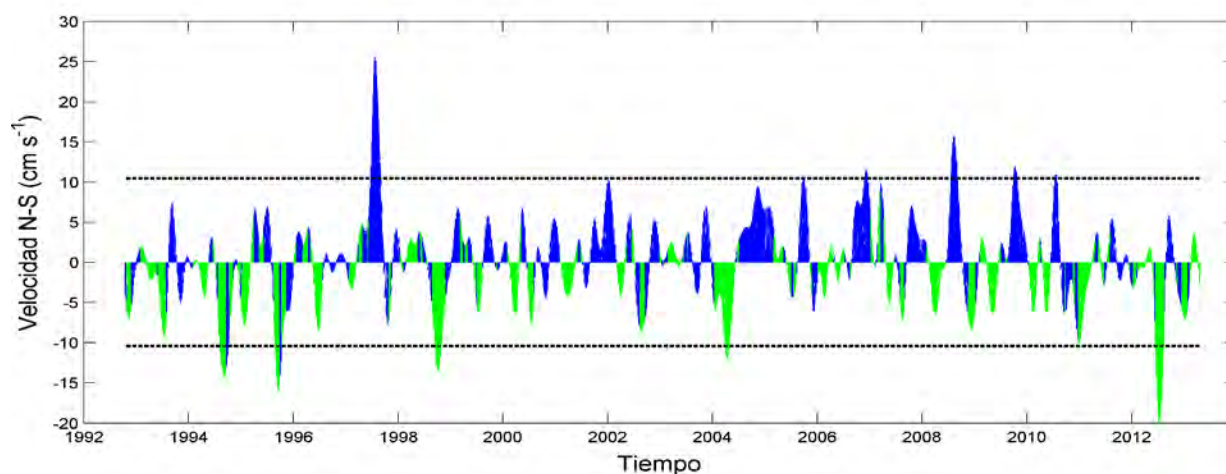


Figura 7. Serie de tiempo de las anomalías positivas y negativas de la corriente superficial para el periodo de 1992 a 2013. Las líneas punteadas horizontales representan los límites del intervalo de confianza (IC) de las anomalías a lo largo del periodo.

Anomalía de nivel de mar

Las anomalías del nivel de mar muestran generalmente un patrón cíclico, muy apegado a la estacionalidad (Figura 8). De ello la razón de quitarle el componente estacional mediante la obtención de las anomalías mensuales y la aplicación del filtro. Los límites del IC fueron de 7.71 cm representando los límites que son consideradas parte de la fluctuación normal de la serie. En este sentido en 1997, asociado al evento El Niño, se nota una anomalía positiva muy intensa (color rojo), cerca del orden de los 20 cm. En los años 2007 y 2011 se presentaron dos anomalías negativas (color rojo) poco intensas, menores a los 9 cm. Las barras de color azul indican los valores que son considerados normales en la variación de las ANM a lo largo del periodo de estudio.

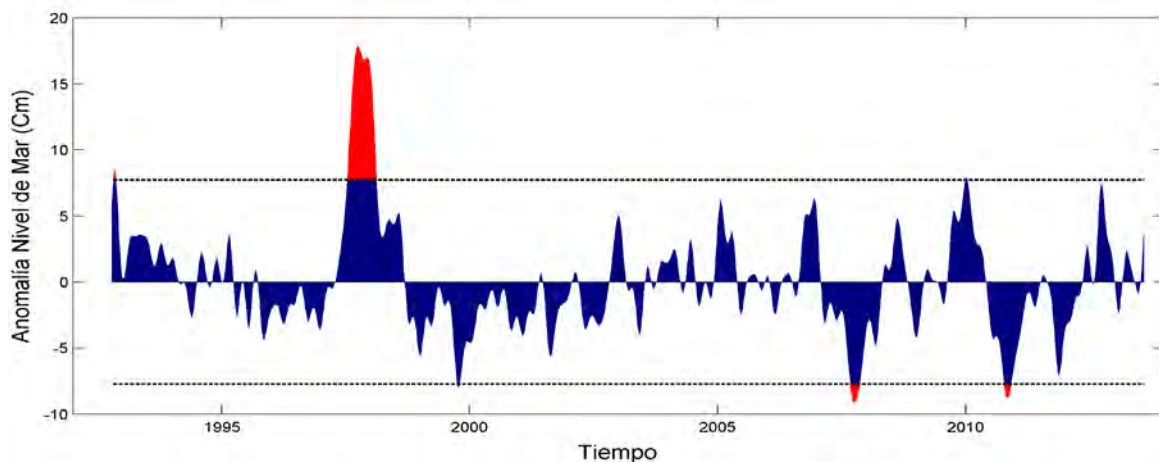


Figura 8. Serie de tiempo de las anomalías del nivel de mar para el periodo de 1992 a 2013. Las líneas punteadas horizontales representan los límites del intervalo de confianza (IC) de las anomalías a lo largo del periodo. Las puntas de color rojo indican valores fuera de lo normal en el periodo.

Productividad primaria neta

La Figura 9 muestra las anomalías de la PPN, se muestra de manera general que la productividad presenta oscilaciones no mayores a $500 \text{ mg C m}^{-2} \text{ día}^{-1}$ con respecto del promedio, salvo periodos particulares en donde la presencia de fenómenos locales modifica las variaciones de PPN. Los límites del IC, de $\pm 955 \text{ mg C m}^{-2} \text{ día}^{-1}$, indican la presencia de variaciones positivas fuera de los límites en 2003, 211 y 2013, y en el sentido negativo en 2007, 2010 y 2011. Enfatizando en los últimos años, durante 2010 se presenta una caída en la

productividad mayor a los $1000 \text{ mg C m}^{-2} \text{ día}^{-1}$, que se contrasta con un incremento cercano a los $1500 \text{ mg C m}^{-2} \text{ día}^{-1}$ durante el 2011 y a los $1000 \text{ mg C m}^{-2} \text{ día}^{-1}$ a principios del 2012, para presentar a finales de este mismo año una caída cercana a los $1000 \text{ mg C m}^{-2} \text{ día}^{-1}$ que encuentra un repunte hasta mediados del 2013. En estos años se ha detectado por medio de imágenes de temperatura superficial enfriamientos anómalos en la zona, y pudiera ser la causa de los valores extremos en las anomalías, pero estos datos no han sido publicados a la fecha y es necesario hacer mas estudios al respecto.

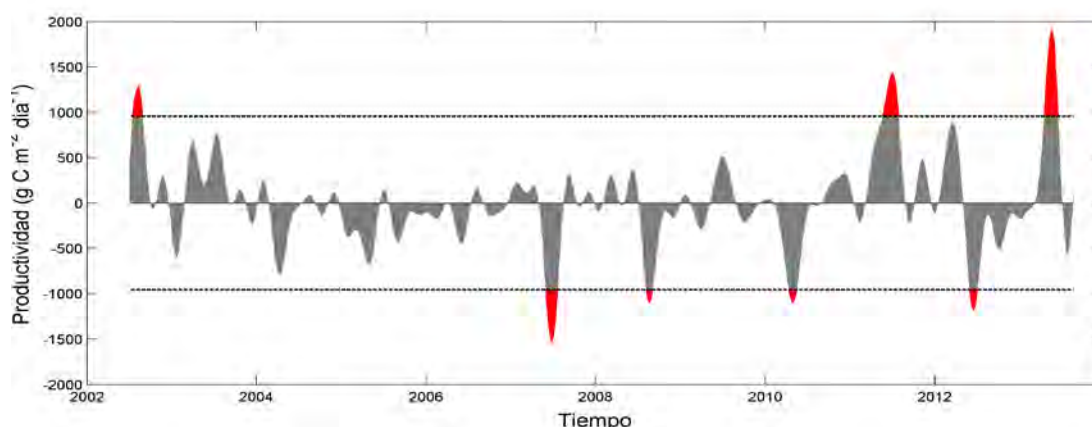


Figura 9. Serie de tiempo de las anomalías de la productividad primaria neta para el periodo de 2002 a 2013. Las líneas punteadas horizontales representan los límites de la variación normal de las anomalías a lo largo del periodo. Las puntas de color rojo indican valores fuera de lo normal en el periodo.

Flotadores de deriva superficial, base mundial

Al consultar los datos la base mundial de flotadores de deriva superficial de la NOAA (GDP Drifter Data Assembly Center, <http://www.aoml.noaa.gov/phod/dac/dacdata.php>) para el periodo comprendido entre 1988 y 2012, se encontró que existen datos de 81 boyas que fueron liberadas o derivaron dentro de la zona comprendida de los 22 a 30°N y los -117.5 a -109°O (Figura 10). De estos 81 flotadores, 2 de ellos están en los límites del Golfo de Ulloa inmediatamente después de la plataforma continental. El flotador restante es el único que está claramente dentro del Golfo de Ulloa con dirección hacia el norte en las inmediaciones al norte de Bahía Magdalena (rectángulo negro, Figura 10), sin embargo se tiene la sospecha de que la trayectoria de dicha boya no fue una consecuencia de la circulación en la zona ya que el patrón de circulación no corresponde con el sentido de la corriente para la época del año (abril) en que se ubicó dicha trayectoria. Adicionalmente, al hacer un acercamiento sobre la

trayectoria de la boya esta presenta un comportamiento muy singular, no correspondiente a circulación de corrientes, sino a un efecto que podríamos considerar artificial, lo que nos indica que el flotador fue “capturado” (tal vez por un pescador) y, por lo tanto, la trayectoria no puede ser considerada como un patrón de circulación normal dentro del Golfo.

Cabe destacar que el origen de las trayectorias de los flotadores fue fuera del Golfo de Ulloa y ninguna entró a la parte de la plataforma continental, que es propiamente el golfo. Esta ausencia de información en la circulación del Golfo de Ulloa (sin considerar los datos de telemetría satelital) es lo que hace indispensable la liberación de flotadores dentro del Golfo.

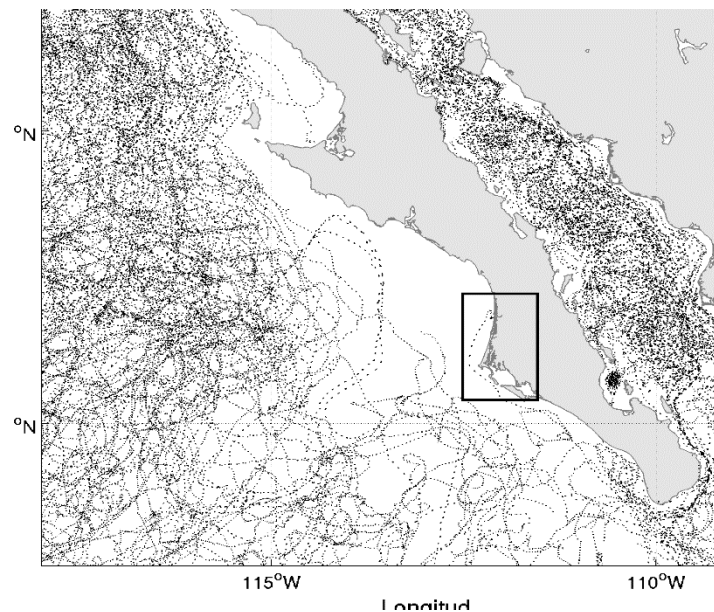


Figura 10. Imagen con las rutas seguidas para todas las boyas de deriva encontradas en la base mundial de flotadores de la NOAA. Se presentan las observaciones para el periodo de 1988 a 2012. El cuadro indica la trayectoria de la única boya dentro del Golfo de Ulloa.

Flotadores de deriva superficial, datos locales

Se liberaron 5 flotadores de deriva en las inmediaciones de Punta Abreojos al norte del Golfo de Ulloa (cuadro, en la Figura 2) el día 18 de febrero de 2014. Desafortunadamente por razones técnicas no especificadas por el fabricante, los localizadores GPS SPOT 3 descargaron las baterías de forma inusualmente rápida. Esto ocasionó que los flotadores transmitieran datos por pocos días, entre 3 y 10. En la Figura 11 se muestran las trayectorias de los 5 flotadores liberados al norte del Golfo de Ulloa, frente a Punta Abreojos.

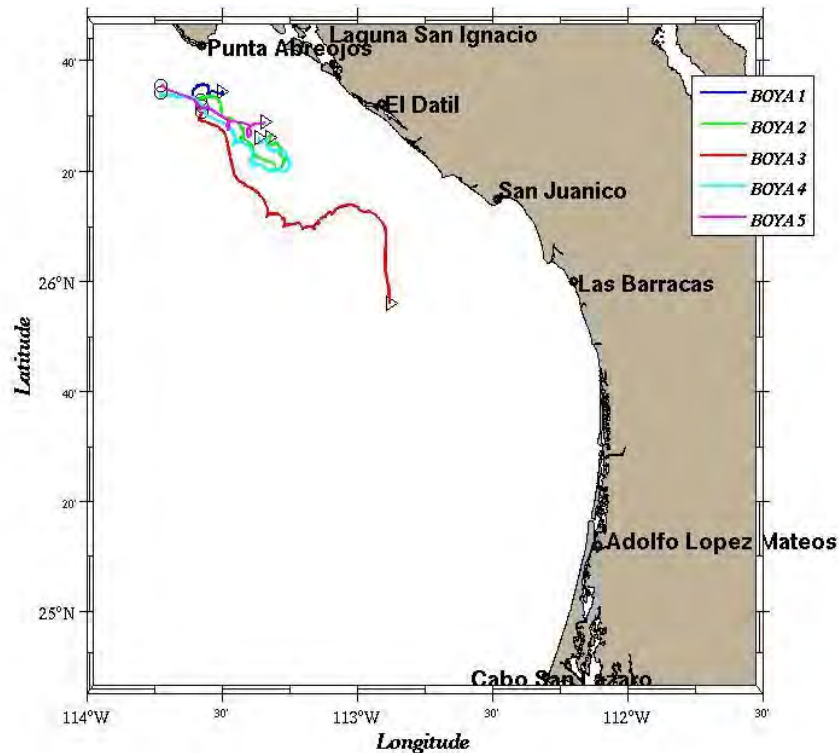


Figura 11. Trayectorias recorridas por las 5 boyas de deriva liberadas al norte de Golfo de Ulloa, frente a Punta Abrejos.

Los datos indican que la corriente predominante en el invierno se dirige claramente hacia el sur a lo largo de toda la costa (Figura 5). Las corrientes invernales son intensas y alcanzan valores máximos cercanos a 0.5 m s^{-1} . Cuando el viento es débil la corriente debido a la marea es dominante y tiene valores típicos de 0.3 m s^{-1} (aproximadamente 1 km h^{-1}), los valores mínimos fueron de 0.15 m s^{-1} . Esta significa, considerando la velocidad promedio, que una partícula, sedimentos o cualquier otra cosa flotando sobre la superficie del mar en la costa de Punta Abrejos tardarían una hora en recorrer un kilómetro. Sin embargo, estos valores sólo son válidos para el invierno, en específico para el mes de febrero y no significan que se desplazaran en línea recta. Como se puede apreciar en la Figura 5 ninguna de las 5 boyas se desplazó directamente hacia el sur, la 1, 2 y la 4 describieron al menos un giro. La boya 3 (la que recorrió mayor distancia) describió un desplazamiento en términos netos hacia el sur, pero en algún momento se dirigió hacia el norte para después volver hacia el sur.

El comportamiento anterior, claramente indica que a pesar de que la corriente y el viento fluyan en dirección hacia el sur, hay momentos en que la marea u otro aspecto local influye en

la velocidad y dirección de los flotadores superficiales.

En la tabla 1 se concentra la información de todas las boyas, se incluye información del punto de liberación, velocidades mínimas y máximas (en cm s^{-1}), así como el número de días en que hubo transmisión de datos.

Tabla 1. Datos de las 5 boyas, se incluye la posición inicial en latitud y longitud, velocidades mínimas y máximas (cm s^{-1}) y número de días de transmisión de datos.

No. Flotador	Longitud oeste	Latitud norte	Vel. Mínima (cm s^{-1})	Vel. Máxima (cm s^{-1})	Días
1	26° 32.798'	113° 33.201'	16	25	3
2	26° 31.792'	113° 34.334'	17	50	8
3	26° 30.776'	113° 34.425'	15	44	10
4	26° 35.391'	113° 43.466'	18	35	7
5	26° 34.116'	113° 44.062'	15	30	5

Discusiones

El presente trabajo permite conocer de manera general los patrones de circulación, nivel de mar y productividad primaria neta imperantes en la costa occidental de la península de Baja California Sur. Ello es de gran utilidad sobre todo para establecer patrones típicos y situaciones atípicas. Es decir, si se compara las climatologías obtenidas con algún periodo reciente o pasado es posible determinar si existieron desviaciones consideradas no normales con respecto de lo que usualmente sucede.

Los resultados de las climatologías para el caso de la corriente superficial (GEO) son consistentes con los reportados por González-Rodríguez *et al.* (2012) para la misma zona, aunque estos autores sólo consideraron 5 años de información (2003-2007). Estos mismos autores hicieron un análisis de componentes harmónicos para identificar la periodicidad de las oscilaciones, concluyendo que ésta es dominada por una señal estacional, es en este sentido donde identificar anomalías a lo largo del período es importante porque indican el efecto de variaciones inusuales que alteran la circulación, el nivel del mar y la productividad en la zona. Respecto a las anomalías, se identificaron dos muy claras en la GEO, una en 1998 y otra en 2012 (Figura 7), la primera también se presentó en la serie de las anomalías del nivel de mar

(ANM) y se puede asociar al evento del fenómeno de El Niño 1997-1998 que ha sido ampliamente documentado; debido a la cobertura temporal de los datos esto no pudo ser determinado por la serie de productividad primaria neta (PPN). Sin embargo la anomalía de 2012 observada en la serie de GEO (y no reflejada en la serie de ANM) coincide con una anomalía negativa en la PPN, esto indica que en ese año hubo un patrón de circulación local con aguas inusualmente cálidas que inhibió la PPN en la región del Golfo de Uloa. Seguramente la baja PPN en 2012 tuvo un efecto en la productividad en toda la zona, pero eso no puede ser determinado estos datos, es necesario incluir mediciones biológicas de la zona para ese período de tiempo.

Los datos de PPN son sumamente útiles porque indican tanto los niveles como las variaciones de la productividad a lo largo del período. Al compararla con la GEO se corrobora que los altos niveles de PPN están en concordancia cuando el sentido de la corriente es hacia el ecuador, indicando la presencia de la corriente de California, y que al ser combinada con las surgencias locales (González-Rodríguez *et al.*, 2012) le proporciona al Golfo de Uloa las condiciones ideales para convertirla en una zona de una gran producción biológica (Lluch-Belda, 2000). Cuando eventos, ya sea en la escala locales o de escala temporal mayor a la estacional se presentan en la zona (de forma individual o combinados) su efecto se refleja en las anomalías inusualmente intensas y pueden tener efectos negativos como en 2012 o positivos como en 2011 y 2013 (Figura 9). Cabe señalar que identificar estos eventos es sumamente difícil y predecirlos es completamente imposible, por lo que en muchas ocasiones no es posible explicar las causas en los niveles y las variaciones de productividad de la zona.

Es evidente que la utilización de los datos generados por telemetría satelital son de gran valor y aportan información que no es posible obtener por otros medios, sin embargo, aunque útiles, las imágenes empleadas aquí presentan algunas limitantes, entre la que se destaca que las imágenes de GEO y ANM presentan una resolución espacial no muy fina, y que pierden información, particularmente de la corriente, en puntos cercanos a la costa. Esto es de suma importancia, ya que al comparar los datos de satélite con los datos de las boyas de deriva (datos medidos *in situ* de 1988 a 2012) los patrones de circulación son muy semejantes, sin embargo, y en particular en la región costera, los datos *in situ* no tienen prácticamente observaciones (Figura 10). De ahí la importancia de los muestreos *in situ* dentro del Golfo de

Ulloa, desafortunadamente los flotadores de deriva empleados para este propósito tuvieron muy poco tiempo de vida y proporcionaron datos de pocos días. Aún así los datos son valiosos ya que nos indicaron que la circulación dentro del Golfo de Ulloa no es completamente lineal (norte-sur a lo largo de la costa para el caso del invierno), se presentan desviaciones en forma de giros que dan la apariencia de un comportamiento errático, pero con un resultado neto de transportación hacia el sur, Las velocidades promedio de 0.3 m s^{-1} nos son útiles para hacer estimaciones del tiempo que le llevaría a un objeto desplazarse a lo largo del golfo.

Es importante continuar los los experimentos con los flotadores, a la fecha se está en la construcción de 5 nuevas boyas que serán liberadas lo antes posible. Estas boyas estarán equipadas con un nuevo sistema de posicionamiento satelital diseñado mas adecuadamente para cuestiones marinas con una duración de batería de hasta un año y medio, sustituyendo a los empleados anteriormente.

Referencias

- Behrenfeld M, Falkowski P.** 1997. *Photosynthetic rates derived from satellite-based chlorophyll concentration*. Limnology and Oceanography, **42**(1):1–20.
- Conant TA, Dutton PH, Eguichi T, Epperly SP, Fahy CC, Godfrey MH, MacPherson SL, Possardt EE, Schroeder BA, Seminoff JA.** 2009. Loggerhead sea turtle (*Caretta caretta*) 2009 status review under the US Endangered Species Act. Report of the Biological Review Team to the National Marine Fisheries Service.
- DOF.** 2011. Ley General de Vida Silvestre. Congreso General de los Estados Unidos Mexicanos.
- Durazo R, Ramírez-Manguilar AM, Miranda LE, Soto-Mardones LA.** 2010. 'Climatología de variables hidrográficas'. En: Dinámica del Sistema Pelágico frente a Baja California 1997-2007. INE, Editores G. Gaxiola-Castro y R. Durazo. México D.F.
- Emery WJ, Thomson RE.** 2004. *Data Analysis Methods in Physical Oceanography*. Elsevier (p. 533-539).
- González-Rodríguez E, Trasviña-Castro A, Cervantes-Duarte R, Gaxiola-Castro G, Zamudio L.** 2012. Net primary productivity, upwelling and coastal currents in the Gulf of Ulloa, Baja California, México. Ocean Sci., **8**, 703–711, 2012, doi:10.5194/os-8-703-2012
- Herrera-Cervantes H, Lluich-Cota D, Lluich-Cota SE, Gutierrez-de-Velasco G.** 2007. The ENSO signature in sea-surface temperature in the Gulf of California. Journal of Marine Research, **65**, 589–605, 2007

- Kim SY**, Cornuelle BD, Terrill EJ, Jones B, Washburn L, Moline MA, Paduan JD, Garfield N, Largier JL, Crawford G, Kosro PM. 2013. Poleward propagating subinertial alongshore surface currents off the U.S. West Coast *Journal of Geophysical Research: Oceans* (doi 10.1002/jgrc.20400).
- Lluch-Belda, D.** 1999. BAC's: Centros de Actividad Biológica del Pacífico Mexicano, chap. Centros de Actividad Biológica en la costa de Baja California, pp. 49-64, CIBNOR CONACyT, 1999.
- Peckham SH**, Maldonado-Diaz D, Tremblay Y, Ochoa R, Polovina J, Balazs G, Dutton PH, Nichols WJ. 2011. Demographic implications of alternative foraging strategies in juvenile loggerhead turtles *Caretta caretta* of the North Pacific Ocean. *Mar Ecol Prog Ser* 425: 269-280 doi 10.3354/meps08995.
- Wingfield DK**, Peckham SH, Foley DG, Palacios DM, Lavaniegos BE. 2011. The Making of a Productivity Hotspot in the Coastal Ocean. *PLoS ONE* 6(11): e27874. doi:10.1371/journal.pone.0027874.
- Zar, JH.** 2010. Biostatistical Analysis. 5th Edition. Pearson Prentice-Hall, Upper Saddle River, NJ. 944 pp.
- Zaitsev O**, Cervantes-Duarte R, Sánchez-Montante O, Gallegos A. 2003. Coastal upwelling activity on the Pacific shelf of Baja California Peninsula. *J Oceanogr* 59(4):489-502.

ANEXO IX. Ejercicio de consulta con expertos respecto de las hipótesis de mortandad masiva de tortugas en el Golfo de Ulloa, BCS

**Resumen Ejecutivo Taller de Expertos sobre Mortalidad de Tortugas en
el Golfo de Ulloa**

**Comunicado técnico: resultados del ejercicio de levantamiento de
percepción por expertos respecto de las hipótesis de mortandad masiva
de tortugas en el Golfo de Ulloa, BCS.**

Salvador Lluch Cota

Junio 2014

1. Mortalidad tortugas caguamas en el Golfo de Ulloa

1.1 Causas de mortalidad

En la última década se han reportado y documentado mortandades inusualmente altas de tortuga amarilla o caguama (*Caretta caretta*) en la zona conocida como Golfo de Ullóa (GU), en la costa centro-occidental de Baja California Sur; manifestado por el gran número de animales varados en la playa occidental de la Isla Magdalena o playa San Lázaro. Dicha mortandad se atribuye casi exclusivamente a la interacción con actividades antropogénicas, principalmente pesquerías; aunque puede haber otras hipótesis probables, como los efectos propios del ambiente. A continuación se enumeran las hipótesis que contaron con un mayor acervo documental.

1.1.1 Pesca como la principal causa

A nivel mundial, la pesca incidental es considerada una de las principales amenazas para las poblaciones de tortugas marinas (Hamann et al., 2010; Wallace et al., 2013); y en aguas del GU, existe evidencia que soporta la hipótesis de que la pesca incidental es la principal causa de la mortandad masiva de tortugas caguamas. Lo anterior se basa en que:

- 1) En la última década se ha observado un gran número de animales capturados incidentalmente en artes de pesca en aguas del GU (Nichols, 2003; Koch et al., 2006; Peckham et al., 2007; Peckham et al., 2008; INAPESCA, 2012).
- 2) Las caguamas son animales con una dieta generalista-oportunista que suelen alimentarse de descartes de pesquerías o directamente de las mismas artes de pesca como se ha observado en aguas del Mediterráneo (Tomas et al., 2001; White, 2004), en las costas de Uruguay (Estrades et al., 2007) y de Virginia (Seney & Musick, 2007); en aguas del GU los análisis de contenidos estomacales muestran un cambio en la última década alimentándose de peces normalmente descartados en las pesquerías

costeras (Peckman et al., 2011), esto sugiere una mayor interacción de las tortugas y la pesca.

3) El pico de animales varados muertos, coincide temporalmente con la temporada de pesca de escama en la región (Peckham et al., 2007; Seminoff et al., 2006; Koch et al., 2013) y la zona de mayor incidencia de animales varados está frente a las áreas comúnmente utilizadas para la pesca ribereña de escama (Koch et al., 2006).

4) La pesquería de palangre de altura, fue propuesta como una de las causas de la elevada mortalidad anormal de finales del 2006, cuando no había actividad de la pesca de escama (Peckham et al., 2008).

Existe evidencia que le resta peso a esta hipótesis, como el hecho de que, a pesar de que las interacciones con la pesca a menudo no resultan en lesiones detectables en los cadáveres descompuestos (Work & Balazs, 2010), menos del 2% de los todos los animales varados (frescos o descompuestos) en la GU muestran evidencia física de la interacción con la pesca (Peckham et al., 2008; Koch et al., 2006). Teniendo en cuenta lo anterior, también se ha observado la coincidencia temporal y espacial de varamientos de mamíferos marinos con la pesca de escama, y en este caso el 4% de todos los animales varados presentaron marcas de interacción con pesquerías, pero analizando únicamente animales frescos (donde es más factible detectar las marcas) la incidencia fue de cerca del 14%, la cual se considera como moderada (Mercuri, 2007). Otro punto a considerar es que, sin cambios en las prácticas de pesca o esfuerzo, durante julio del 2012, se observó un incremento del 600% en el número de animales varados ese mes, por lo cual resulta difícil señalar a la pesca como la causa principal de este aumento desmesurado de la mortalidad. Además, en agosto a diciembre del 2013, no se observó interacción entre la pesca de escama y las tortugas (informe interno de este proyecto, no publicado). Es de destacar que en otras partes del mundo, causas distintas de la pesca han sido implicadas en eventos de varamientos masivos periódicos (Walsh et al., 2010; website1; website2). Por último, el cambio de dieta hacia descartes pesqueros no es

una causa de mortalidad *per se*; de hecho, se podría argumentar que las actividades pesqueras aumentan la disponibilidad de alimento para las tortugas.

1.1.2 Enfermedades y/o parásitos como principal causa

El herpes virus ha sido identificado como una posible causas de mortalidad en tortugas marinas; en ese sentido se han reportado la presencia del herpes virus en tejidos de las tortugas aparentemente sanos en el GU (Romero et al., 2008). Y más recientemente se ha documentado la presencia de fibropapiloma en caguamas en la zona (informe interno de este proyecto, no publicado). Aunque en análisis hematológicos recientes (agosto 2013-abril 2014), no se encontraron signos de infección (informe interno de este proyecto, no publicado). Además el fibropapilomas es más común en tortugas mal nutridas y la mayoría de los organismos recientemente muestreados presentaron condiciones adecuadas de nutrición (informe interno de este proyecto, no publicado). En general, los análisis hematológicos muestran un estado de salud que va de adecuado a aceptable, sin signos clínicos evidentes ni señales de enfermedad (Rossi, 2009; informe interno de este proyecto, no publicado). Aunque es importante considerar que el número de animales y las variaciones en el tipo de análisis no permiten aseverar una condición de salud aplicable al total de la población.

1.1.3 Intoxicación por mareas rojas como causa principal

Eventos de mortalidad masiva de mamíferos, aves y tortugas marinas vinculados a mareas rojas tóxicas, se ha documentado en diferentes partes del mundo (Landsberg et al., 2009; Walsh et al., 2010). En aguas del GU se han registrado mareas rojas de *Akashiwo sanguinea* principalmente en los meses de verano (Gárate-Lizárraga et al., 2001), período en el que se produce el mayor número de varamientos. Las mareas rojas de *Akashiwo sanguinea* son comunes en el área de surgencias de la Corriente de California (Jessup et al., 2009; Xiuning et al., 2011) y se ha relacionado con la mortandad

masiva de aves marinas en la Bahía de Monterey, sin embargo no se detectaron toxinas tales como el ácido domoico, saxitoxina o brevetoxina en el agua (Jessup et al., 2009). Con respecto a las causas de muerte de los animales varados en el Golfo de Ulloa, se ha documentado en tortugas frescas la presencia de lesiones en hígado, riñón y pulmones compatibles con intoxicación por biotoxinas y/o proliferación de algas rojas (Aguirre et al., 2011), aunque es importante considerar que el número de animales observados no permiten aseverar que las mareas rojas son la causa principal de la mortandad masiva de tortugas y de su estacionalidad. Cabe señalar que recientemente no hubo muestreos de fitoplancton durante el periodo de mayor mortalidad de tortugas, además de que *Akashiwo sanguinea* no se ha detectado como causa de muerte en caguamas en el GU, ni asociada a varamientos de otras especies. Otro punto a considerar es que no se han reportado la mortalidad masiva de otras especies marinas o enfermedad humana relacionada a mareas rojas, al igual que no se observaron tortugas vivas con signos clínicos de intoxicación en el GU.

1.2 Origen geográfico de las tortugas varadas muertas en el Golfo de Ulloa

Cuando una tortuga muere en el mar, ya sea por causas naturales o antropogénicas, su cadáver puede permanecer días en el mar a la deriva, a merced del ambiente y de los carroñeros. Estos cadáveres pueden perderse en el mar o varar en las costas debido a su comportamiento de deriva y a la distancia de la costa donde ocurre el deceso (Crowder et al., 1995; Epperly et al., 1996; Lewison et al., 2003; Hart et al., 2006; Koch et al., 2013). Por esa razón, comprender el comportamiento de deriva de los cadáveres es esencial para entender de donde provienen.

1.2.1 Oceanografía del Golfo de Ulloa (corrientes superficiales)

Las climatología mensual y estacional para las corrientes superficiales en el GU muestra que la corriente viene del noroeste (Corriente de California) a principio del año y

comienza a intensificarse a partir de Marzo (entre 8 y 13 cm s-1), alcanzando un máximo alrededor de Abril-Mayo. Dicha corriente se extiende a lo largo de la península, debilitándose ligeramente conforme se mueve al sureste. Para Junio-Julio comienza un flujo de aguas tropicales proveniente del sureste, el cual se intensifica en agosto y alcanza su flujo máximo (~15 cm s-1) y extensión zonal en septiembre. Dicho flujo interacciona durante los meses de julio a diciembre con la Corriente de California formando meandros y giros oceánicos. Este flujo tropical comienza a debilitarse en octubre (10 a 11 cm s-1), pero se mantiene hasta diciembre (6-10 cm s-1) desapareciendo por completo en enero cuando comienza a intensificarse nuevamente la Corriente de California (informe interno de este proyecto, no publicado).

1.2.2 Modelación deriva de tortugas muertas

Experimentos de deriva de tortugas en aguas del GU utilizando naranjas como cuerpos de deriva indican que el lugar donde las tortugas mueren podría coincidir con las zonas de pesca de escama, por lo que la distribución de los animales varados en la región refleja su distribución en la zona así como las zonas de pesca (Koch et al., 2013). Mientras que modelos de circulación oceánica y de deriva acoplados, junto con datos de experimentos de deriva con boyas, indican que un animal varado muerto en Punta San Lázaro puede provenir de una zona diferente a las utilizadas por la pesquería riverense de escama (> 50% de probabilidad) (informe interno de este proyecto, no publicado).

Cabe señalar que los trabajos donde se aproxima el comportamiento de deriva de los cadáveres son escasos (ej. Hart et al., 2006; Koch et al., 2013), y solo se tienen en cuenta la deriva superficial de los organismos, asumiendo que los mismos se comportarán como boyas oceanográficas u objetos cuya masa corporal o tamaño dista mucho del de una tortuga; además, no se tienen en cuenta la deriva profunda de los mismos, ya que se ha observado con marcas de satélite que una tortuga muerta puede permanecer bajo el agua unos 13 días y ser arrastrada por las corrientes profundas unos 500 km hasta volver

a superficie debido a su estado de descomposición (Epperly et al., 1996), por lo que es de suma importancia no solo considerar la deriva profunda sino también los tiempos de descomposición de los cadáveres

2. Biología y ecología de caguamas

2.1 Atributos poblacionales

Conocer los atributos poblacionales de la especie es esencial para dimensionar el impacto de la mortandad observada en el GU. Solo entendiendo la dinámica de la población nos permitirá encontrar la mejor solución, tanto social como medioambiental, a la problemática que involucra a los pescadores rivereños de escama y la supervivencia de la población del Pacífico Norte de la tortuga caguama.

2.1.1 Incertidumbre abundancia regional de juveniles

A pesar del esfuerzo y los estudios realizados en los últimos años, no se sabe con certeza el número aproximado de juveniles que utilizan el Golfo de Ulloa y áreas oceánicas adyacentes. Los únicos estudios realizados encaminados a contestar esa pregunta son el de Villanueva (1991), con censos realizados desde embarcaciones menores en los años ochentas y el de Seminoff et al. (2006) con vuelos aéreos durante la pasada década. Ambos coinciden en las magnitudes: el primero estima unos 10,000 animales en el área y el segundo entre 5,000 y 15,000. Si se considera su comportamiento diurno en superficie (50-80% del tiempo) la población de juveniles en aguas del Golfo de Ulloa rondaría entre los 7,000 y 30,000 animales (Peckham et al., 2008). Sin embargo, hay ciertos hechos que ponen en duda las estimaciones anteriormente mencionadas como por ejemplo: 1) si consideramos la tasa anual de mortalidad calculada (2,250 tortugas/año), en los últimos 10 años se habrían muerto cerca de 22,500 animales (75% del máximo poblacional estimado) y, contrario a lo esperado, lejos de disminuir los

varamientos y la captura incidental, estos aumentaron en el 2012 hasta en un 600% con respecto a la década pasada; y 2) el registro reciente de por lo menos 100 caguamas en las costas de Sinaloa (Zavala-Norzagaray et al., 2013), lo que podría ser interpretado como una expansión de la población. Por lo anterior, urge re-evaluar los números poblacionales de los juveniles en el área del Golfo de Ulloa y zona oceánica adyacente, para tener un panorama más amplio de los efectos de la captura incidental observada en la región del GU.

2.1.2 Incertidumbre cambios estacionales en su distribución

Si bien se observa una estacionalidad bien marcada en los varamientos y en las capturas incidentales (más abundantes en los meses cálidos del año), no hay una idea muy clara de lo que ocurre con las tortugas en la parte fría del año. No se sabe si se quedan todo el año sobre la plataforma, o tienen incursiones oceánicas en busca de alimento a la zona del sistema frontal de Baja California, lo que comprendería un circuito migratorio costa-océano. Cabe mencionar que se han observado movimientos migratorios en juveniles de caguamas en el Pacífico Norte y en las costas del Perú (Polovina et al., 2004; Mangel et al., 2011), por lo que no se descarta que aquí suceda lo mismo. Otro aspecto fuertemente relacionado con la estacionalidad es su alimentación; al respecto se sabe que comen langostilla como principal ítem en su dieta, aunque no queda claro de que estadio en el desarrollo de la langostilla se alimentan y por ende, en que porción de la columna de agua lo están haciendo (superficie o bentos).

2.1.3 Incertidumbre ciclo de vida

Con respecto a la identidad poblacional, aún existe una gran incertidumbre sobre la relación entre los adultos reproductores, los juveniles del Pacífico Norte (PN) y los juveniles de las aguas costeras de la península de Baja California (BC). Si bien todos pertenecen a la misma población (todos nacen en Japón), no se tiene bien claro el circuito

migratorio durante su ciclo de vida, al respecto no se sabe si: 1) el PN y la BC son parte del mismo circuito migratorio con BC siendo la parte final del mismo, donde los juveniles presentan el cambio de un modo de vida pelágica a una bento-pelágica; 2) son dos circuitos diferentes, con juveniles explotando un ecosistema pobre (PN) y por ende más vulnerables y otros con ventaja al aprovechar un ecosistema costero de surgencias de los más productivos del mundo (BC); o bien 3) la no existencia de un patrón definido, donde el azar de estar entre 15 y 30 años en el mar los lleva o retienen en uno u otro destino. Definitivamente el entendimiento de este circuito migratorio, es fundamental para comprender el papel de la BC dentro del mismo y diseñar estrategias de conservación, que reduzcan de forma importante las amenazas sin afectar en demasía la actividad pesquera y el bienestar social de los habitantes de la región.

2.2 Cambios en la alimentación

Con respecto a la alimentación, llama la atención el cambio de la dieta en los últimos años, pasando de comer únicamente langostilla a una dieta mas variada donde se incluyen peces descartados por la pesquería (Peckham et al., 2011). Es importante entender el porqué de ese cambio, ya que nos puede dar luz sobre el porqué las caguamas se alimentan de los descartes o de los mismos artes de pesca, con el consiguiente riesgo de quedar atrapadas; y si dicha estrategia es por necesidad (disminución del alimento por cambios en el ambiente) o por oportunismo (fácil acceso al alimento). Tampoco se sabe si el buscar comida en los artes de pesca, es un hábito que ha adquirido toda la población de juveniles de Baja California, o bien es sólo una porción de estos. Comprender lo anterior nos daría una idea sobre si los animales marcados con dispositivos satelitales, nos muestran las áreas que utilizan habitualmente todas las tortugas, o sólo aquellas áreas que utilizan las tortugas que adquirieron el hábito de alimentarse de los artes de pesca.

3. Modificación artes de pesca para reducir la captura incidental

Los estudios sobre la modificación en los artes de pesca o el modo de operarlos son de vital importancia si se quiere reducir la captura incidental de tortugas y mantener la viabilidad económica de las pesquerías. Con respecto a lo anterior, cabe señalar que en general hay una falta de resultados concluyentes en ensayos con redes y palangres, debido al tamaño relativamente pequeño de réplicas. Esto último evidenciaría la necesidad de mejorar la coordinación y la comunicación, entre el pequeño número de profesionales involucrados en esta relativamente nueva área de investigación (Gilman et al., 2009). En Palangres, las técnicas evaluadas incluyen el cambio en el diseño de los anzuelos, cambios en la profundidad y horarios de operación y reposo de los palangres, así como el cambio en la carnada utilizada o la tinción de la misma (Watson et al., 2005; Sales et al., 2010; Bolten et al., 2002; Swimmer et al., 2005; Gilman et al., 2006; Serafy et al., 2012). Con respecto a la modificación del diseño de las redes de enmalle, se han llevado a cabo pocos trabajos para identificar aquellos diseños que reducen efectivamente las tasas de captura de tortugas marinas (Brown & Price, 2005; Price & Van Salisbury, 2007). También se presenta como opción regular o controlar el esfuerzo de forma temporal, espacial o una conjunción de ambos por parte de las autoridades, o técnicas mas novedosas basadas en el autocontrol de la pesquería, que involucra la utilización de radios por parte de los pescadores y de los puertos de descarga, para armar una red de comunicación en tiempo real que emita un aviso de las zonas conflictivas, para de esta forma implementar vedas espaciales de corta duración temporal (Alfaro-Shigueto et al., 2012).

En el Golfo de Ulloa las acciones emprendidas por parte de los grupos técnicos de las organizaciones de la sociedad civil y de los mismos pescadores, consistieron en una serie de ensayos con artes de pesca modificados, encaminados a reducir la captura incidental de tortugas y afectar la captura comercial lo menos posible, de manera que las medidas a tomar tuvieran una viabilidad tanto de conservación como económica. Las

acciones se centraron principalmente en la modificación de las redes de enmalle de fondo así como la implementación de luces o figuras de depredadores en las mismas, también se evaluó la captura incidental de tortugas en tres rangos de profundidad tanto para redes como para palangres (Maldonado et al., 2006; Gaos et al., 2009; Wang et al., 2010; INAPESCA, 2012). Los resultados obtenidos son preliminares, y para poder implementar algunas de las alternativas hacen falta trabajos adicionales con mas replicas y con otras variantes. Otras acciones emprendidas contemplaron la implementación de un programa de reconversión pesquera, basado en la revaloración del producto local en el mercado, específicamente promoviendo la sustitución de redes para la pesca de escama con anzuelos, con la finalidad de obtener un pescado de mejor calidad, llevando a cero la captura incidental de tortugas y aumentando la sustentabilidad de las pesquerías. Estos logros se han visto reflejados en una disminución considerable de la frecuencia de varamientos en Playa San Lázaro que en el 2010 fue 66% menor que el promedio interanual de 2003-2009 (GTC-CONABIO, 2012).

4. Referencias

- Aguirre, AA, H Peckham, I Stasiak, S Hayhurst, V de la Toba, A Zavala-Norzagaray, N Rossi, and TR Spraker (2011) Baseline health parameters of clinically healthy and pathological evaluation of stranded pacific loggerhead turtles (*Caretta caretta*) impacted by small-scale fisheries in Baja California Sur, Mexico. 31st Annual Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation: The Next Generation of Research and Conservation, 12-15 April, San Diego, California.
- Alfaro-Shigueto J, Mangel JC, Dutton PH, Seminoff JA, Godley B. 2012. Trading information for conservation: a novel use of radio broadcasting to reduce sea turtle bycatch. *Fauna & Flora International, Oryx*, 46(3): 332–339
- Bolten, A.B., Martins, H., Isidro, E., Ferreira, R., Santos, M., Bettencourt, E., Giga, A., Cruz, A., Riewald, B., and Bjorndal, K. 2002. Preliminary results of experiments to evaluate effects of hook type on sea turtle bycatch in the swordfish longline fishery in the Azores. University of Florida contract report to NOAA, National Marine Fisheries Service, Office of Protected Resources, Silver Spring, Md., USA.
- Brown, K. and B. Price. 2005. Documentation and reduction of bycatch in North Carolina fisheries. NOAA. 24 pp.

ANEXO IX. Ejercicio de consulta con expertos

- Crowder, L., Hopkins-Murphy, S., Royle, J., (1995). Effects of turtle excluder devices (TEDs) on loggerhead sea turtle strandings with implications for conservation. *Copeia* 4, 773–779.
- Epperly, S., Braun, J., Chester, A., Cross, F., Merriner, J., Tester, P., Churchill, J., (1996). Beach strandings as an indicator of at sea mortality of sea turtles. *Bulletin of Marine Science* 59 (2), 289–297.
- Estrades A., Souza G., Scarabino F., Laporta M., Miller P., Rinderknecht A., Sánchez P. (2007). Ecología alimenticia de la tortuga Cabezona (*Caretta caretta*) en la plataforma uruguaya: resultados preliminares. Libro de Resúmenes de las III Jornadas de Conservación e Investigación de Tortugas Marinas en el Atlántico Sur Occidental, 26 al 28 de octubre de 2007, Piriapolis, Uruguay
- Gaos AR., Maldonado D. and H Peckham. (2009). Loggerhead Bycatch and Reduction off the Pacific Coast of Baja California Sur, Mexico. In: Project GloBAL Workshop Proceedings: Tackling Fisheries Bycatch: Managing and reducing sea turtle bycatch in gillnets. Project GloBAL Technical Memorandum No. 1: 57pp
- Gárate-Lizárraga, I.; Hernández-Orozco, M. L.; Band-Schmidt, C.; Serrano-Casillas, G. (2001) Red tides along the coasts of Baja California Sur, México (1984 to 2001). *Oceanides* 16(2): 127-134.
- Gilman, E., Zollett, E., Beverly, S., et al. (2006) Reducing sea turtle bycatch in pelagic longline gear. *Fish and Fisheries* 7, 2–23.
- Gilman E, Gearhart J, Price B, Eckert S and others (2009) Mitigating sea turtle bycatch in coastal passive net fisheries. *Fish Fish* 11:57–88
- GTC-CONABIO (2012). Propuesta integral para la conservación y protección de al tortuga caguama del Pacífico (*Caretta caretta*) dentro de su hábitat crítico de alimentación y desarrollo en el Golfo de Ulloa, Baja California Sur
- Hamman et al (2010) Global research priorities for sea turtles: informing management and conservation in the 21st century. *Endang Species Res* 11: 245–269
- Hart KM, Mooreside P, Crowder LB (2006) Interpreting the spatio-temporal patterns of sea turtle strandings: going with the flow. *Biol Conserv* 129: 283–290.
- INAPESCA (2012) Evaluación Biotecnológica de Artes de Pesca Alternativas en la Pesquería Ribereña del Golfo de Ulloa B.C.S. para Evitar la Captura Incidental de Especies No Objetivo. Acciones Preliminares. Informe Técnico. INAPESCA-SAGARPA. México, 20 pp.

- Jessup David A., Melissa A. Miller, John P. Ryan, Hannah M. Nevins,, Heather A. Kerkering, Abdou Mekebri, David B. Crane, Tyler A. Johnson & Raphael M. Kudela (2009). "Mass stranding of marine birds caused by a surfactant-producing red tide". PLoS ONE 4 (2): e4550. doi:10.1371/journal.pone.0004550. PMC 2641015. PMID 19234604.
- Koch V, Nichols WJ, Peckham SH, de la Toba V (2006) Estimates of sea turtle mortality from poaching and bycatch in Bahia Magdalena, Baja California Sur, Mexico. Biological Conservation 128: 327-334
- Koch V, Peckham H, Mancini A, 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
- Landsberg JH, Flewelling LJ and J. Naar (2009) *Karenia brevis* red tides, brevetoxins in the food web, and impacts on natural resources: Decadal advancements. Harmful Algae 8: 598–607
- Lewison, R.L., Crowder, L.B., Shaver, D.J., (2003). The Impact of Turtle Excluder Devices and Fisheries Closures on Loggerhead and Kemp's Ridley strandings in the Western Gulf of Mexico. Conservation Biology 17 (4), 1089–1097.
- Maldonado, D., Peckham, S.H. and Nichols, W.J. (2006) Reducing the bycatch of Loggerhead turtles (*Caretta caretta*) in Baja California Sur: experimental modification of gillnets for fishing halibut. In: Second Western Pacific Sea Turtle Cooperative Research and Management Workshop (ed I. Kinan). Western Pacific Regional Fishery Management Council, Honolulu, USA, pp. 59–68.
- Mangel JC, Alfaro-Shigueto J, Witt MJ, Dutton PH, Seminoff JA, Godley BJ (2011) Post-capture movements of loggerhead turtles in the southeastern Pacific Ocean assessed by satellite tracking. Mar Ecol Prog Ser 433:261-272
- Mercuri M (2007) Varamientos de mamíferos marinos en Isla Magdalena, BCS México y su relación con factores físicos y biológicos. Tesis de Maestría, La Paz: Instituto Politécnico Nacional-CICIMAR. 125 p.
- Nichols, W.J., 2003. Biology and conservation of sea turtles in Baja California, Mexico. Ph.D. Dissertation. The University of Arizona
- Peckham SH, Maldonado-Diaz D, Walli A, Ruiz G, Nichols WJ, Crowder LB (2007) Small-scale fisheries bycatch jeopardizes endangered Pacific loggerhead turtles. PLoS ONE 2:e1041
- Peckham SH, Maldonado-Diaz D, Koch V, Mancini A, Gaos A, Tinker MT, Nichols WJ (2008) High mortality of loggerhead turtles due to bycatch, human consumption and

- strandings at Baja California Sur, Mexico, 2003 to 2007. *Endang Species Res* 5:171–183
- Peckham SH, Maldonado-Diaz D, Tremblay Y, Ochoa R and others (2011) Demographic implications of alternative foraging strategies in juvenile loggerhead turtles *Caretta caretta* of the North Pacific Ocean. *Mar Ecol Prog Ser* 425: 269–280
- Polovina, J.J, Balazs, G.H., Howell, E.A., Parker, D.M., Seki, M.P. & Dutton, P.H. (2004). Forage and migration habitat of loggerhead (*Caretta caretta*) and olive ridley (*Leptochelys olivacea*) sea turtles in the central North Pacific Ocean. *Fish. Oceanogr.* 13, 36–51.
- Price, B. and Van Salisbury, C. (2007) Low-Profile Gillnet Testing in the Deep Water Region of Pamlico Sound, NC. North Carolina Department of Environment and Natural Resources, Division of Marine Fisheries, Morehead City, NC, USA.
- Romero V, LD Soriano, AL Sandoval, J Bravo, L Aguilar, H Peckam, M Olivera, M Harfush, HM Zepeda-Lopez and AA Aguirre. (2008). Sea turtle fibropapillomatosis in Mexico: Is it a viral etiology? Proceedings of the Twenty-Eight Annual Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation. 18-26 January, Loreto, Baja California, Mexico, no. 42. (check page 27)
- Rossi, N. A. (2009) Health and reproductive assessment of endangered Loggerhead turtles in Baja California Sur, Mexico. Department of Ecology, Evolution and Environmental Biology. New York, Columbia University. M.A. Conservation Biology
- Sales G, Giffoni BB, Fiedler FN, Azevedo VG, Kotas JE, Swimmer Y, Bugoni L. 2010. Circle hook effectiveness for the mitigation of sea turtle bycatch and capture of target species in a Brazilian pelagic longline fishery. *Aquat Conserv Mar Freshwat Ecosyst.* 20:428–436. <http://dx.doi.org/10.1002/aqc.1106>
- Seminoff JA, Peckham SH, Eguchi T, Sarti-Martinez A, Rangel-Acevedo R, Forney KA, Nichols WJ (2006) Loggerhead turtle density and abundance along the Pacific coast of the Baja California peninsula, Mexico. In: Frick M, Panagopoul A, Rees AF, Williams K (eds) Book of Abstracts. Twenty Sixth Annual Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation. International Sea Turtle Society, Athens, p 321
- Seney E. E. and J. A. Musick (2007) Historical Diet Analysis of Loggerhead Sea Turtles (*Caretta Caretta*) in Virginia. *Copeia*: May 2007, Vol. 2007, No. 2, pp. 478-489
- Serafy JE, Cooke SJ, Diaz GA, Graves JE, Hall M, Shivji M, Swimmer Y. (2012). Circle hooks in commercial, recreational, and artisanal fisheries: research status and needs for improved conservation and management. *Bulletin of Marine Science* 88: 605–621.

ANEXO IX. Ejercicio de consulta con expertos

- Swimmer Y, Arauz R, Higgins B, McNaughton M, McCracken J, Ballesteros J, Brill R. 2005. Food color and marine turtle feeding behavior: can blue bait reduce turtle bycatch in commercial fisheries? *Marine Ecology Progress Series* 295: 273–278.
- Tomas J., Aznar F.J., Raga J.A. (2001). Feeding ecology of the loggerhead turtle *Caretta caretta* in the western Mediterranean. *Journal of Zoology* 255: 525–532
- Villanueva, D., (1991). La tortuga perica, *Caretta caretta gigas* (Deraniyagala, 1939), en la costa del Pacífico de Baja California Sur, México. Departamento de Biología Marina. UABCS. La Paz, BCS, México, 68pp
- Wallace BP, Kot C, DiMatteo AD, Lee T, Crowder L, & RL Lewison. (2013). Impacts of fisheries bycatch on marine turtle populations worldwide: toward conservation and research priorities. *Ecosphere* 4(3): 1-49
- Walsh, C.J., S. Leggett, B. Carter, C. Colle (2010) Effects of brevetoxin exposure on the immune system of loggerhead sea turtles. *Aquatic toxicology* 97: 293-303.
- Wang, J., Fidler, S. and Swimmer, Y. (2010) Developing visual deterrents to reduce sea turtle bycatch in gill net fisheries. *Mar Ecol Prog Ser* 408: 241–250
- Watson J., Epperly S., Foster D. and Shah A. (2005). Fishing methods to reduce sea turtle mortality associated with pelagic longlines. *Canadian Journal of fisheries and Aquatic Sciences* 62: 965-981.
- White, M. (2004). Observations of loggerhead turtles feeding on discarded fish catch at Argostoli, Kefalonia. *Marine Turtle Newsletter* 105: 7-9.
- Work TM & GH Balazs (2010) Pathology and distribution of sea turtles landed as bycatch in the Hawaii-based North Pacific pelagic longline fishery. *J Wildl Dis* 46(2):422-32
- Xiuning D, William Peterson, Anita McCulloch, Guangxing Liu. (2011). An unusual bloom of the dinoflagellate *Akashiwo sanguinea* off the central Oregon, USA, coast in autumn 2009. *Harmful Algae* 10(6): 784–793.
- Zavala-Norzagaray A, Hart E. C, Canizalez-Roman A, Aguilar-Claussell P, Ley-Quíñonez C, Aguirre-Alonso A. (2013). Primer registro de tortuga amarilla (*Caretta caretta*), en el estado de Sinaloa, Golfo de California, México. *Memorias 19na Reunión de Especialistas en Tortugas Marinas de Latinoamérica*. 2 y 3 de Febrero de 2013, Baltimore-Maryland, USA.

Sitios de internet

ANEXO IX. Ejercicio de consulta con expertos

- 1) Comunicado de prensa del Ministerio de Medio Ambiente y recursos Naturales del El Salvador sobre el evento de septiembre octubre 2013 en El Salvador: http://www.marn.gob.sv/index.php?option=com_content&view=article&id=1937:marea-roja-en-altamar-cause-muerte-masiva-de-tortugas-marinas&catid=1:noticias-ciudadano&Itemid=227
- 2) Comunicado de prensa de la Wildlife Conservation Society (WCS) sobre el evento de 2006 en El Salvador: http://www.eurekalert.org/pub_releases/2006-03/wcs-rtc032306.php

Comunicado técnico: resultados del ejercicio de levantamiento de percepción por expertos respecto de las hipótesis de mortandad masiva de tortugas en el Golfo de Ulloa, BCS.

Responsable: Salvador E. Lluch-Cota

Como un ejercicio académico para facilitar las discusiones en el taller de expertos con el que culminará el proyecto, se intentó un levantamiento de opinión sobre las hipótesis existentes entre un grupo internacional de expertos. En secuencia, el intento incluyó:

a) la elaboración de una tabla que integrara en grupos generales las hipótesis de mortalidad, de acuerdo a la información publicada disponible (anexo 1).

b) la identificación de potenciales participantes, con el criterio de que tuvieran publicaciones relevantes al tema y pertenecieran a una institución de investigación o administración de recursos. Se realizó un esfuerzo especial en tratar de cubrir un espectro amplio de especialidades:

Alan Zavala Norzagaray	anorzaga@ipn.mx	CIIDIR-IPN
Amaury Cordero Tapia	acordero@cibnor.mx	CIBNOR
Armando Trasviña	trasvi@cicese.mx	CICESE
Brendan Godley	b.j.godley@exeter.ac.uk	Exter Univ
Brian Stacy	Brian.Stacy@noaa.gov	NOAA
Francisco Arreguín Sánchez	farregui@ipn.mx	CICIMAR-IPN
Hoyt Peckham	hoyt@biology.ucsc.edu	University CA
Jeff Polovina	jeffrey.polovina@noaa.gov	NOAA
Jeff Seminoff	jeffrey.seminoff@noaa.gov	NOAA
Laura Sarti	lsarti@conanp.gob.mx	CONANP
Octavio Pérez Luzardo	operez@dcc.ulpgc.es	UPGC
Mariana Fuentes	mariana.fuentes@jcu.edu.au	Jame Cook Univ
Mark Hamann	mark.hamann@jcu.edu.au	Jame Cook Univ
Mónica Lara-Uc	mlara@uabcs.mx	UABCS
Pablo del Monte Luna	pdelmontel@ipn.mx	CICIMAR-IPN
Rafael Riosmena	riosmena@uabcs.mx	UABCS
René Rosiles Martínez	rosiles@servidor.unam.mx	UNAM

ANEXO IX. Ejercicio de consulta con expertos

Todd Jones	todd.jones@noaa.gov	NOAA
Víctor Gómez Muñoz	vgomez@ipn.mx	CICIMAR-IPN
Rita Patricio	R.Patricio@exeter.ac.uk	Exter Univ
Milani Chaloupka	m.chaloupka@uq.edu.au	Univ Queensland
Mauricio Ramírez	mramirr@ipn.mx	CICIMAR-IPN
Raul Martínez Rincón	raul.martinez.rincon@gmail.com	CIBNOR

c) El envío de la tabla a los especialistas identificados con una carta que explicaba el proceso, incluyendo una ventana de tiempo para que sugirieran adecuaciones a la tabla. Se les proporcionó acceso a los documentos clave de la tabla a los que tuvimos acceso en el momento:

- 1) Peckham SH, Maldonado-Diaz D, Koch V, Mancini A, Gaos A, Tinker MT, Nichols WJ (2008) High mortality of loggerhead turtles due to bycatch, human consumption and strandings at Baja California Sur, Mexico, 2003 to 2007. *Endang Species Res* 5:171–183.
- 2) Comunicado técnico interno: Observaciones de campo sobre detección de tortugas. Dra. Mónica Lara (UABCS).
- 3) Peckham SH, Maldonado-Diaz D, Walli A, Ruiz G, Nichols WJ, Crowder LB (2007) Small-scale fisheries bycatch jeopardizes endangered Pacific loggerhead turtles. *PLoS ONE* 2:e1041
- 4) Koch V, Peckham H, Mancini A, 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
- 5) Seminoff JA, Peckham SH, Eguchi T, Sarti-Martinez A, Rangel-Acevedo R, Forney KA, Nichols WJ (2006) Loggerhead turtle density and abundance along the Pacific coast of the Baja California peninsula, Mexico. In: Frick M, Panagopoul A, Rees AF, Williams K (eds) *Book of Abstracts. Twenty Sixth Annual Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation*. International Sea Turtle Society, Athens, p 321
- 6) Mercuri M (2007) *Varamientos de mamíferos marinos en Isla Magdalena, BCS México y su relación con factores físicos y biológicos*. Tesis de Maestría, La Paz: Instituto Politécnico Nacional-CICIMAR. 125 p.
- 7) Wallace BP, Kot C, DiMatteo AD, Lee T, Crowder L, & RL Lewison. 2013. Impacts of fisheries bycatch on marine turtle populations worldwide: toward conservation and research priorities. *Ecosphere* 4(3): 1-49
- 8) Informe PROCER Mauricio Ramírez (NO SE SUBIÓ)
- 9) Informe interno preliminar del proyecto: Oceanografía satelital y seguimiento de cuerpos de deriva.
- 10) Informe interno preliminar del proyecto: Uso de modelos de circulación y deriva para explorar el posible origen de particular varadas en Cabo San Lázaro, con aplicación al análisis de mortandades masivas de tortuga caretta caretta.
- 11) Comunicado de prensa del Ministerio de Medio Ambiente y recursos Naturales del El Salvador sobre el evento de septiembre octubre 2013 en El Salvador:

ANEXO IX. Ejercicio de consulta con expertos

- http://www.marn.gob.sv/index.php?option=com_content&view=article&id=1937:marearoja-en-altamar-causa-muerte-masiva-de-tortugas-marinas&catid=1:noticiasciudadano&Itemid=227
- 12) Comunicado de prensa de la Wildlife Conservation Society (WCS) sobre el evento de 2006 en El Salvador: http://www.eurekalert.org/pub_releases/2006-03/wcs-rtc032306.php
 - 13) Walsh, C.J., S. Leggett, B. Carter, C. Colle (2010) Effects of brevetoxin exposure on the immune system of loggerhead sea turtles. *Aquatic toxicology* 97: 293-303.
 - 14) Aguirre, AA, H Peckham, I Stasiak, S Hayhurst, V de la Toba, A Zavala-Norzagaray, N Rossi, and TR Spraker (2011) Baseline health parameters of clinically healthy and pathological evaluation of stranded pacific loggerhead turtles (*Caretta caretta*) impacted by small-scale fisheries in Baja California Sur, Mexico. 31st Annual Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation: The Next Generation of Research and Conservation, 12-15 April, San Diego, California.
 - 15) Gárate-Lizárraga, I.; Hernández-Orozco, M. L.; Band-Schmidt, C.; Serrano-Casillas, G. (2001) Red tides along the coasts of Baja California Sur, México (1984 to 2001). *Oceanides* 16(2): 127-134.
 - 16) Landsberg JH, Flewelling LJ and J. Naar (2009) *Karenia brevis* red tides, brevetoxins in the food web, and impacts on natural resources: Decadal advancements. *Harmful Algae* 8: 598–607
 - 17) Romero V, LD Soriano, AL Sandoval, J Bravo, L Aguilar, H Peckam, M Olivera, M Harfush, HM Zepeda-Lopez and AA Aguirre. (2008). Sea turtle fibropapillomatosis in Mexico: Is it a viral etiology? *Proceedings of the Twenty-Eight Annual Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation*. 18-26 January, Loreto, Baja California, Mexico, no. 42. (check page 27)
 - A18) Comunicado técnico interno: Observaciones de campo Dra. Mónica Lara (UABCS).
 - A19) Comunicado técnico interno: Observaciones de campo Dr. Amaury Pérez (CIBNOR)
 - A20) Comunicado técnico interno: Análisis de química sanguínea Dr. Amaury Pérez (CIBNOR)
 - A21) Informe de actividades del proyecto diciembre 2013. Ver anexo 1.

d) Se recibieron comentarios a la tabla de hipótesis y se realizó un segundo ejercicio de armonizar dichos comentarios e integrarlos en hipótesis generales. La lista de referencias clave aumentó y se filtraron de la tabla aquellas hipótesis para las que no se sugirieron evidencias (referencias) por parte de los expertos.

e) Se formuló un cuestionario para calificar en una escala de nueve el grado en el que el experto consideraba que cada pieza de evidencia soportaba la hipótesis general, si consideraban que las referencias proporcionadas soportaban la evidencia sugerida, si conocían la bibliografía o podían sugerir otras referencias y se les solicitó que asignaran un valor de jerarquía a cada pieza de evidencia como clave para soportar cada una de las hipótesis. En el diseño de las hipótesis se manejaron evidencias tanto para soportar como para rechazarlas (anexo 2; se presentan el formato tal como se envió y el listado de evidencias para facilitar la lectura).

ANEXO IX. Ejercicio de consulta con expertos

f) Se solicitaron los cuestionarios respondidos con la esperanza de utilizarlos para evidenciar consenso entre los expertos, identificar aquellas evidencias que podían ser más controversiales y para integrar un diagnóstico de la percepción que pudiera ofrecerse a los asistentes del taller de trabajo al cierre del proyecto.

Desafortunadamente, el resultado del ejercicio es incompleto, toda vez que se lograron muy pocas respuestas al cuestionario, lo que compromete la calidad del análisis. Cabe reconocer que se tuvo poco tiempo para este ejercicio, que la capacidad de convocatoria fue claramente insuficiente y que existe una apatía o reserva por parte de diversos investigadores para integrarse a un esfuerzo de esta naturaleza. De 23 expertos invitados, respondieron tener interés en participar únicamente 13, seis realizaron comentarios a la primera versión de la tabla y de estos sólo tres respondieron el cuestionario. Resaltan dos casos de investigadores con buena disposición y participación activa, que no quisieron responder el cuestionario por considerar que no había capturado adecuadamente sus observaciones. Desafortunadamente el tiempo no permitió extender el ejercicio y trabajar más cercanamente a ellos para contrarrestar dicha situación.

Ante los resultados obtenidos, se decidió abandonar el ejercicio y proporcionar como insumo para el taller la segunda versión de la tabla, junto con los comentarios que realizaron los investigadores entre la primera y la segunda versión de la misma (anexo 3), a fin de perder la menor cantidad posible de información y aprovechar al menos parcialmente el esfuerzo invertido en este ejercicio.

Queda a disposición de la coordinación del Proyecto toda la documentación asociada.

Tabla preliminar. Le rogamos revisar que se encuentren todas las hipótesis que cuenten con algún tipo de evidencia formal. Igualmente, le pedimos que de existir evidencias basadas en documentos formales diferentes a las aquí contenidas, nos apoye con el párrafo y el documento correspondiente. Le recordamos que estaremos integrando esta información (incluyendo sus comentarios) el viernes 9 próximo. Una vez más gracias por su apoyo.

Preliminar table. We are asking you to check that all the hypotheses for which formal evidence exists is included here. Also, that in case you detect that we are missing important, document-based evidence for any of the hypotheses, we would appreciate the reference and a small explanatory paragraph. We remind you that we will be integrating the definitive table (including your comments) by the next Friday 9th. Once again, thanks for your cooperation.

Hipótesis / Hypotheses	A favor/ Supporting	En contra / Against
Pesca/ Fisheries	En décadas anteriores se ha observado elevado número de animales capturados incidentalmente en redes en aguas del GU (A1). / <i>There are observations from previous decades, of large number of animals incidentally caught in nets in the GU (A1).</i> Evidencias de contenidos estomacales indican que la dieta se ha modificado, de principalmente langostilla en décadas anteriores, a peces típicos de descartes, lo que sugiere una mayor interacción de las tortugas con la pesca (A1) / <i>Evidence from stomach contents analyses indicate that diet has changed, from mainly pelagic red crab in previous decades to fish that is typically discarded in coastal fisheries, suggesting increased interaction of turtles and fisheries (A1).</i> Dentro del año, picos de varamientos de tortugas en el coinciden con la temporada de pesca de escama y con los niveles mayores de productividad primaria (A3), (A1), (A4), (A5). También coinciden los varamientos de mamíferos marinos (A6). / <i>Seasonally, turtle strandings frequency peaks temporally matches the fishing season and the highest levels of primary productivity (A3), (A1), (A4), (A5). Strandings of marine mammals also match (A6).</i> Pruebas con cuerpos de deriva indican que la zona de muerte de las tortugas, al iniciar la deriva, podría coincidir con zonas de pesca (A4), (A10). Para los varamientos anómalos del 2006 (en un mes vararon más animales que en un año), se ha propuesto como posible causa la pesca de altura con palangre (A1) / <i>Drifters experiments indicate that the location where turtles die before start drifting could match fishing areas (A4), (A10). For the abnormal stranding in 2006 offshore longline fishing has been proposed as one potential cause (A1).</i> A nivel mundial la pesca incidental es considerada una de las principales amenazas para las poblaciones de tortugas marinas (A7) / <i>Globally, bycatch is considered one of the main threats to marine turtle populations</i>	Menos del 2% de los animales varados (frescos o en estado de descomposición) en el GU presentan marcas de interacción con pesquerías (A1), (A4) / <i>Less than 2% of all (fresh or decomposed) stranded animals in the GU show physical evidence of interaction with fisheries (A1), (A4).</i> En mamíferos marinos se ha encontrado alrededor del 4% de animales varados (frescos o en estado de descomposición) con marcas de interacción con pesquerías. Analizando únicamente animales frescos, donde es más factible detectar las marcas, la incidencia fue de alrededor del 14% (A6) / <i>In marine mammals, about 4% of stranded animals (fresh or decomposed) show physical evidence of interaction with fisheries. Analyzing only fresh animals, where it is more feasible to detect the marks, the incidence was close to 14% (A6).</i> De agosto a diciembre del 2013 se monitorearon actividades de pesca en el Golfo de Ulloa, y en ningún caso se registró interacción con tortugas (A8) / <i>From August to December 2013 coastal fishing was monitored in the GU, yielding 0 reports of interactions with turtles (A8).</i> Modelos de circulación/deriva, así como observación de cuerpos de deriva plantados in situ, indican que un cadáver en contrado en Punta San Lázaro, de dos días o más a la deriva puede provenir de zonas diferentes a las de pesca de escama (50% o más de probabilidades) (A9), (A10) / <i>Ocean circulation models and coupled drift models, together with real drifters tracking experiments, indicate that a drifting death animal found in Punta San Lázaro may come from a different zone than those used by the fisheries (>50% probability) (A9), (A10).</i> Se ha documentado que para eventos similares de varamientos masivos en otras partes del mundo, la pesca no es la principal causa de muerte comprobada (A11), (A12), (A13) / <i>It has been documented that for mass strandings in other parts of the world, fishing is not the main cause of death (A11), (A12), (A13).</i>

		Do you consider the evidence supports the hypothesis							Do you consider the provided references support the evidence?							Do you know the references		Do you know other references supporting the evidence			Priority number within this category	
		Not at all						fully	Not at all						fully	No	Yes	No	Yes	Please include	(please do not repeat among lines)	Comments
Fisheries cause the mass mortality	Observations during the 2005-2007 period detected large number of animals incidentally caught in nets in the Gulf of Ulla (Peckham et al., 2008). Loggerhead sea turtle bycatch of alarmingly high levels has been directly observed at the Gulf of Ulla in bottom set nets in the region and reported in peer-reviewed academic studies, well beyond the single reference provided here, including, Nichols 2003; Koch et al. 2006; Peckham et al. 2007.																				1 to 7	
	Loggerheads are opportunistic, generalist foragers and are known to consume fish as fisheries discards and directly from fishing gear (Shoop & Ruckdeschel, 1982; Tomas et al. 2001). Evidence from stomach contents analyses indicate that diet has changed, from mainly pelagic red crab in previous decades to demersal predator fishes of no commercial value, typically discarded in coastal fisheries. This suggests increased interaction of turtles and fisheries (Peckman et al., 2011).																				1 to 7	
	Seasonally, turtle strandings frequency peaks temporally matches the fishing season and the highest levels of primary productivity (Peckham et al., 2007; Seminoff et al., 2006 Wingfield et al., 2011; Koch et al. 2013).																				1 to 7	
	Drifters experiments indicate that the location where turtles die before start drifting could match fishing areas (Koch et al., 2013). The distribution of dead turtles in the region reflects their natural distribution in the area and also the predominant fishing grounds (Koch et al., 2006).																				1 to 7	
	Loggerheads make up to 85% of the carcasses encountered at Playa San Lázaro, an oceanic beach on the outside of Magdalena Bay, and in the two northernmost communities (Lopez Mateos and Santo Domingo), where people fish mostly in the Pacific (Koch et al., 2006).																				1 to 7	
	For the abnormal stranding in 2006 offshore longline fishing has been proposed as one potential cause (Peckham et al., 2008).																				1 to 7	
	Globally, bycatch is considered one of the main threats to marine turtle populations (Hamann et al., 2010; Wallace et al., 2013).																				1 to 7	
Fisheries do not cause the mass mortality	Even when interactions with fisheries net often do not result in detectable injuries in sea turtles, and injuries in turtles caught by hook and line can be similarly difficult to detect, especially in decomposed carcasses (Work & Balazs, 2010), less than 2% of all (fresh or decomposed) stranded animals in the GU show physical evidence of interaction with fisheries (Peckham et al., 2006; Koch et al. 2006).																				1 to 7	
	Strandings of marine mammals occurs at fishing season and the highest levels of primary productivity, but only about 4% of stranded animals (fresh or decomposed) showed physical evidence of interaction with fisheries. Analyzing only fresh animals, where it is more feasible to detect the marks, the incidence was close to 14% (Mercuri 2007).																				1 to 7	
	From August to December 2013 coastal fishing (Bottom set nets and long line) was monitored in the GU, yielding 0 reports of interactions with turtles (Ramírez-Rodríguez tech. rep. 2014).																				1 to 7	
	During July 2012, 483 loggerhead turtles stranded along the 43km index shoreline of Playa San Lázaro that borders the hotspot, representing a 600% increase over the alarming interannual average of 78 loggerheads stranded there each July since 2003, with no change in fishing practices or effort .																				1 to 7	
	Ocean circulation models and coupled drift models, together with real drifters tracking experiments, indicate that a drifting death animal found in Punta San Lázaro may come from a different zone than those used by the fisheries (>50% probability) (This project's internal reports, unpublished).																				1 to 7	
	Causes other than fisheries have been implicated in previous mass stranding events in other parts of the world (Walsh et al. 2010; website1, website2).																				1 to 7	
	Diet change towards discharged fishes is not a mortality cause per se; in fact one could argue that fisheries increase food availability for marine turtles.																				1 to 7	
HAB cause mass mortality	There are reports of stranded fresh animals showing evidences of intoxication due to harmful phytoplankton. The meeting abstract by Aguirre et al (2011) reports "a subset of the 12 turtles stranded in fresh conditions that were subjected to full histopathological examination revealed liver, renal and lung lesions compatible to biotoxin poisoning and/or red algal bloom. Further testing is required to determine if domoic acid or similar biotoxin is involved in exacerbating loggerhead strandings".																				1 to 4	
	The presence of domoic acid in Magdalena Bay was suggested in 1994 (Ochoa, et al., 1997), and identified in Cabo San Lucas as the cause of mortality of pelicans eating mackerel (Scomber japonicus) that ingested Pseudo-nitzschia diatoms (Sierra et al., 1997).																				1 to 4	
	Phytoplankton blooms in the Gulf of Ulla occur in the summer months, when the highest number of strandings occur (Gárate-Liséraga et al., 2001). A red tide caused by <i>Akashiwo sanguinea</i> was coincident with widespread seabird mortality across fourteen different species of birds in November–December 2007 in Northeastern Monterey Bay, California. Plankton samples showed <i>A. sanguinea</i> as the dominant flagellate in the bloom. Affected birds accumulated a proteinaceous material on their feathers, causing a loss in the natural water repellency. However no toxins, such as domoic acid, saxitoxin or brevetoxin was detected in the water. It was the first documented case of its tide causing harm to birds (Jesup et al., 2009). Blooms of this species are common in the upwelling area of the California Current, for example another bloom was reported in the Oregon's coast in 2009 (Xunling et al 2011).																				1 to 4	
	Events of mass mortalities linked to HABs have been reported for different parts of the World (websites 1, 2; Walsh et al 2010), as well as for other marine annelids (Landsberg et al., 2009).																				1 to 4	
	There was no sampling of phytoplankton during the period of highest mortalities. Sampling efforts during the 2013-2014 winter revealed no presence of major blooms or toxic species.																				1 to 4	
HAB do not cause mass mortality	<i>Akashiwo sanguinea</i> has not been detected as cause of death in the loggerhead turtle at the GU, nor associated with strandings.																				1 to 4	
	No live turtles with clinical signs of intoxication were observed, which has been a feature of well-studied sea turtle mass strandings attributed or suspected to be caused by biotoxins (Fauquier et al., 2013).																				1 to 4	
	No concurrent mass mortality of other marine life or human illness have been reported with these mass loggerhead strandings in Mexico.																				1 to 4	
	Effects on other animals have been concurrent findings in previous saxitoxin-associated mortality events (saxitoxin is one of the predominant biotoxins encountered in this region).																				1 to 4	
Parasites/illness cause mass mortality	The presence of herpesvirus in apparently healthy turtles tissues has been reported for the GU (Romero et al., 2008). Recent samples from August 2013 to April 2014 indicate Fibropapilloma in Caretta caretta in the area (This project, unpublished).																					
Parasites/illness do not cause mass mortality	Blood analyses from organisms sampled recently (August 2013 to April 2014) indicate no signs of infection or intoxication (This project, unpublished).																				1 or 2	
	Fibropapillomas are more likely to result in badly nourished turtles due to impediments to feeding. Most of the recently sampled organisms show adequate nutritional condition (This project, unpublished).																				1 or 2	

Eliminated hypotheses due to lack of supporting evidences

Please indicate if you have supporting evidence for the second round

Starvation _____

Thermal limits _____

Heavy metals _____

Hypotheses and supporting evidence (columns 1 and 2 from the survey form)

Fisheries cause the mass mortality

Observations during the 2005-2007 period detected large number of animals incidentally caught in nets in the Gulf of Ulloa (Peckham et al., 2008). Loggerhead sea turtle bycatch of alarmingly high levels has been directly observed at the Gulf of Ulloa in bottom set nets in the region and reported in peer-reviewed academic studies, well beyond the single reference provided here, including, Nichols 2003; Koch et al. 2006; Peckham et al 2007.

Loggerheads are opportunistic, generalist foragers and are known to consume fish as fisheries discards and directly from fishing gear (Shoop & Ruckdeschel, 1982; Tomas et al. 2001). Evidence from stomach contents analyses indicate that diet has changed, from mainly pelagic red crab in previous decades to demersal predator fishes of no commercial value, typically discarded in coastal fisheries. This suggests increased interaction of turtles and fisheries (Peckman et al., 2011).

Seasonally, turtle strandings frequency peaks temporally matches the fishing season and the highest levels of primary productivity (Peckham et al., 2007; Seminoff et al., 2006 Wingfield et al., 2011; Koch et al. 2013).

Drifters experiments indicate that the location where turtles die before start drifting could match fishing areas (Koch et al., 2013). The distribution of dead turtles in the region reflects their natural distribution in the area and also the predominant fishing grounds (Koch et al., 2006).

Loggerheads make up to 85% of the carcasses encountered at Playa San Lazaro, an oceanic beach on the outside of Magdalena Bay, and in the two northernmost communities (Lopez Mateos and Santo Domingo), where people fish mostly in the Pacific (Koch et al., 2006).

For the abnormal stranding in 2006 offshore longline fishing has been proposed as one potential cause (Peckham et al., 2008).

Globally, bycatch is considered one of the main threats to marine turtle populations (Hamann et al., 2010; Wallace et al., 2013).

Fisheries do not cause the mass mortality

Even when interactions with fisheries net often do not result in detectable injuries in sea turtles, and injuries in turtles caught by hook and line can be similarly difficult to detect,

especially in decomposed carcasses (Work & Balazs, 2010), less than 2% of all (fresh or decomposed) stranded animals in the GU show physical evidence of interaction with fisheries (Peckham et al., 2008; Koch et al. 2006).

Strandings of marine mammals occurs at fishing season and the highest levels of primary productivity, but only about 4% of stranded animals (fresh or decomposed) showed physical evidence of interaction with fisheries. Analyzing only fresh animals, where it is more feasible to detect the marks, the incidence was close to 14% (Mercuri 2007).

From August to December 2013 coastal fishing (Bottom set nets and long line) was monitored in the GU, yielding 0 reports of interactions with turtles (Ramírez-Rodríguez tech. rep. 2014).

During July 2012, 483 loggerhead turtles stranded along the 43km index shoreline of Playa San Lázaro that borders the hotspot, representing a 600% increase over the alarming interannual average of 78 loggerheads stranded there each July since 2003, with no change in fishing practices or effort.

Ocean circulation models and coupled drift models, together with real drifters tracking experiments, indicate that a drifting death animal found in Punta San Lázaro may come from a different zone than those used by the fisheries (>50% probability) (This project's internal reports, unpublished).

Causes other than fisheries have been implicated in previous mass stranding events in other parts of the world (Walsh et al. 2010; website1; website2).

Diet change towards discharged fishes is not a mortality cause per se; in fact one could argue that fisheries increase food availability for marine turtles.

HAB cause mass mortality

There are reports of stranded fresh animals showing evidences of intoxication due to harmful phytoplankton. The meeting abstract by Aguirre et al (2011) reports "a subset of the 12 turtles stranded in fresh conditions that were subjected to full histopathological examination revealed liver, renal and lung lesions compatible to biotoxin poisoning and/or red algal bloom. Further testing is required to determine if domoic acid or similar biotoxin is involved in exacerbating loggerhead strandings"

The presence of domoic acid in Magdalena Bay was suggested in 1994 (Ochoa, et al., 1997), and identified in Cabo san Lucas as the cause of mortality of pelicans eating mackerel (*Scomber japonicus*) that ingested *Pseudo-nitzschia* diatoms (Sierra et al., 1997).

Phytoplankton blooms in the Gulf of Ulloa occur in the summer months, when the highest number of strandings occur (Gárate-Lizárraga et al., 2001). A red tide caused by *Akashiwo sanguinea* was coincident with widespread seabird mortality across fourteen different species of birds in November–December 2007 in Northeastern Monterey Bay, California. Plankton samples showed *A. sanguinea* as the dominant flagellate in the bloom. Affected birds accumulated a proteinaceous material on their feathers, causing a loss in the natural water repellency. However no toxins, such as domoic acid, saxitoxin or brevetoxin was detected in the water. It was the first documented case of its tide causing harm to birds (Jessup et al., 2009). Blooms of this species are common in the upwelling area of the California Current, for example another bloom was reported in the Oregon's coast in 2009 (Xiuning et al 2011)

Events of mass mortalities linked to HABs have been reported for different parts of the World (websites 1, 2; Walsh et al 2010), as well as for other marine amniots (Landsberg et al., 2009).

HAB do not cause mass mortality

There was no sampling of phytoplankton during the period of highest mortalities. Sampling efforts during the 2013-2014 winter revealed no presence of major blooms or toxic species.

Akashiwo sanguinea has not been detected as cause of death in the loggerhead turtle at the GU, nor associated with strandings.

No live turtles with clinical signs of intoxication were observed, which has been a feature of well-studied sea turtle mass strandings attributed or suspected to be caused by biotoxins (Fauquier et al., 2013).

No concurrent mass mortality of other marine life or human illness have been reported with these mass loggerhead strandings in Mexico. Effects on other animals have been concurrent findings in previous saxitoxin-associated mortality events (saxitoxin is one of the predominant biotoxins encountered in this region).

Parasites/illness cause mass mortality

The presence of herpesvirus in apparently healthy turtles tissues has been reported for the GU (Romero et al., 2008). Recent samples from August 2013 to April 2014 indicate Fibropapilloma in *Caretta caretta* in the area (This project, unpublished).

Parasites/illness do not cause mass mortality

Blood analyses from organisms sampled recently (August 2013 to April 2014) indicate no signs of infection or intoxication (This project, unpublished).

Fibropapilomas are more likely to result in badly nourished turtles due to impediments to feeding. Most of the recently sampled organisms show adequate nutritional condition (This project, unpublished).

Updated key references list

Cited in the survey form

- Aguirre, AA, H Peckham, I Stasiak, S Hayhurst, V de la Toba, A Zavala-Norzagaray, N Rossi, and TR Spraker (2011) Baseline health parameters of clinically healthy and pathological evaluation of stranded pacific loggerhead turtles (*Caretta caretta*) impacted by small-scale fisheries in Baja California Sur, Mexico. 31st Annual Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation: The Next Generation of Research and Conservation, 12-15 April, San Diego, California.
- Fauquier DA1, Flewelling LJ, Maucher J, Manire CA, Socha V, Kinsel MJ, Stacy BA, Henry M, Gannon J, Ramsdell JS, Landsberg JH. 2013. Brevetoxin in blood, biological fluids, and tissues of sea turtles naturally exposed to *Karenia brevis* blooms in central west Florida. *J Zoo Wildl Med.* 2013 Jun;44(2):364-75.
- Gárate-Lizárraga, I.; Hernández-Orozco, M. L.; Band-Schmidt, C.; Serrano-Casillas, G. (2001) Red tides along the coasts of Baja California Sur, México (1984 to 2001). *Oceanides* 16(2): 127-134.
- Hamann et al., 2010. Global research priorities for sea turtles: informing management and conservation in the 21st century. *Endangered species research.* 11: 245-269
- Jessup et al., 2009. Mass Stranding of Marine Birds Caused by a Surfactant-Producing Red Tide. *Plos ONE.* 4(2):e4550
- Koch V, Nichols WJ, Peckham SH, de la Toba V (2006) Estimates of sea turtle mortality from poaching and bycatch in Bahia Magdalena, Baja California Sur, Mexico. *Biological Conservation* 128: 327-334
- Koch V, Peckham H, Mancini A, 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
- Landsberg JH, Flewelling LJ and J. Naar (2009) *Karenia brevis* red tides, brevetoxins in the food web, and impacts on natural resources: Decadal advancements. *Harmful Algae* 8: 598-607
- Mercuri M (2007) Varamientos de mamíferos marinos en Isla Magdalena, BCS México y su relación con factores físicos y biológicos. Tesis de Maestría, La Paz: Instituto Politécnico Nacional-CICIMAR. 125 p.
- Nichols WJ (2003) Biology and conservation of sea turtles in Baja California, Mexico. PhD Dissertation. School of Renewable Resources, University of Arizona, Tucson, AZ USA
- Ochoa, J. L., A. Sánchez P., A. Cruz V. y E. Núñez V. 1997. Toxic events in the northwest Pacific coastline of México during 1992-1995: origin and impact. *Hydrobiol.*, 352: 195-200.
- Peckham SH, Maldonado-Diaz D, Walli A, Ruiz G, Nichols WJ, Crowder LB (2007) Small-scale fisheries bycatch jeopardizes endangered Pacific loggerhead turtles. *PLoS ONE* 2:e1041
- Peckham SH, Maldonado-Diaz D, Koch V, Mancini A, Gaos A, Tinker MT, Nichols WJ (2008) High mortality of loggerhead turtles due to bycatch, human consumption and strandings at Baja California Sur, Mexico, 2003 to 2007. *Endang Species Res* 5:171-183.
- Peckham SH, Maldonado-Diaz D, Tremblay Y, Ochoa R, Polovina J, Balazs G, Dutton PH, Nichols WJ (2011) Demographic implications of alternative foraging strategies in juvenile loggerhead turtles *Caretta caretta* of the North Pacific Ocean. *Mar Ecol Prog Ser* 425: 269-280 doi 10.3354/meps08995
- Romero V, LD Soriano, AL Sandoval, J Bravo, L Aguilar, H Peckam, M Olivera, M Harfush, HM Zepeda-Lopez and AA Aguirre. (2008). Sea turtle fibropapillomatosis in Mexico: Is it a viral etiology? Proceedings of the Twenty-Eight Annual Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation. 18-26 January, Loreto, Baja California, Mexico, no. 42. (check page 27)
- Seminoff JA, Peckham SH, Eguchi T, Sarti-Martinez A, Rangel-Acevedo R, Forney KA, Nichols WJ (2006) Loggerhead turtle density and abundance along the Pacific coast of the Baja California peninsula,

- Mexico. In: Frick M, Panagopoul A, Rees AF, Williams K (eds) Book of Abstracts. Twenty Sixth Annual Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation. International Sea Turtle Society, Athens, p 321
- Shoop & Ruckdeschel, 1982. Increasing turtle strandings in the southeast United States: A complicating factor. *Biological Conservation*. 23(3): 213-215
- Sierra B., A. et al. (1997). Sea birds mortality at Cabo San Lucas, Mexico: evidence that toxic diatom blooms are spreading. *Toxicon*. 35(3):447-453.
- Tomas et al. 2001. Feeding ecology of the loggerhead turtle *Caretta caretta* in the western Mediterranean. *Journal of Zoology*. 255(4): 525-532
- Wallace BP, Kot C, DiMatteo AD, Lee T, Crowder L, & RL Lewison. 2013. Impacts of fisheries bycatch on marine turtle populations worldwide: toward conservation and research priorities. *Ecosphere* 4(3): 1-49
- Walsh, C.J., S. Leggett, B. Carter, C. Colle (2010) Effects of brevetoxin exposure on the immune system of loggerhead sea turtles. *Aquatic toxicology* 97: 293-303.
- Wingfield D, Peckham SH, Foley DG, Palacios DM, Lavaniegos BE, Durazo R, Nichois WJ, Croll DA, Bograd SJ (2011) The making of a predator hotspot in the coastal ocean. *PLOS One* 6(11): e27874 doi 10.1371/journal.pone.0027874
- Work & Balazs, 2010. Pathology and distribution of sea turtles landed as bycatch in the Hawaiian based North pacific Longline fishery. *Journal of wildlife diseases*. 42(2):422-432
- Xiuning Du et al. 2011. An unusual bloom of the dinoflagellate *Akashiwo sanguinea* off the central Oregon, USA, coast in autumn 2009. *Hamful algae*. 10(6): 784-793

Websites:

- Comunicado de prensa del Ministerio de Medio Ambiente y recursos Naturales del El Salvador sobre el evento de septiembre octubre 2013 en El Salvador: [Link](#)
- Comunicado de prensa de la Wildlife Conservation Society (WCS) sobre el evento de 2006 en El Salvador: [Link](#)

Unpublished technical reports. THESE REPORTS ARE FOR YOUR CONSIDERATION, BUT STILL UNPUBLISHED. PLEASE DO NOT CITE OR CIRCULATE

- Ramírez-Rodríguez et al. Unpublished. Evaluación de la mortalidad de tortuga amarilla por actividades de pesca en el Golfo de Ulloa. PROCER Tech Rep. Not Public
- UABCS-CICIMAR-CIBNOR. 2013. ESTUDIO SOBRE LAS CAUSAS DE MUERTE DE LA TORTUGA AMARILLA (*Caretta caretta*) EN LA COSTA OCCIDENTAL DE BAJA CALIFORNIA SUR (GOLFO DE ULLOA). INFORME FINAL
- González-Rodríguez. Corrientes superficiales, boyas Lagrangeanas. Informe parcial del módulo de estudios oceanográficos del proyecto ESTUDIO SOBRE LAS CAUSAS DE MUERTE DE LA TORTUGA AMARILLA (*Caretta caretta*) EN LA COSTA OCCIDENTAL DE BAJA CALIFORNIA SUR (GOLFO DE ULLOA)
- Martínez-Rincón, Parés Sierra, Lluch Cota. Informe preliminar: Uso de modelos de circulación y deriva para explorar el posible origen de particular varadas en Cabo San Lázaro, con aplicación al análisis de mortandades masivas de tortuga careta careta. Informe parcial del módulo e estudios oceanográficos del proyecto ESTUDIO SOBRE LAS CAUSAS DE MUERTE DE LA TORTUGA AMARILLA (*Caretta caretta*) EN LA COSTA OCCIDENTAL DE BAJA CALIFORNIA SUR (GOLFO DE ULLOA)

Other suggested references

- Aguirre and Lutz. 2004. Marine Turtles as Sentinels of Ecosystem Health: Is Fibropapillomatosis an Indicator?. *Ecohealth*. 1: 275-283
- Arthur et al. 2008. The exposure of green turtles (*Chelonia mydas*) to tumour promoting compounds produced by the cyanobacterium *Lyngbya majuscula* and their potential role in the aetiology of fibropapillomatosis. *Harmful Algae*. 7: 114-125
- Bjorndal KA (1980) Nutrition and grazing behavior of the green turtle *Chelonia mydas*. *Marine Biology* 56: 147-154
- Camacho et al. 2014. Influence of the rehabilitation of injured loggerhead turtles (*Caretta caretta*) on their blood levels of environmental organic pollutants and elements. *Science of the total environment*. 487:436-442
- Capper et al. 2013. Dietary exposure to harmful algal bloom (HAB) toxins in the endangered manatee (*Trichechus manatus latirostris*) and green sea turtle (*Chelonia mydas*) in Florida, USA. *Harmful Algae*. 28: 1-9
- Congdon JD (1989) Proximate and evolutionary constraints on energy relations of reptiles. *Physiol Zool* 62: 356-373
- Dodd CK (1988) Synopsis of the biological data on the loggerhead sea turtle *Caretta caretta* U.S. Fish & Wildlife Service, Biol. Rep. 88:1-110
- Hart KM, Mooreside P, Crowder L (2006) Interpreting the spatio-temporal patterns of sea turtle strandings: Going with the flow. *Biological Conservation* 129: 283-290
- INAPESCA (2012) Evaluación biotecnológica de artes de pesca alternativas en la pesquería ribereña del Golfo de Ulloa B.C.S. para evitar la captura incidental de especies no objetivo. Instituto Nacional de Pesca, Dirección General Adjunta de Investigación Pesquera
- Jacobson ER1, Homer BL, Stacy BA, Greiner EC, Szabo NJ, Chrisman CL, Origgi F, Coberley S, Foley AM, Landsberg JH, Flewelling L, Ewing RY, Moretti R, Schaf S, Rose C, Mader DR, Harman GR, Manire CA, Mettee NS, Mizisin AP, Shelton GD. 2006. Neurological disease in wild loggerhead sea turtles *Caretta caretta*. *Dis Aquat Organ*. 2006 Jun 12;70(1-2):139-54.
- Landsberg et al., 1999. The Potential Role of Natural Tumor Promoters in Marine Turtle Fibropapillomatosis. *J aquatic animal health*. 11: 199-210
- Lewison, R.L. Freeman, S.A., and Crowder, L.B. 2004. Quantifying the effects of fisheries on threatened species: the impact of pelagic longlines on loggerhead and leatherback sea turtles *Ecology Letters* 7: 221-231
- Mancini, A. and Koch, V. 2009 Sea turtle consumption and black market trade in Baja California Sur, Mexico endangered species research vol. 7: 1-10, doi: 10.3354/esr00165
- Mancini A, Koch V, Seminoff JA, Madon B (2012) Small-scale gill-net fisheries cause massive green turtle *Chelonia mydas* mortality in Baja California Sur, Mexico. *Oryx* 1: 1-9
- Mendoza-Salgado RA, Amador-Silva ES, Lechuga-Deveze, CH, Arvizu JM (2003) Muerte masiva de fauna marina en Bahía Magdalena (Massive Death of Marine Fauna in Magdalena Bay). *Rev Biol* 17:64-67.
- NRC (1990) Decline of sea turtles: causes and prevention. National Research Council, National Academy Press, Washington, D.C., USA
- Orós et al. 2013. Pansteatitis associated with high levels of polychlorinated biphenyls in a wild loggerhead sea turtle *Caretta caretta*. *Disease of aquatic organisms*. 102: 237-242
- Patricio et al. 2012. Global phylogeography and evolution of chelonid fibropapilloma-associated herpesvirus. *J General virology*. 93: 1035-1045
- Peckham, S.H., Maldonado, D., Senko, J., Esliman, A., 2013. Bycatch mass mortality of loggerhead turtles at NW Mexico. In: Paper presented at the 33rd International Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation. Baltimore, MD, USA.

Plotkin PT, Wicksten MK, Amos AF (1993) Feeding Ecology of the Loggerhead Sea-Turtle *Caretta-Caretta* in the Northwestern Gulf of Mexico. *Marine Biology* 115: 1-5

Ramirez-Cruz JC, Ramirez IP, Flores DV (1991) Distribución y abundancia de la tortuga perica en la costa occidental de Baja California Sur, Mexico. *Archelon* 1: 1-4

Websites

http://www.profepa.gob.mx/innovaportal/v/4745/1/mx/la_profepa_ha_mantenido_vigilancia_permanente_en_la_zona_de_arribazon_de_la_tortuga_caretta_caretta_en_baja_california_sur.html

	(A7).	
Intoxicación mareas rojas (HABS)	Existen reportes de organismos varados frescos con evidencias de intoxicación por fitoplancton nocivo (A14) / <i>There are reports of stranded fresh animals showing evidences of intoxication due to harmful phytoplankton (A14).</i> La mayoría de las proliferaciones de algas nocivas registradas en el Golfo de Ulloa ocurren en los meses de máxima productividad primaria, cuando ocurren el mayor número de varamientos (A15) / <i>Most harmful algal blooms recorded in the Gulf of Ulloa occur in the months of high primary productivity, when the highest number of strandings occur (A15).</i> Se han reportado eventos de mortandad masiva de tortugas asociada a algas nocivas en diferentes partes del mundo (A11), (A12), (A13). Igualmente para amniotas marinos en general (A16) / <i>Events of mass mortalities linked to HABs have been reported for different parts of the World (A11), (A12), (A13), as well as for other marine amniots (A16).</i>	
Parasitismo-enfermedades	Se reporta la presencia de herpesvirus en tejidos aparentemente sanos en tortugas en el Golfo de Ulloa (A17). Recientemente, en muestreos de agosto 2013 a abril 2014 se ha detectado fibropapiloma en <i>Caretta caretta</i> de la zona (A18), (A19) / <i>The presence of herpesvirus in apparently healthy turtles tissues has been reported for the GU (A17). Recent samples from August 2013 to April 2014 indicate Fibropapilloma in Caretta caretta in the area (A18), (A19).</i>	En organismos muestreados de agosto 2013 a abril 2014, la química sanguínea se encuentra en niveles normales, sin signos de infección o intoxicación (A20) / <i>Blood analyses from organisms sampled recently (August 2013 to April 2014) indicate no signs of infection or intoxication (A20).</i>
Ambiente: falta de alimento		La mayoría de los organismos muestreados recientemente muestran buena condición nutricional (A19) / <i>Most of the recently sampled organisms show adequate nutritional condition (A19).</i> A partir de imágenes satelitales de color del mar, se detectan anomalías positivas de productividad primaria 2011 y 2012, (i.e. mayor disponibilidad de alimento) (A9) / <i>Satellite color imagery indicate positive primary productivity anomalies during the 2011-2012 period (A9).</i>
Ambiente: tolerancia térmica	El evento extraordinario de varamiento en 2006 coincide con anomalías cálidas en la región (A21) / <i>High stranding events during 2006 coincide with regional scale warm temperature anomalies (A21)</i>	

Anexos/Annex

Disponibles en / Available at

<http://www.artelug.org/survey.html>

- 1) Peckham SH, Maldonado-Diaz D, Koch V, Mancini A, Gaos A, Tinker MT, Nichols WJ (2008) High mortality of loggerhead turtles due to bycatch, human consumption and strandings at Baja California Sur, Mexico, 2003 to 2007. *Endang Species Res* 5:171–183.
- 2) Comunicado técnico interno: Observaciones de campo sobre detección de tortugas. Dra. Mónica Lara (UABCS).
- 3) Peckham SH, Maldonado-Diaz D, Walli A, Ruiz G, Nichols WJ, Crowder LB (2007) Small-scale fisheries bycatch jeopardizes endangered Pacific loggerhead turtles. *PLoS ONE* 2:e1041
- 4) Koch V, Peckham H, Mancini A, 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
- 5) Seminoff JA, Peckham SH, Eguchi T, Sarti-Martinez A, Rangel-Acevedo R, Forney KA, Nichols WJ (2006) Loggerhead turtle density and abundance along the Pacific coast of the Baja California peninsula, Mexico. In: Frick M, Panagopoul A, Rees AF, Williams K (eds) *Book of Abstracts. Twenty Sixth Annual Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation*. International Sea Turtle Society, Athens, p 321
- 6) Mercuri M (2007) Varamientos de mamíferos marinos en Isla Magdalena, BCS México y su relación con factores físicos y biológicos. Tesis de Maestría, La Paz: Instituto Politécnico Nacional-CICIMAR. 125 p.
- 7) Wallace BP, Kot C, DiMatteo AD, Lee T, Crowder L, & RL Lewison. 2013. Impacts of fisheries bycatch on marine turtle populations worldwide: toward conservation and research priorities. *Ecosphere* 4(3): 1-49
- 8) Informe PROCER Mauricio Ramírez
- 9) Informe interno preliminar del proyecto: Oceanografía satelital y seguimiento de cuerpos de deriva.
- 10) Informe interno preliminar del proyecto: Uso de modelos de circulación y deriva para explorar el posible origen de particular varadas en Cabo San Lázaro, con aplicación al análisis de mortandades masivas de tortuga *caretta caretta*.
- 11) Comunicado de prensa del Ministerio de Medio Ambiente y recursos Naturales del El Salvador sobre el evento de septiembre octubre 2013 en El Salvador: http://www.marn.gob.sv/index.php?option=com_content&view=article&id=1937:marea-roja-en-altamar-cause-muerte-masiva-de-tortugas-marinas&catid=1:noticias-ciudadano&Itemid=227

- 12) Comunicado de prensa de la Wildlife Conservation Society (WCS) sobre el evento de 2006 en El Salvador: http://www.eurekalert.org/pub_releases/2006-03/wcs-rtc032306.php
- 13) Walsh, C.J., S. Leggett, B. Carter, C. Colle (2010) Effects of brevetoxin exposure on the immune system of loggerhead sea turtles. *Aquatic toxicology* 97: 293-303.
- 14) Aguirre, AA, H Peckham, I Stasiak, S Hayhurst, V de la Toba, A Zavala-Norzagaray, N Rossi, and TR Spraker (2011) Baseline health parameters of clinically healthy and pathological evaluation of stranded pacific loggerhead turtles (*Caretta caretta*) impacted by small-scale fisheries in Baja California Sur, Mexico. 31st Annual Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation: The Next Generation of Research and Conservation, 12-15 April, San Diego, California.
- 15) Gárate-Lizárraga, I.; Hernández-Orozco, M. L.; Band-Schmidt, C.; Serrano-Casillas, G. (2001) Red tides along the coasts of Baja California Sur, México (1984 to 2001). *Oceanides* 16(2): 127-134.
- 16) Landsberg JH, Flewelling LJ and J. Naar (2009) *Karenia brevis* red tides, brevetoxins in the food web, and impacts on natural resources: Decadal advancements. *Harmful Algae* 8: 598–607
- 17) Romero V, LD Soriano, AL Sandoval, J Bravo, L Aguilar, H Peckam, M Olivera, M Harfush, HM Zepeda-Lopez and AA Aguirre. (2008). Sea turtle fibropapillomatosis in Mexico: Is it a viral etiology? *Proceedings of the Twenty-Eight Annual Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation*. 18-26 January, Loreto, Baja California, Mexico, no. 42. (check page 27)
- A18) Comunicado técnico interno: Observaciones de campo Dra. Mónica Lara (UABCS).
- A19) Comunicado técnico interno: Observaciones de campo Dr. Amaury Pérez (CIBNOR)
- A20) Comunicado técnico interno: Análisis de química sanguínea Dr. Amaury Pérez (CIBNOR)
- A21) Informe de actividades del proyecto diciembre 2013. Ver anexo 1.