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 <>

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 Bahia 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 acusa 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 asi 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 rivereña 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.

<u>Incertidumbre de la abundancia regional de juveniles</u>: 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 detreminar 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 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 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 ncrementar 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 critico 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 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, Ballestero 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 Pacifico de Baja California Sur, Mexico. Departamento de Biologia 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 loggergead sea turtles. Aquatic toxicology 97: 293-303.

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 mortallity 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-Quiñonez 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.

Junio 2014

Contenido

Revisión de la biología y ecología de la tortuga caguama (C*aretta caretta*) 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 (C*aretta 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 en 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 (Deraniyagala1933, 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.

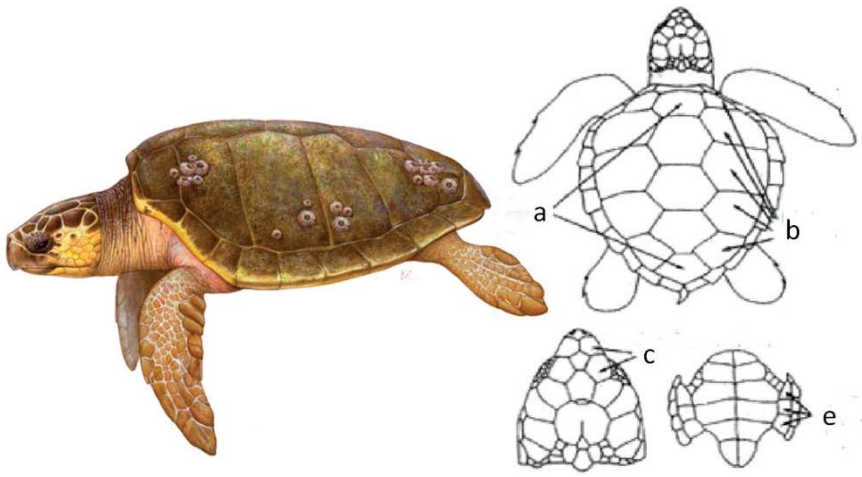


Figura 1: Aspecto general de la tortuga caguama y rasgos distintivos para su identificación: a) 5 escudos centrales, b) 5 pares de escudos laterales, c) 4 escamas prefrotales y d) 3 escudos inframarginales; fuentes de las ilustraciones: Fernando Zeledón Instituto, Nacional de Biodiversidad (INBio) y 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 estadío 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 poblaciones 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			
Cliona celata	Atlántico Norte	Bentónicos	Dodd 1988
Cnidaria			
Agalma sp	Atlántico Tropical	Pelágicos	Dodd 1988
Porpita sp	Sudáfrica		Polovina et al. 2004

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

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

Historia de vida

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

Etapa 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

Etapa 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).

Etapa 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)

Etapa 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).

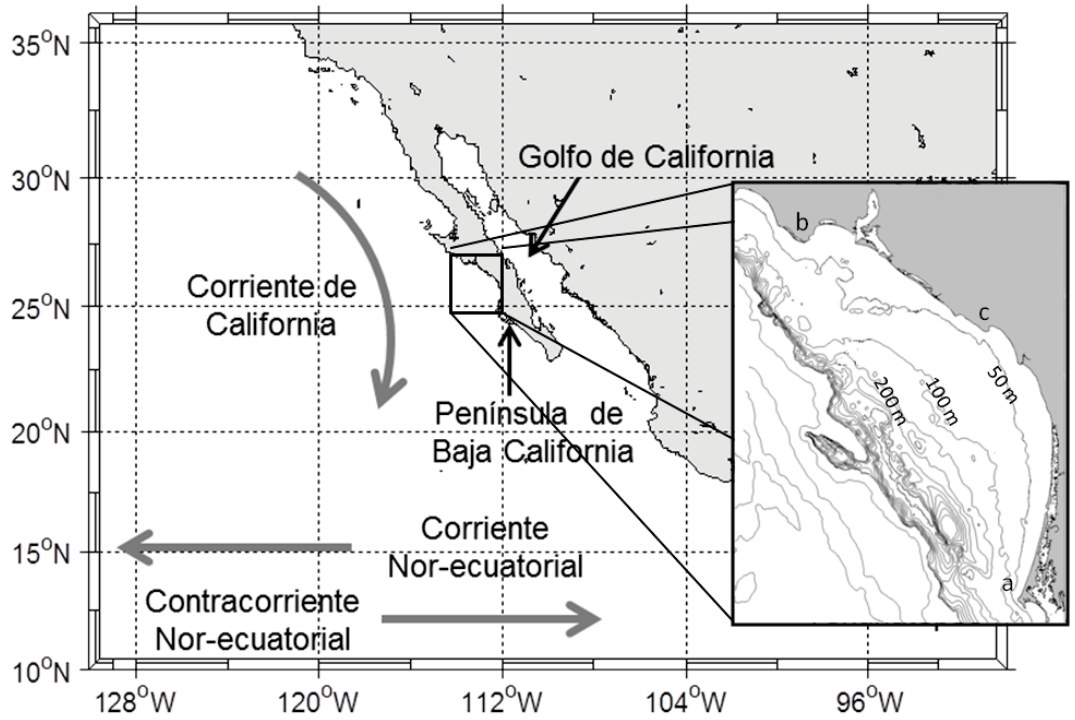


Figura 2: Ubicación geográfica y batimetría del Golfo de Ulloa; a) Cabo San Lázaro, b) Pta Abreojos y c) Punta Pequeña.

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).

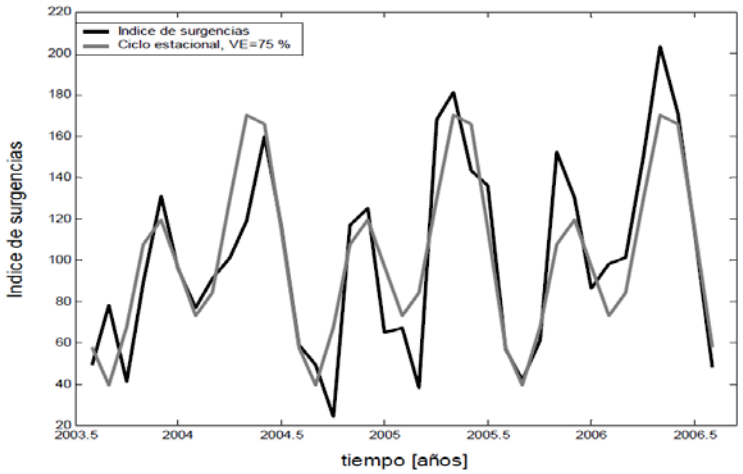


Figura 3: Ajuste estacional a través de armónicos del índice de surgencias para la región de Bahía Magdalena (punta sur del Golfo de Ulloa); tomado de Mercuri (2007).

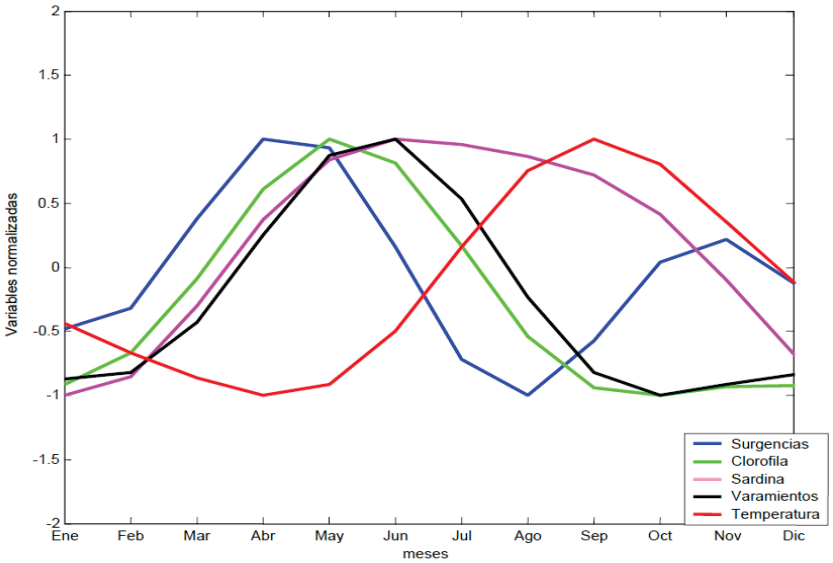


Figura 4: Evolución estacional (ajuste de armónicos) de variables físicas y biológicas normalizadas para la región de Bahía Magdalena (punta sur del Golfo de Ulloa); tomado de Mercuri (2007).

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 llegándosela 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 medidos 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).

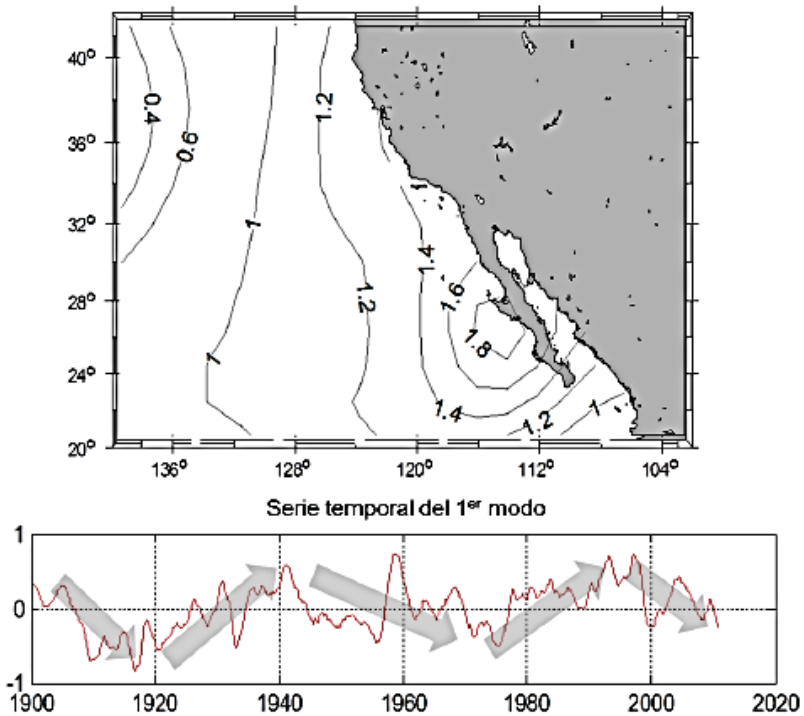


Figura 5: Patrón espacial y temporal del primer modo de variación del análisis de funciones empíricas ortogonales de las anomalías de la temperatura superficial del mar en la porción sur de la Corriente de California; las flechas grises representan la variación multidecadal del régimen; tomado de Salvadeo (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 geostróficas (Nichols et al. 2000; Polovina et al. 2004; Howell et al. 2010). Durante este trayecto las tortugas se alimentan de forma oportunista del macroplancton 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).

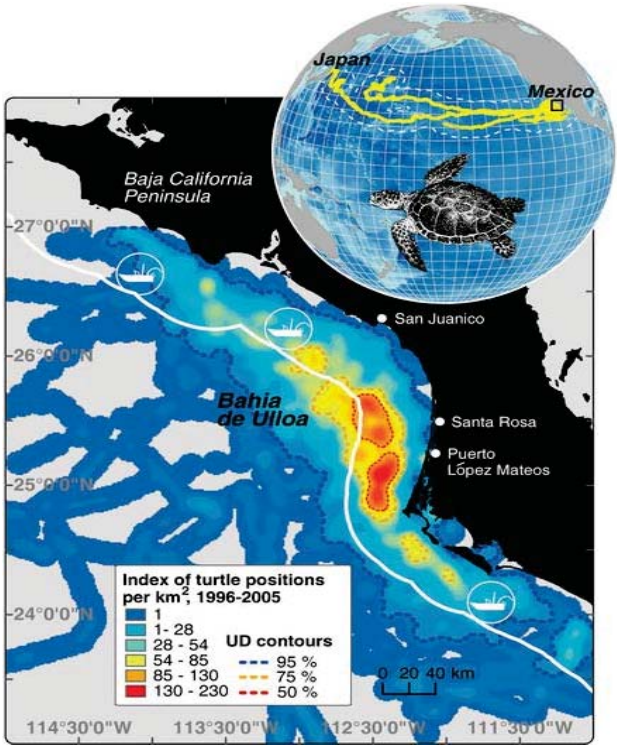


Figura 6: Ruta migratoria transoceánica de retorno de juveniles hacia sus áreas de reproducción (arriba derecha) y uso de hábitat de juveniles frente a las costas de la Península de Baja California (posición por km^2); línea blanca: área de pesca de la flota ribereña; tomado de Peckham et al. (2007).

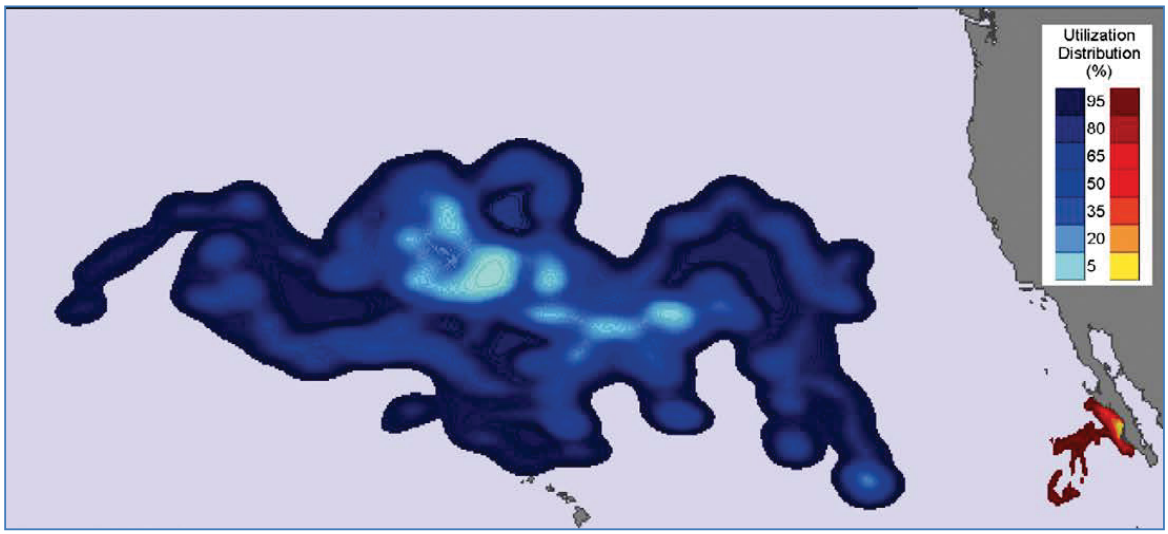


Figura 7: Uso de hábitat de juveniles de la Península de Baja California (Rojo) y del Pacífico Central (azul); tomado y modificado de Peckham et al. (2011).

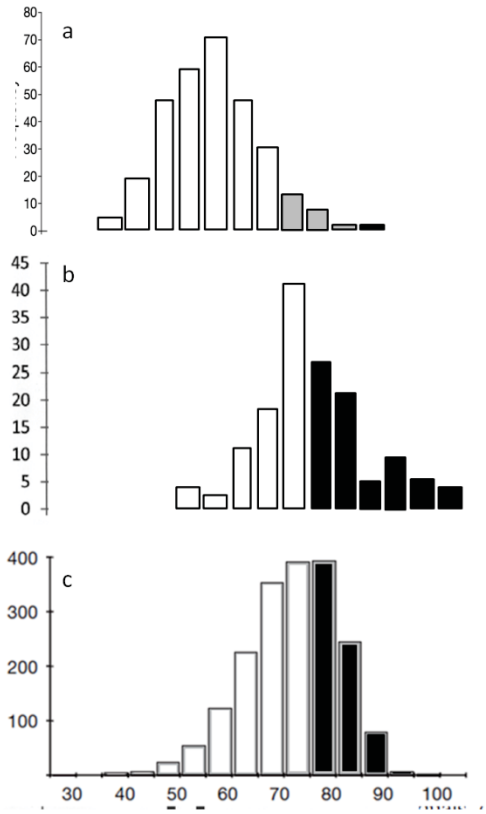


Figura 8: Frecuencia de tallas de: a) organismos juveniles (blanco), sub-adultos (gris) y adultos (negro) capturados incidentalmente por artes de pesca frente a las costas sudamericanas pertenecientes a la población del Pacífico Sur, tomado y modificado de Alfaro-Shigueto et al. (2008); b) organismos 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

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 Aurioles 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 1	*Pleuroncodes planipes*(100%) hábitat P-B *Squilla tiburonensis*(100%)* hábitat B	Villanueva 1991
1998-2000	9	*Pleuroncodes planipes* (100%) hábitat P-B *Callinectes sp* (solo restos en un estomago) hábitat B	Peckham & Nichols 2003
2003-2007	88	*Prionotus spp.* (30%) descartes *Diplectrum spp.* (23%) descartes *Pleuroncodes planipes* (14%) hábitat P-B *Synodus spp.* (11%) descartes *Platymera gaudichaudii (6%)* hábitat B *Hemisquilla ensigera* (5%) hábitat B	Peckham et al. 2011

**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: Aurioles-Gamboa 1992.

Etapa 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).

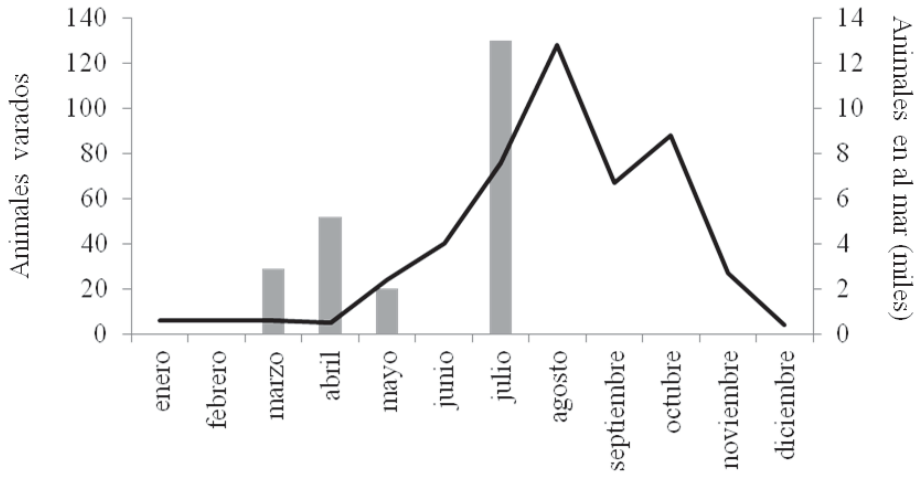


Figura 9: Promedio de tortugas caguamas varadas durante censos de en la playa occidental de Isla Magdalena (línea negra; Peckham et al. 2008) y tortugas caguamas observadas durante censos en el mar en la región (barras grises; Villanueva 1991)

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 concentrase 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 seria 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 movilizarse 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.

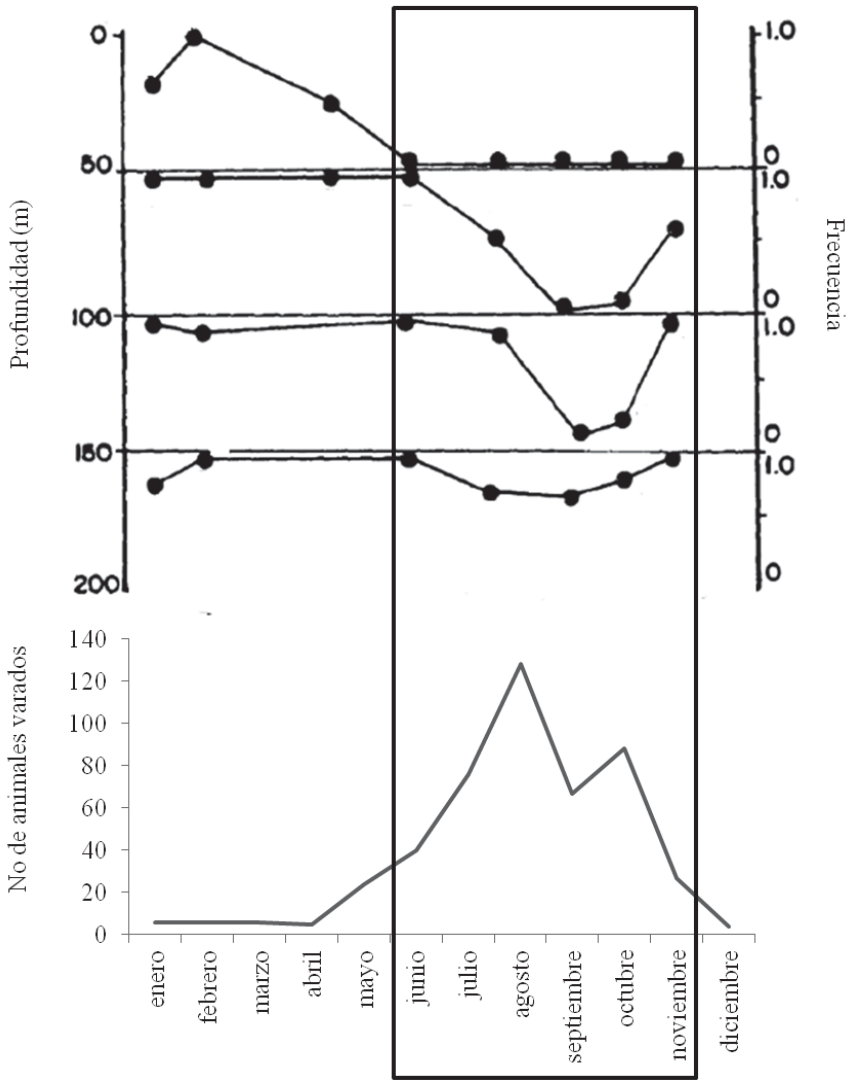


Figura 10: Frecuencia mensual de observación de langostilla a diferentes profundidades sobre la plataforma continental en el Golfo de Ulloa (arriba; tomado y modificado de Aurioles et al. 1992) y número de caguamas varadas en la playa occidental de Isla Magdalena (Peckham et al. 2008).

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 isotopos 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 viajo 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 Pacifico 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,

pudieron 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.

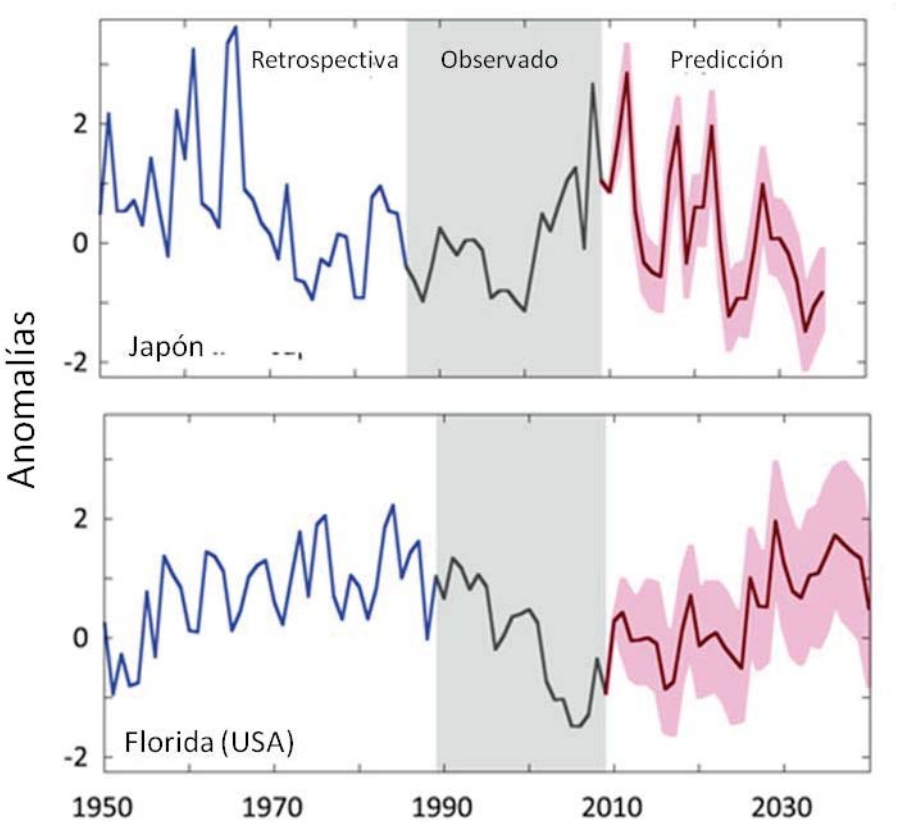


Figura 11: Anomalías en el número de nidos de caguamas en áreas de anidación de la población del Pacífico Norte y del Atlántico Noroeste tomado y modificado de Van Houtan & Halley (2011).

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.

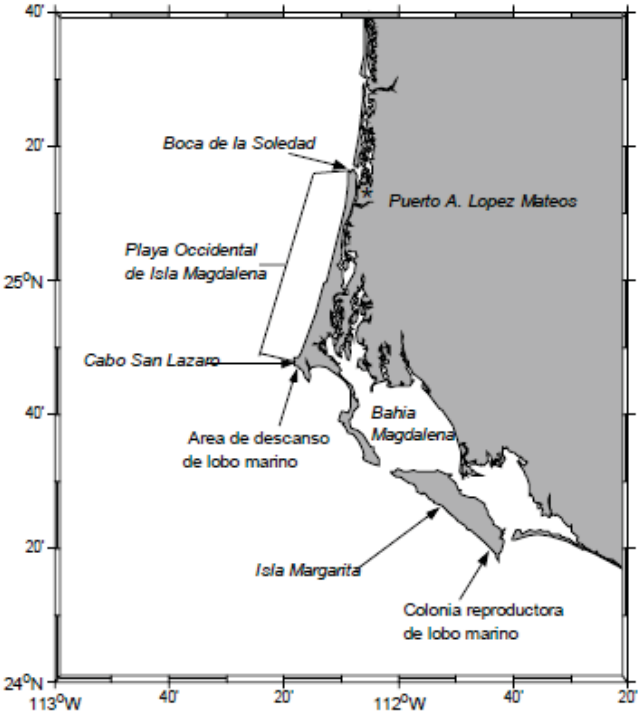


Figura 12: Área de estudio de varamientos; tomado y modificado de Mercuri 2007.

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.

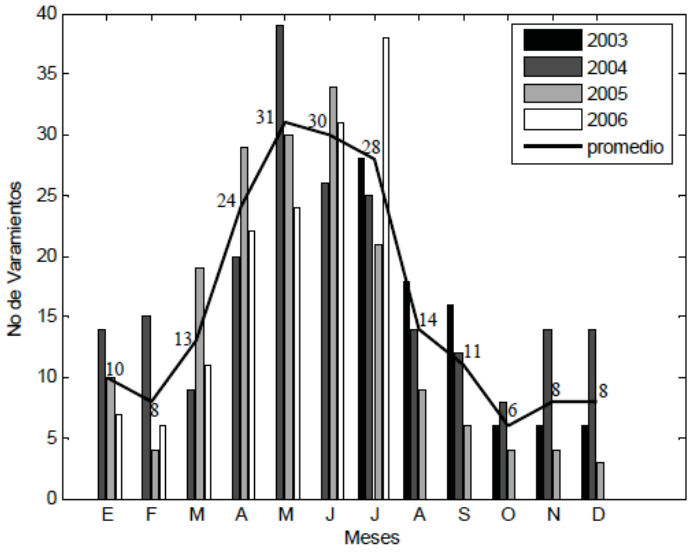


Figura 12: Frecuencia de varamientos durante los meses del año desde julio 2003 a julio 2006 y su promedio; tomado de Mercuri et al. (2007).

Todas las variables quedaron acopladas por su relación de fases describiendo la progresión y dinámica del sistema y su sucesión ecológica (1ro surgencia, 2do productores primarios, 3ro 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

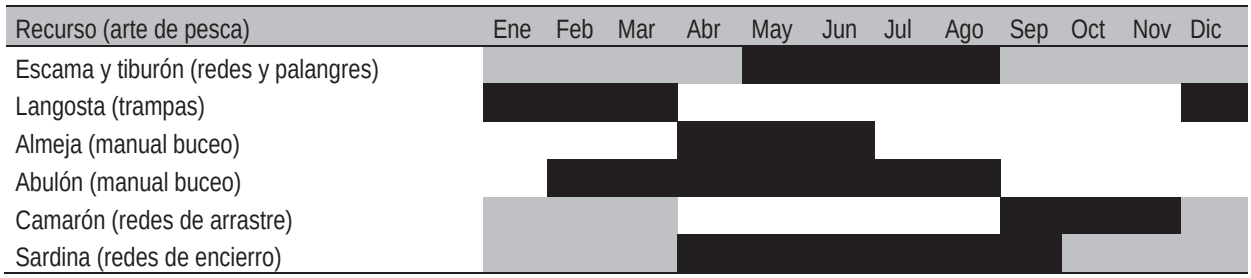
2004 (ene-dic)	150 (71%)	60 (29%)	210
2005 (ene-dic)	114 (66%)	59 (34%)	173
2006 (ene-jul)	80 (57%)	59 (43%)	139
Total	394 (65%)	208 (35%)	602

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:

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



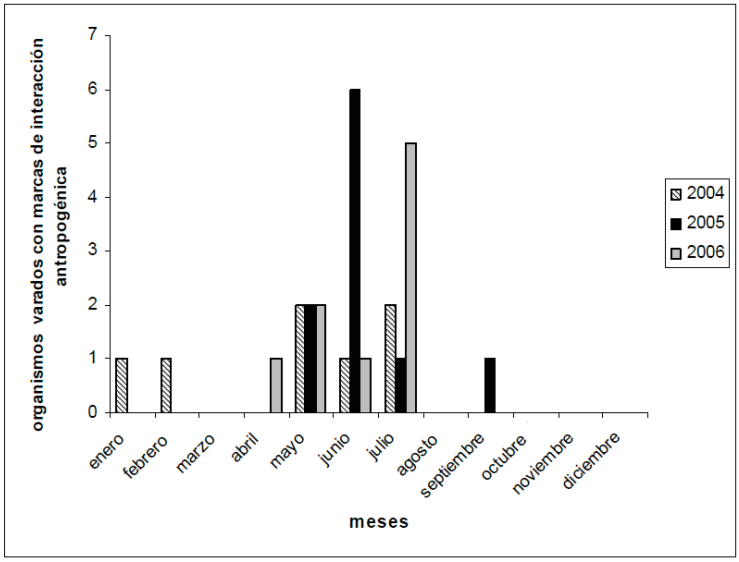


Figura 13: Temporalidad de los varamientos con evidencias de interacción antropogénica; Tomado de Mercuri 2007.

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-Quiñonez 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).

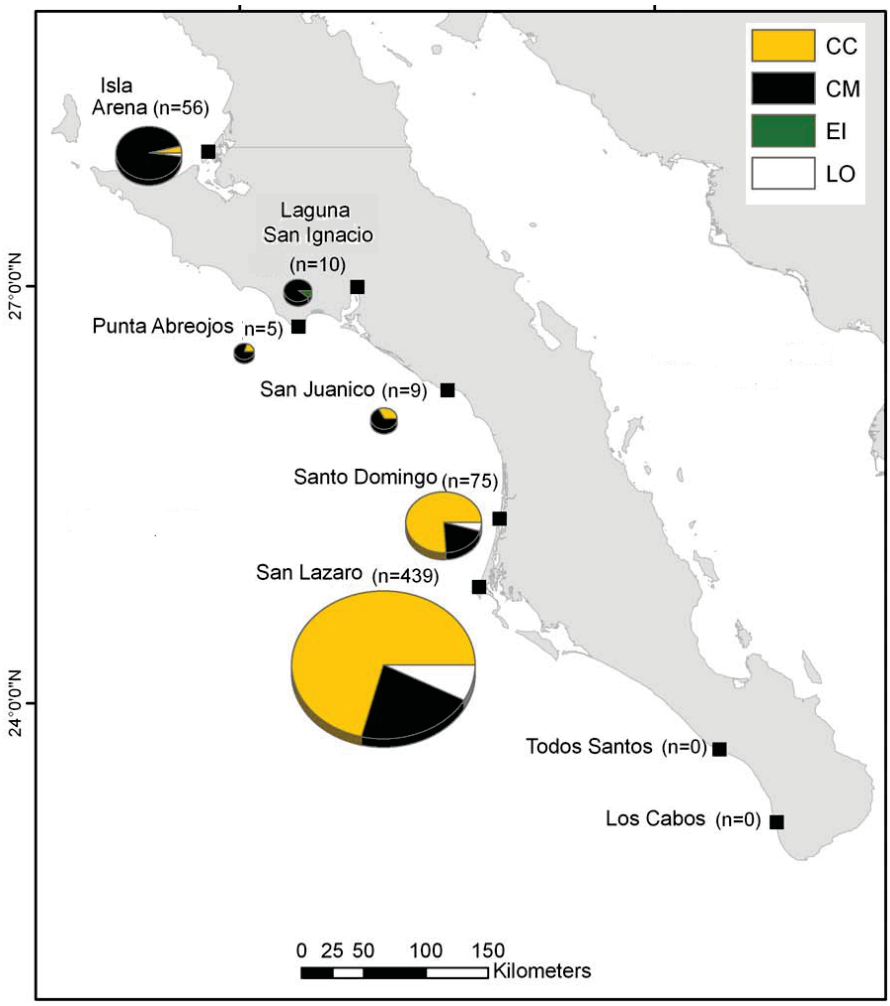


Figura 14: Numero de tortugas marinas varadas en la costa occidental de BCS durante el 2010 y 2011; especies: Caretta caretta (CC), Chelonia mydas (CM), Eretmochelys imbricata (EI) y Lepidochelys olivacea (LO); tomado y modificado de Koch et al. 2013.

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

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 (Aurioles 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.

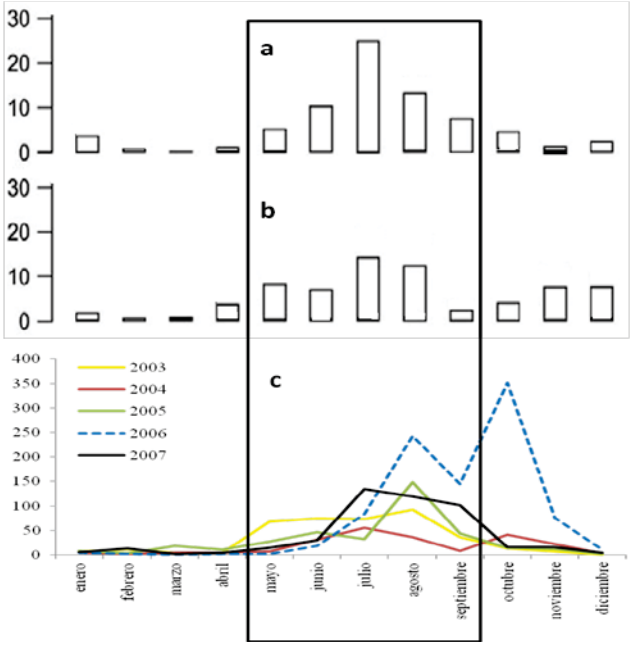


Figura 15: Proporción mensual de varamientos con respecto al total en a) Santo Domingo (n = 75) y b) en playa San Lazaro (n = 439) durante el 2010 y 2011; y c) número de

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

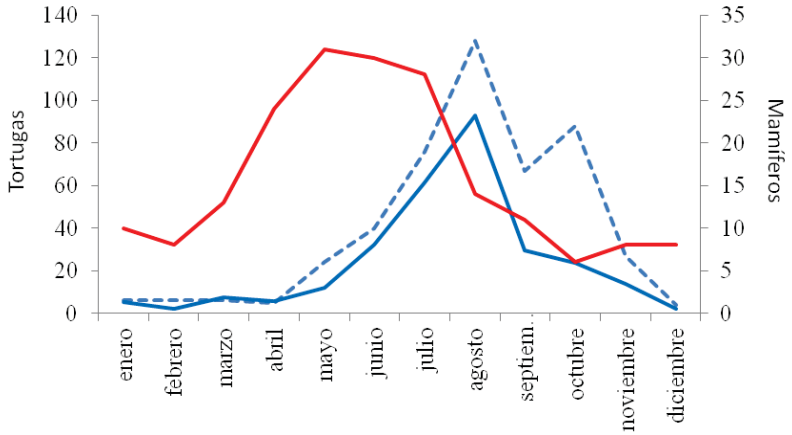


Figura 16: Número de tortugas caguamas (azul) y mamíferos marinos (rojo) varados por mes en Playa San Lázaro de julio del 2003 a Julio del 2006 (líneas solidas); y caguamas varadas por mes en Playa San Lázaro de enero del 2003 a diciembre del 2007 (línea punteada); tomado y modificado de Mercuri (2007)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

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).

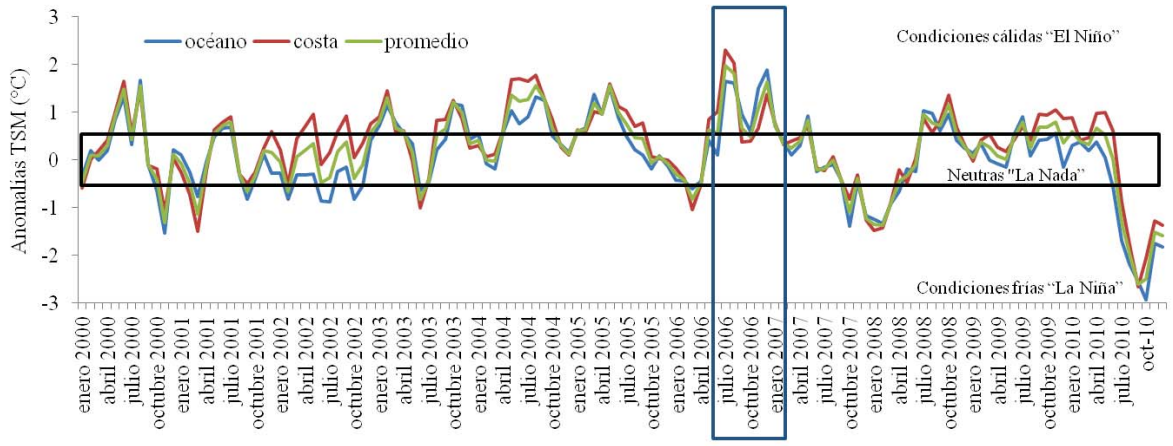


Figura 17: Anomalías de la temperatura superficial de mar con respecto al ciclo estacional observado; para mayor información sobre la metodología empleada ver Salvadeo (2012) y Salvadeo et al. (En prensa).

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.

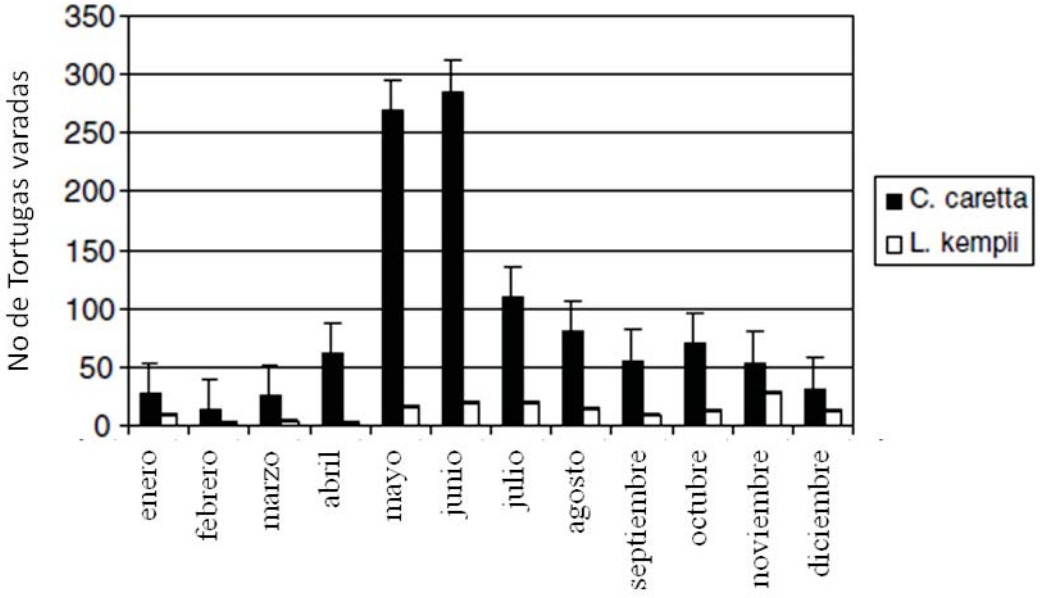


Figura 18: Número de tortugas caguamas varadas por mes en la costa externa de Carolina del Norte; las barras muestra el error de muestreo asociado; tomado y modificado de Hart et al. 2006.

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.

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 ± 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).

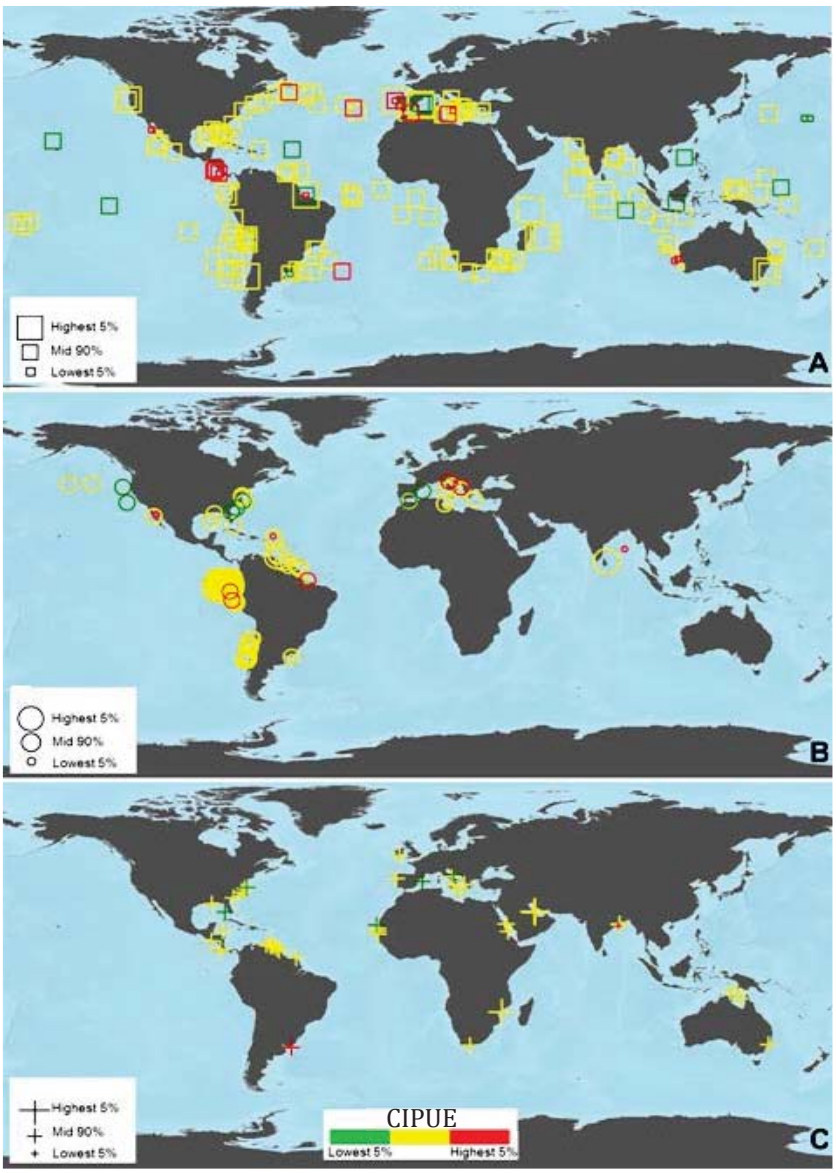


Figura 19: Magnitud del esfuerzo de pesca: alto (símbolo grande), medio (medio) y bajo (chico) para palangres (A), redes de enmalle (B) y redes de arrastre (C); y magnitud de la captura incidental por unidad de esfuerzo (CIPUE): alta (rojo) media (amarillo) y baja (verde); tomado y modificado de Wallace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

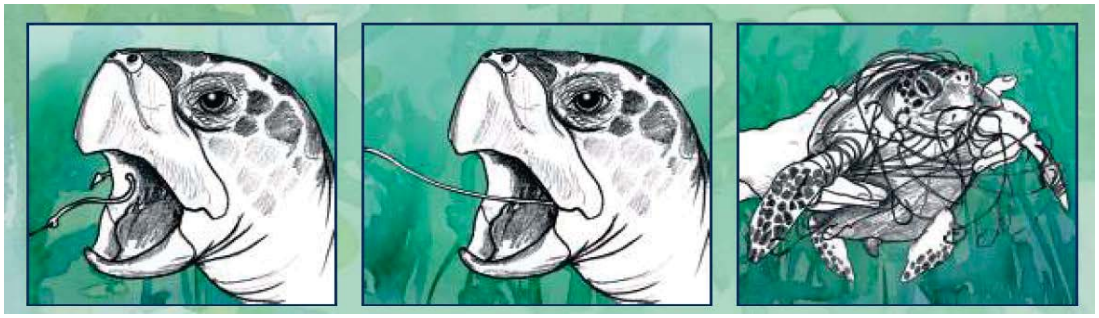


Figura 20: Tortuga enganchada por morder (izquierda) o tragarse (centro) los anzuelos con carnada, y enganchada al enredarse de con las líneas de un palangre (derecha) (tomado de FAO 2010).

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.

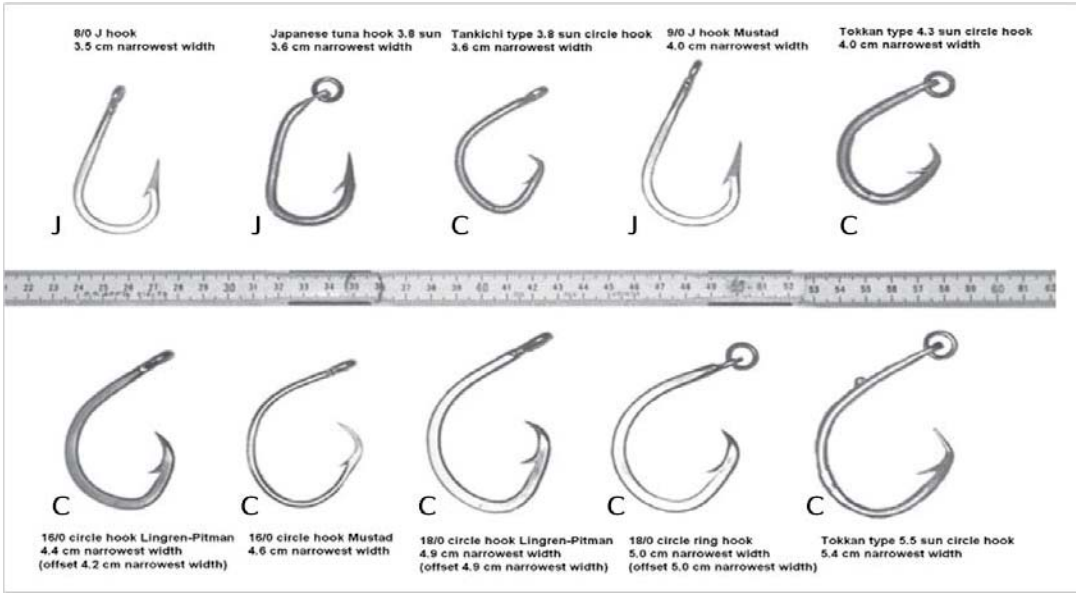


Figura 20: Diseños de anzuelos tradicionales (J) y los anzuelos circulares (C); tomado y modificado de Gilman et al. (2006).

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).

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)	2004	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 golfina (*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.

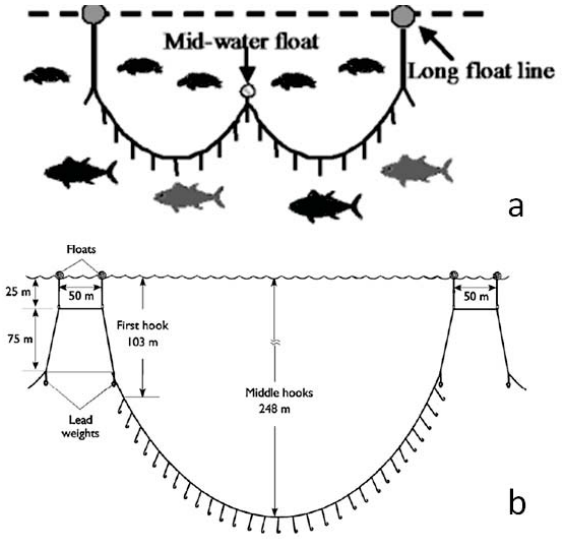


Figura 22: Diseños de palangres; tomados de a) Shiga et al. (2006) y b) Beverly et al. (2009)

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).

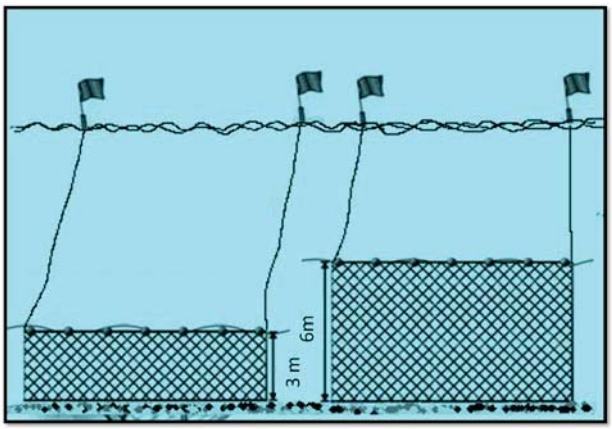


Figura 23: Redes de enmalle de fondo tradicional (derecha) y modificada (izquierda).

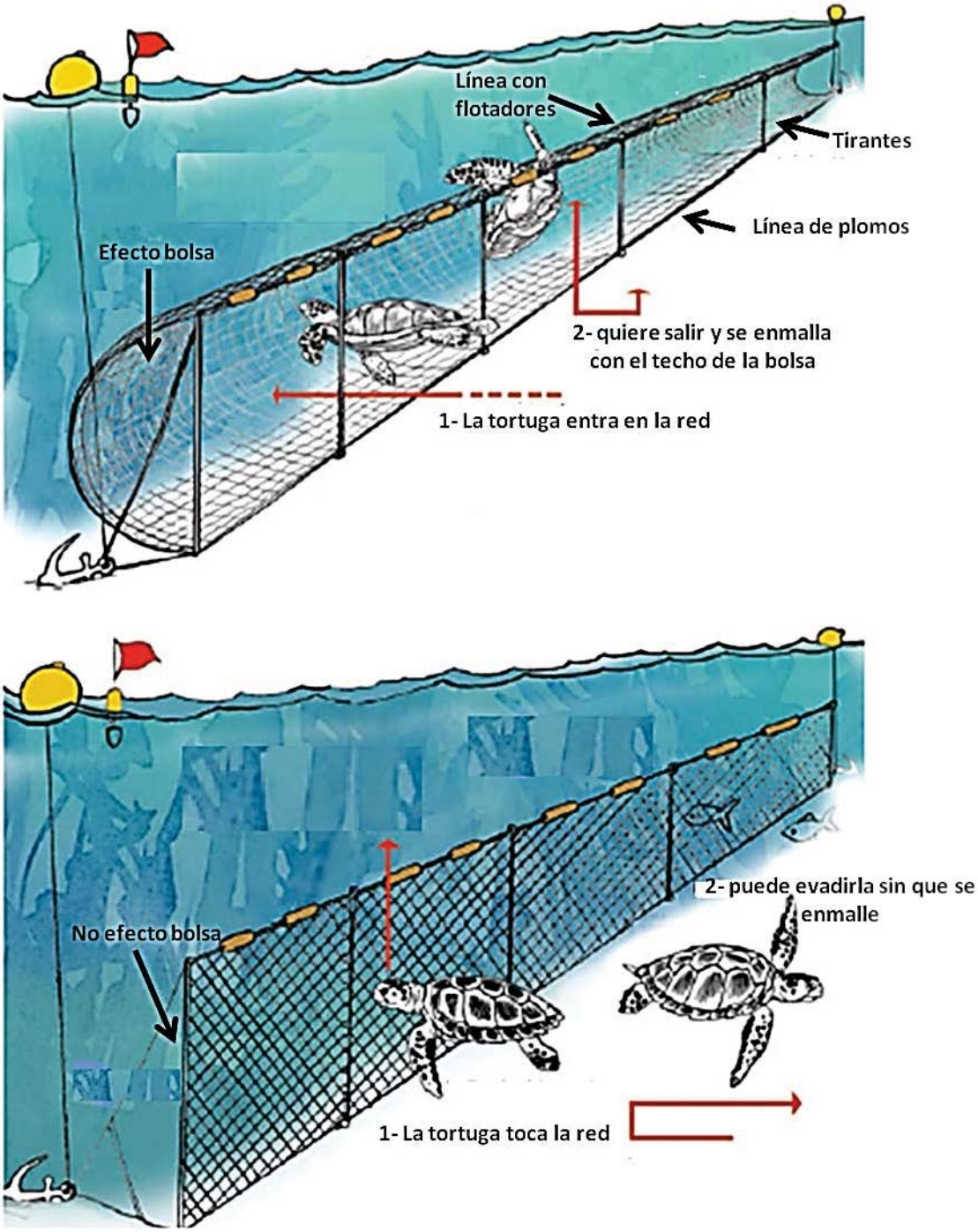


Figura 24: redes de enmalle tradicional (arriba) y modificada (abajo); tomado y modificado de FAO (2010).

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 hawaiiana 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 un 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.

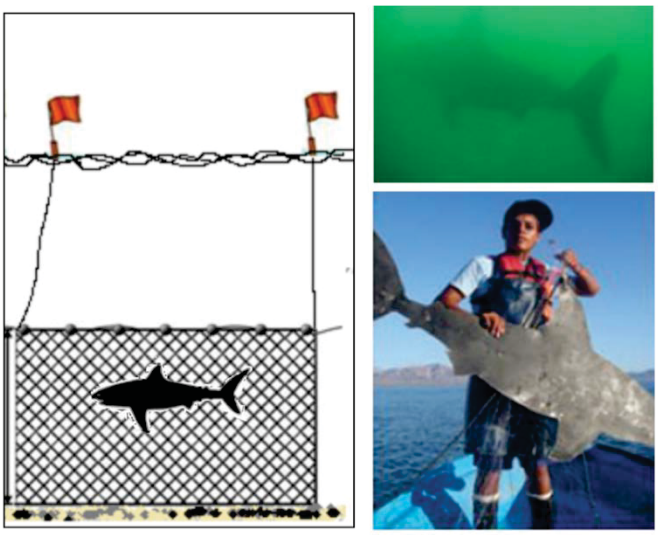


Figura 25: redes de enmalle con silueta de tiburón; tomado y modificado de wang et al. (2010)

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 otras 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, Galatheidae) 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

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. Capitulo 1: 1-9. En: La Langostilla: Biología, Ecología y Aprovechamiento. Eds. Aurioles-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 (Carettidae) 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.

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 (PACLIM), 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.

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 al tortuga caguama del Pacífico (*Caretta caretta*) dentro de su hábitat critico 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:calternative 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. Reentery 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 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

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-Quiñonez C, Zavala-Norzagara A, Espinosa-Carreon 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.

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 Politecnico 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,

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 standarding 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. Zydelis, 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, Ballestero 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 Pacifico de Baja California Sur, Mexico. Departamento de Biologia 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 mortallity 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-Quiñonez 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

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 (UABCS) y al (CIBNOR) mismas que aún no han sido entregadas cabe señalar que se acordó una reunión para discutir el tema

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 incidentalmen-te 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 concentra-ción de metales pesados en sangre en caguamas clínicamente saluda-bles

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 a 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 serian 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 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 cap-turadas 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 muestra 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 al 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

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 del 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

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 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

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 Bahia□a 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 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

Ley-Quiñonez C Zavala-Norzagara A Espinosa-Carreon 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-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 2003-7. Endangered Species Research 5: 171-183 doi 10.3354/esr00123

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.