

**Convención Interamericana para la Protección y Conservación  
de las Tortugas Marinas**  
**12ª Reunión del Comité Consultivo de Expertos de la CIT (CCE12)**  
*13 de Febrero 2019*

**CIT-CCE12-2019-Doc.5**

**Tendencia descendente de la Población Anidadora de Tortuga Verde (*Chelonia mydas*) en el Pacífico Sureste: Causas Potenciales y Acciones Recomendadas**

En 2018, el Comité Científico de la Convención Interamericana para la Protección y Conservación de las Tortugas Marinas (CIT) presentó la actualización del documento técnico sobre el Análisis de Datos en Playas Índice de la CIT 2009-2018 (CIT-CC15-2018-Tec.14). En este documento se detectó una tendencia extremadamente alarmante en la playa índice Quinta Playa en Isla Galápagos, Ecuador y disminuciones similares pero menos dramáticas de las tortugas verdes que anidan al noroccidente de Costa Rica. En respuesta, el grupo de trabajo conformado por Estados Unidos, Perú, Chile y Ecuador elaboró este documento rojo donde se establecieron las posibles causas de esta reducción y se generaron varias recomendaciones la cuales se ponen a consideración del Comité Consultivo de Expertos para ser transmitidas a la Conferencia de las Partes de CIT.

**Tendencia descendente de la Población Anidadora de Tortuga Verde (*Chelonia mydas*)  
en el Pacífico Sureste:  
Causas Potenciales y Acciones Recomendadas**

-- BORRADOR --



**DOCUMENTO TÉCNICO CIT-CC15-2018-Doc.5**

Convención Interamericana para la Protección y Conservación de las Tortugas Marinas

Elaborado por los Delegados CIT de Chile, Ecuador, Perú y los Estados Unidos

**Resumen Ejecutivo**

En 2018, el Comité Científico de la Convención Interamericana para la Protección y Conservación de las Tortugas Marinas (CIT) elaboró un documento técnico titulado Análisis de Datos en Playas Índice de la CIT (2009-2018), una actualización de un informe previo que contenía datos del periodo 2009-2013 (CIT-CC11-2014-Tec.7). En este documento encontramos una tendencia extremadamente alarmante en la playa índice Quinta Playa en Isla Galápagos, Ecuador (Fig. 3) y disminuciones similares pero menos dramáticas en las tortugas verdes que anidan al noroccidente de Costa Rica (Fig. 4). No es claro si la disminución en Galápagos y Costa Rica está relacionada, sin embargo, la ausencia de amenazas significativas en las playas de anidación – particularmente en Galápagos – sugiere que otros factores, además de la muerte de hembras anadoras, se encuentran en juego. Aquí resumimos las tendencias de anidación en tres regiones del Pacífico Oriental (México, Costa Rica y Galápagos) y analizamos las posibles causas de la tendencia decreciente en el Pacífico Sureste. Estas causas puede ser una, o la combinación de las siguientes: 1) un cambio en el esfuerzo de monitoreo; 2) cambios espaciales en la distribución de la anidación; 3) cambios temporales en la distribución de la anidación; 4) cambios en la depredación natural en algunas áreas de alimentación; 5) un incremento en los intervalos de re-migración, dados tal vez por cambios en la productividad marina; 6) una reducción anual en la frecuencia de anidación por hembra; 7) impactos de mareas rojas; 8) impactos del cambio climático; 9) impactos de las pesquerías en áreas de alimentación; e 10) ingesta de plástico. Basado en estas consideraciones, la pesca incidental y el consumo ilegal de tortugas verdes en Perú y Ecuador fueron considerados como las causas primarias de la reducción de la anidación en Galápagos. Sin embargo, no podemos descartar un retraso en la actividad reproductiva debido a un incremento en la frecuencia de los eventos El Niño, ingestión de plástico, e impactos de

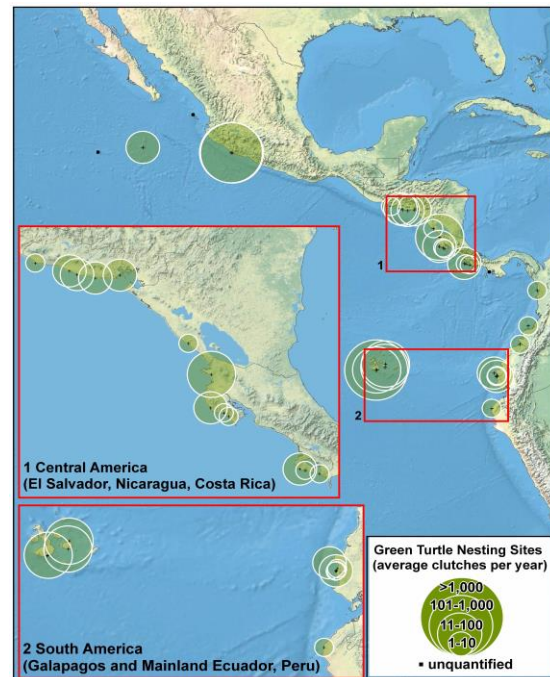
mareas rojas como factores causantes de las reducciones observadas. Recomendamos que la CIT haga un seguimiento detallado en Galápagos, Ecuador continental y Perú, y desarrolle una estrategia para reducir o detener la mortalidad de las tortugas verdes en aguas del Pacífico sureste. En este documento proporcionamos varias recomendaciones para lograr este objetivo.

## INTRODUCCIÓN

La tortuga verde está distribuida en las regiones tropicales, subtropicales y templadas de los Océanos Atlántico, Pacífico e Índico y el Mar Mediterráneo. Las tortugas verdes de la Región del Pacífico Oriental se han definido como una población genéticamente diferente y separada de otras poblaciones de tortugas verdes que se encuentran en otras áreas del Pacífico, estas poblaciones han sido catalogadas como unidades de manejo regionales (RMUs por su nombre en inglés; Wallace *et al.* 2010) y como segmentos poblacionales distintos (DPSs por su nombre en inglés; Seminoff *et al.* 2015). Las tortugas verdes en el Pacífico Oriental han sido enlistadas como Amenazadas en la Lista de Especies en Peligro de los Estados Unidos, y como “En Peligro” en la Lista Roja de la UICN.

En la región del Pacífico Oriental, se ha documentado la anidación de tortuga verde en Colombia, Costa Rica, Ecuador, El Salvador, Guatemala, México, Nicaragua, Panamá, y Perú (Seminoff *et al.* 2015; Fig. 1). La ocurrencia de las tortugas verdes de la RMU Pacífico Oriental ha sido documentada en las aguas costeras de todos los países de esta región geográfica. También han sido observadas de manera poco común en alta mar en el Pacífico Central (Parker *et al.* 2011) y en aguas costeras de varios países entre Japón y Nueva Zelanda en el Pacífico Occidental (e.g., Godoy *et al.* 2012, Okamoto y Kamezaki 2014).

La anidación ha sido documentada en ocho países del Pacífico Oriental (39 sitios en total; Seminoff *et al.* 2015). Series de datos de largo plazo ( $\geq 10$  años) de playas de anidación solo se encuentran disponibles para Playa Colola, Michoacán, México, incluyendo 38 años consecutivos de información (1981–2018) así como un histórico estimado para 1970 (Fig. 2). También hay varios grupos de datos independientes para las Islas Galápagos, Ecuador, abarcando 39 años. Sin embargo, estos datos corresponden a playas diferentes en lapsos de tiempo distintos (e.g. 1979–1982, 2001–2005, 2009–2017); Fig. 3). Además de estos dos sitios de los que se tienen datos de largo plazo, el esfuerzo de monitoreo en las playas de anidación a lo largo de la costa Pacífica de Costa Rica, sugiere que esta región también es un reducto de anidación para la tortuga verde en el Pacífico Oriental, especialmente en el estado noroccidental de Guanacaste, donde en la última década se han monitoreado varias playas de anidación de tortuga verde por primera



**Figura 1.** Sitios de anidación de la tortuga verde en el Pacífico Oriental (Seminoff and Wallace 2012).

vez (Blanco et al. 2012b, Santidrián-Tomillo et al. 2015, Fonseca et al. 2018, P. Santidrián-Tomillo, unpubl. data).

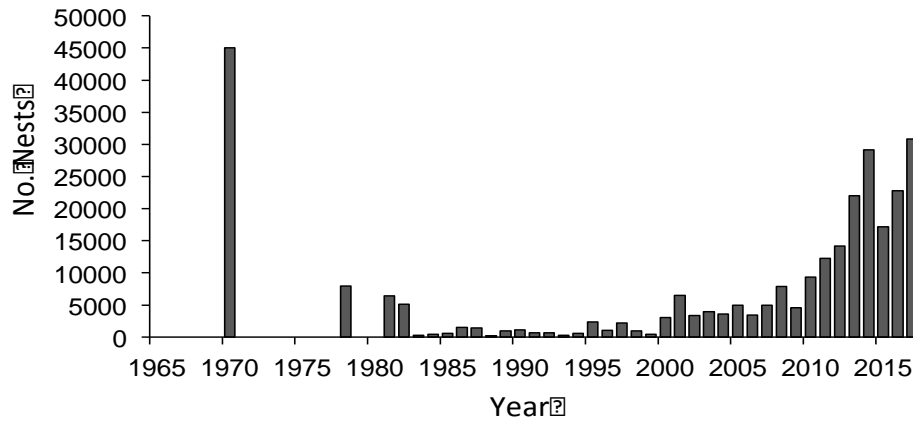
## **TENDENCIAS DE ANIDACIÓN DE LA TORTUGA VERDE EN EL PACÍFICO ORIENTAL**

Los datos actuales sobre tendencia de anidación de tortuga verde en la región del Pacífico Oriental, indican que hay tendencias tanto ascendentes como descendentes en la abundancia de anidación anual, con tendencias ascendentes más aparentes en las porciones norte del Pacífico oriental y tendencias descendentes en el Pacífico Sureste. Por ejemplo, mientras que las tortugas verdes de Playa Colola, México, han mostrado una fuerte tendencia a la recuperación (Fig. 2), su contraparte en las Islas Galápagos (Fig. 3, 4), y en menor medida, en Costa Rica (Fig. 5) ha mostrado una disminución significativa en los últimos años. Las posibles causas se discuten a continuación.

### ***Playa Colola, México***

La información principal sobre abundancia de anidación proveniente de México se origina en Playa Colola en el estado de Michoacán. Allí, los investigadores y conservacionistas de ONGs y de la Universidad San Nicolás han protegido la playa desde 1981. Antes de esto, el saqueo de huevos y la captura de adultos en Colola y adyacente a Colola estaba ampliamente generalizada, e incluso después de que la conservación de la playa de anidación Colola se estableció grandes cantidades de tortugas y huevo fueron extraídos de áreas no protegidas en todo México. Además, hubo una pesquería legal de tortuga verde bastante importante que desembarcó miles de tortugas verdes cada año (Early-Capistrán et al. 2018). En 1990, un decreto presidencial (DOF 1990) creó una moratoria que prohibió el uso de tortuga verde para cualquier propósito y desde entonces se presentan signos de recuperación en las playas de anidación y de alimentación de todo el país (Delgado-Trejo y Alvarado-Díaz 2012, J. Seminoff unpubl. data).

El incremento sostenido de tortugas verdes anidando en Michoacán es un signo alentador para una población alguna vez considerada en peligro de extinción. Los datos de anidación de Playa Colola muestran que la población pasó de 229 hembras/año a principio y mediados de los 80s (1983-1986) a 7,618 hembras/año del 2014 al 2017, lo que equivale a un incremento de más del 3,000% en las últimas tres décadas. La escala de este incremento se hace muy evidente considerando un informe del Dr. Carlos Delgado-Trejo, líder del programa sobre playas de anidación de tortuga verde en Colola de la Universidad de Michoacán, en donde expresa que “El 14 de septiembre de 2014, más de 1000 tortugas verdes anidaron en una sola noche (en litt. al Sr. Earl Possardt del Servicio de Pesca y Fauna Silvestre de USA)”. Los incrementos en la población de tortuga verde del Pacífico Oriental se deben probablemente a un aumento en la protección de playas de anidación, reducción de las amenazas a tortugas marinas en áreas de forrajeo y a los avances en la disminución de la captura incidental de tortugas marinas en pesquerías en el Pacífico Oriental (Senko et al. 2011, Seminoff et al 2015).



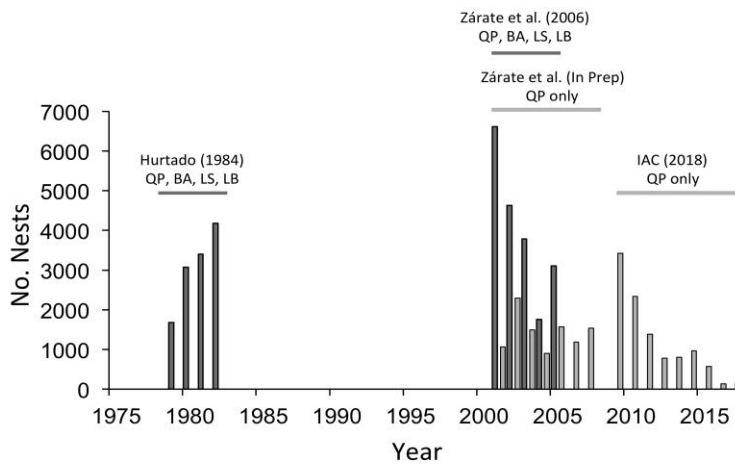
**Figura 2.** Tendencia de 47 años (1970-2018) en el número de nidos de tortuga verde en Colola, Michoacán, México. Línea base de 1970 estimada por Cliffton et al. (1982). Los demás datos son de Delgado-Trejo y Alvarado-Díaz (2012) y C. Delgado-Trejo (datos no publicados).

### Islas Galápagos, Ecuador

La anidación de tortuga verde en las Islas Galápagos (Ecuador) ha sido monitoreada en los cuatro sitios de anidación principales desde mediados de los años 70s (Playas Quinta Playa y Barahona en Isla Isabela, playa las Bachas en la Isla de Santa Cruz, y playa Salinas en Isla Baltra). Hurtado (1984) reportó que entre 1979 y 1982 hubo una abundancia de anidación total promedio para las cuatro playas índice de ~1,400 hembras/año; y que entre 2001 y 2005, un promedio de 1,657 hembras/año anidó en estas playas índice (Zárate et al. 2006). Datos más recientes se encuentran disponibles para Quinta Playa únicamente, y aquí proporcionamos conteos anuales de nidos de las temporadas de anidación 2001–02 a 2007–08 (Zárate et al. in Prep) y de la temporada de anidación 2009–10 a la temporada 2017–18. La mayoría de estos datos fueron proporcionados por Eduardo Espinoza, Líder del equipo de Monitoreo de Ecosistemas del Parque Nacional Marino Galápagos, y también se encuentran incluidos en el informe de la CIT sobre playas índice (CIT, 2018). A partir de estos datos se puede observar que al menos en Quinta Playa, la anidación fue relativamente consistente entre las temporadas de anidación 2001-02 a 2010-11. Sin embargo, desde la temporada 2012-13 ha habido una aparente disminución en la anidación anual de hembras en Quinta Playa (Fig.3). Por ejemplo, los datos proporcionados a la CIT (2018) muestran que durante los primeros tres años de este set de datos (comenzando en 2009-10) había un promedio de 2,379 hembras marcadas cada año (rango = 3418–1381 hembras/año), mientras que en los últimos tres años de datos, el promedio se redujo a 289 hembras/año (rango = 160–570 hembras/año). Los datos de Quinta Playa indican que la anidación de la tortuga verde de Galápagos es altamente variable año a año (similar a otras colonias de tortuga verde) sin embargo, la reducción en los valores de anidación desde el 2015 es alarmante.

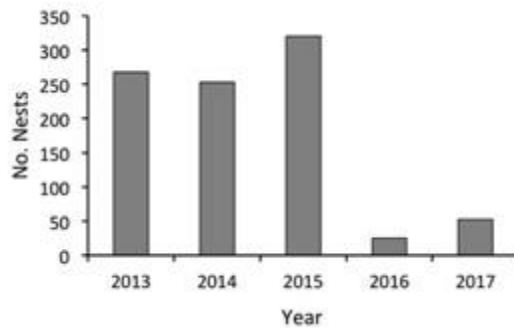
En la Figura 3, se debe tener en cuenta que los datos representan información colectada por tres grupos de investigación diferentes y no constituyen un grupo de datos continuo con el mismo esfuerzo de monitoreo a lo largo de los años. Por ejemplo, los investigadores de la Estación Científica Charles Darwin llevaron a cabo un monitoreo entre las temporadas de anidación 2000-01 y 2012-13 (P.Zarate comm. pers.). Desde entonces, los esfuerzos de monitoreo han estado bajo el liderazgo del Parque Nacional Galápagos, y el nivel al cual estos cambios de mando han impactado las aparentes reducciones no es del todo claro. No obstante,

los datos recientes de anidación en Quinta Playa muestran una reducción de ~90% en la última década (basado en datos de CIT [2018]), y sin importar las razones esta reducción es alarmante y merece mayor atención. También hay datos disponibles para playa Las Bachas (Fig. 4), pero únicamente desde la temporada de anidación 2013–14 (5 años en total), un periodo muy corto para llegar a alguna conclusión. Sin embargo, el hecho que la reducción en las Bachas (Isla Santa Cruz) se asemeje al de Quinta Playa (Isla Isabela) particularmente durante las temporadas de anidación 2016-17 y 2017-18, sugiere que la disminución se presenta en todo el Archipiélago de Galápagos. Hemos planteado algunas probabilidades más adelante en este documento (ver abajo).



**Figura 3.** Valor anual de nidos de tortuga verde en las Islas Galápagos. Los datos corresponden a tres periodos diferentes con esfuerzo de monitoreo variable.

QP – Quinta Playa. BA – Barahona. LS – Las Salinas. LB – Las Bachas

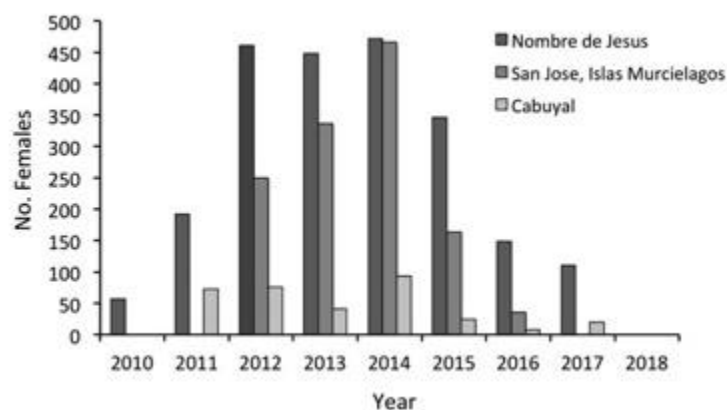


**Figura 4.** Valor anual de nidos de tortuga verde entre las temporadas de anidación 2013-14 y 2017-18 en Playa Las Bachas, Islas Galápagos, Ecuador.

### Costa Rica

Costa Rica cuenta con un gran número de playas de anidación de tortuga verde, especialmente en el estado noroccidental de Guanacaste. Aunque la anidación de tortuga verde ha sido documentada desde finales de los años 70s (Cornelius 1982), en la última década el enfoque en la tortuga verde se ha incrementado en toda la región (e.g. Blanco et al. 2012, Santidrián-Tomillo et al. 2015) y se ha descubierto al menos una playa principal de anidación de tortuga verde (en Isla San José, Fonseca et al. 2018).

No existen datos de largo plazo para ninguna de las playas de anidación de tortuga verde en el Pacífico Costarricense, sin embargo, algunas series de datos sobre el número de hembras en tres playas de Guanacaste están disponibles (Playa Nombre de Jesús desde la temporada 2010–11, Isla San José desde la temporada 2012–13, y Playa Cabuyal desde la temporada 2011–12; Fig. 5). Los relativamente pocos nidos que se contaron durante los primeros años de esta serie de datos probablemente se deben a un menor esfuerzo de monitoreo, mientras los proyectos de monitoreo comenzaban. Es interesante que la disminución del número de hembras comienza en la temporada de anidación 2015–16 en los tres sitios, extendiéndose ampliamente por Costa Rica durante ese periodo (P. Santidrián-Tomillo, com. pers.) lo cual sugiere que la disminución en una playa en particular no podría deberse a tortugas que cambiaron de playa. Por supuesto este es un lapso de tiempo muy corto para generar conclusiones, pero en el contexto del colapso de anidación en Galápagos, la reciente tendencia descendente en Costa Rica llama la atención. Las posibles causas de esta disminución se discuten más adelante.



**Figura 5.** Valor anual de nidos de tortuga verde en tres sitios de la costa Pacífica de Costa Rica. Datos del Informe CIT sobre Playas Índice (2018), Santidrián-Tomillo; datos sin publicar,

## CAUSAS PROBABLES DE LA DISMINUCIÓN EN GALÁPAGOS Y COSTA RICA

### **1. Cambio en el esfuerzo de monitoreo**

**[amerita más investigación]**

Un menor esfuerzo en el monitoreo de playas de anidación puede resultar en menos nidos contados durante estas actividades. Aunque sabemos que hubo cambios de mando en el monitoreo de las playas de anidación en Galápagos (de la Estación Científico Charles Darwin al Parque Nacional Galápagos después de la temporada de anidación 2012-13). Sin embargo, cualquier cambio en el esfuerzo de monitoreo es incierto y esperamos tener mayor claridad sobre las fechas de todas las temporadas de anidación en Galápagos.

### **2. Cambio temporal en la anidación**

**[baja probabilidad]**

Un cambio temporal en la anidación puede resultar en un esfuerzo de monitoreo en la época del año incorrecta. Cambios temporales en la anidación atribuidos al cambio climático, han sido observados en otras playas de anidación de tortugas marinas. (e.g. Azanza-Ricardo et al. 2017). Por otro lado, las tortugas verdes anidando en Playa Colola, Michoacán, México presentaron un pequeño retraso en el comienzo de la temporada de anidación 2018-19 (C. Delgado-Trejo, com. pers.); sin embargo, no hay evidencia que sugiera que los cambios en tiempo y duración de la anidación fueran generales o causantes de disminuciones.

### **3. Cambios espaciales en la distribución de la anidación**

**[baja probabilidad]**

Si las tortugas cambian su playa de anidación, esto puede resultar en una disminución de tortugas en una playa y aumento en otra playa adyacente. Si esta “nueva” playa no ha sido monitoreada por los biólogos es posible que la anidación no sea reportada. Datos de marcaje de Galápagos y Costa Rica indican que las tortugas cambiarán sus playas de anidación ocasionalmente (Zarate et al. 2006, Fonseca et al. 2018, P. Santidrián-Tomillo, com. pers.), pero este no es un factor significativo en las disminuciones observadas. Además, la disminución en Galápagos fue aparente tanto en Quinta Playa como en Playa Las Bachas. Asimismo, las disminuciones en Costa Rica ocurrieron en las tres playas que son monitoreadas, durante el mismo periodo de tiempo. Estos ejemplos sugieren que las tortugas no cambiaron de playas en número elevados, por tanto, es improbable que un cambio espacial en la distribución de la anidación sea un factor significativo en las disminuciones observadas.

### **4. Cambios en la depredación natural en las áreas de forrajeo**

**[amerita más investigación]**

Las tortugas del Pacífico oriental son depredadas por tiburones tigre (*Galeocerdo cuvier*) y por orcas (*Orcinus orca*) en las áreas de forrajeo costeras. En Chile, las tortugas verdes son particularmente abundantes en el área de descarga térmica de una planta de energía con enfriamiento de agua (Bahía Mejillones, 23°S) en la Región de Antofagasta, y ha habido reportes de lobos marinos suramericanos (*Otaria byronia*) matando tortugas marinas que se agregan en estas áreas (Sarmiento-Devia et al. 2015). Cerca del límite norte de Chile, específicamente en Arica, un total de 120 tortugas verdes fueron encontradas varadas con heridas externas graves durante la temporada 2017-2018. Un alto porcentaje de estas estaba decapitada, y aunque las causas no son claras, el Servicio Nacional de la Pesca atribuye esta mortandad a pescadores



locales o a ataques de *O. byronia*. A pesar de estas observaciones, es improbable que la depredación tenga un efecto importante en la anidación en Galápagos y Costa Rica. Según comunicación personal con la Bióloga Paula Salinas de la Universidad Nacional Arturo Prat (UNAP), la cual viene trabajando en el tema de tortugas marinas en la playa Chinchorro en Arica (18°28'S 70°18'W), la zona de alimentación de tortuga verde en Chile, nos informa que muchos de los ejemplares de tortugas varadas vienen en un alto estado de descomposición, lo que hace difícil realizar necropsias. La pesca incidental podría ser un factor importante en las tortugas varadas, sin embargo también se registraron ejemplares frescos a los que se les realizó necropsias y en los cuales se puede ver interacción con lobo marino chusco (*Otaria flavescens*) se ve el desgarramiento en el cuello y no presentaban estómago. Es decir básicamente el lobo se come el estómago de las tortugas, esto se debe a que estas presentan huevos de pejerrey, debido a que en la zona de alimentación abunda este tipo de huevo, por lo que hace pensar que su muerte fue cerca de la costa. Por otro lado SERNAPESCA está haciendo un estudio de tejido en U.S. A, para ver si la interacción con el lobo fue antes o después de muerto el ejemplar. Algunos ejemplares que se pudo realizar necropsia, presentaban pulmones sin indicios de ahogamiento y más bien presentaban derrame pulmonar, lo que sería evidencia de ataques de lobos marinos. Por otra parte este comportamiento de un lobo marino se registró también en Pisagua (19°35'S, 70°12'W), lugar del borde costero de la Región de Tarapacá, a 130 km al sur de Arica, donde se registró fotográficamente el ataque de lobos a dos tortugas las cuales estaban vivas. Este tipo de ataques por lobo marino puede estar dado por falta de alimento. Este tipo de ataques de Lobos a tortugas marinas en Chile ya fue registrado previamente en la Bahía de Mejillones en el año 2006 (Guerra et al., 2007)

#### **5. Demora en la reproducción debida a un aumento en el intervalo de reemigración**

**[amerita más investigación]**

Los cambios en el intervalo de reemigración pueden darse debido a cambios en la productividad marina. Esto ha sido demostrado en las tortugas Laúd del Atlántico (Hetherington et al. en prensa). Sin embargo, no hay datos de largo plazo disponibles sobre intervalos de reemigración en tortugas verdes del Pacífico Oriental. Así que la reducción de la anidación debida a una baja productividad marina —tal vez como resultado de eventos El Niño u otros cambios de gran escala en el ambiente marino— no puede ser descartada. Esto se acentúa al observar que esta caída precipitada en la anidación anual en Galápagos durante las temporadas de anidación 2016-17 y 2017-18 también se presenta en algunos sitios de Costa Rica, sugiriendo que cambios a nivel de la cuenca oceánica (i.e. Pacífico sureste) en la productividad marina pueden haber causado que las hembras evitaran anidar debido a la insuficiencia de recursos energéticos, y exhortamos a estudiar esta posibilidad más de cerca.

#### **6. Reducción en la frecuencia de anidación anual por hembra**

**[amerita más investigación]**

Para las playas en las cuales la tendencia de la abundancia está basada en conteo de nidos (e.g. Galápagos, México) los cambios en la frecuencia de anidación anual de hembras adultas impactan el valor total de nidos de tortuga verde. Este no sería un factor, si como en el caso de Costa Rica, la abundancia está determinada por las hembras marcadas. Existen datos sobre nidos/hembra/temporada en Galápagos (Zárate et al. 2002), México (Alvarado-Díaz et al. 2003) y Costa Rica (Blanco et al. 2012, Santidrián-Tomillo et al. 2015, Fonseca et al. 2018); sin embargo,

todas son estimaciones de un solo punto, y no hay estudios de largo plazo para evaluar los cambios en la frecuencia de anidación anual. De hecho, una mayor frecuencia en los eventos El Niño podría llevar a una baja productividad en las áreas de alimentación lo cual resulta en cambios en la frecuencia anual de anidación. Por ende, recomendamos que este tema se estudie más a fondo.

### **7. Impactos por mareas rojas**

**[probabilidad media]**

La frecuencia de eventos de mortalidad masiva de tortugas marinas en el Océano Pacífico Oriental se ha incrementado. Este tipo de eventos se han presentado en los últimos años en México, El Salvador, Honduras, Guatemala, y en otros lugares. Los científicos creen que muchas de estas mortandades fueron el resultado de grandes eventos de marea roja. Sin embargo, a pesar de los esfuerzos por mejorar las actividades de respuesta durante varamientos masivos, (i.e. muestreo de tejidos, análisis) el vínculo entre los eventos de mortalidad masiva y la marea roja todavía no es claro.

Una gran cantidad de tortugas verdes que anidan en Cabuyal, Costa Rica, se alimenta en el Golfo de Fonseca (P. Santidrián-Tomillo, com. pers.), así que los eventos de mortalidad masiva en Honduras pudieron incluir algunas anidadoras de Costa Rica, y esto pudo haber contribuido en parte a las disminuciones observadas. La interacción entre las tortugas verdes de Galápagos y la marea roja no es claro. En ambas regiones (i.e., Galápagos, Costa Rica) se debe investigar a fondo el impacto de las mareas roja en las tortugas verdes.

### **8. Impactos del cambio climático**

**[probabilidad media]**

Es muy probable que el cambio climático tenga algún tipo de impacto en las tortugas verdes del Pacífico Oriental debido a los cambios en la temperatura del agua que probablemente afectan la calidad del hábitat en las áreas de forrajeo, o por el incremento en la temperatura de incubación en las playas de anidación que podría feminizar la población a medida que la temperatura de incubación aumenta. De hecho, los impactos del cambio climático están estrechamente ligados con algunas de las causas discutidas anteriormente (e.g., mareas rojas, temporalidad de la anidación, aumento en el intervalo de reemigración). Sin embargo, es probable que pasen muchos años antes que los efectos del aumento de la temperatura en las playas (que llevarán a un número insuficiente de tortugas macho), el incremento en la temperatura del agua (que produce una menor productividad y menor calidad de hábitat), y el aumento en el nivel del mar (que reduce la disponibilidad de hábitats de anidación) tengan un impacto importante sobre la abundancia de la anidación.

Otro impacto probable del cambio climático es un aumento en la frecuencia de eventos “El Niño Oscilación del Sur (ENSO) y de mareas rojas. Los ENSO se han relacionado con una menor anidación de las tortugas laúd del Pacífico Oriental (Saba et al. 2007) y es posible que también afecten a las tortugas verdes, lo que resulta en que los individuos retrasen la anidación. Si es así, este podría ser un factor importante en la disminución de la anidación en Galápagos y Costa Rica.

### **9. Impacto de las pesquerías en áreas de forrajeo**

**[probabilidad alta]**

Los impactos de la mortalidad por captura incidental en las pesquerías han sido un gran reto para la conservación de las tortugas marinas en todo el mundo. Para vincular la mortalidad por captura incidental con la disminución de la abundancia de anidación es importante comprender las áreas

de forrajeo y las rutas migratorias de las poblaciones anidadoras en decadencia. En el Pacífico Oriental se han hecho varios estudios de marcaje satelital de tortugas verdes migrando después de la anidación (e.g. Seminoff et al. 2008, Blanco et al. 2012, Hart et al. 2015) así como estudios con marcaje de aleta (Green 1984, Alvarado y Figueroa 1992, Seminoff et al. 2002, y otros), que muestran vínculos entre las playas de anidación y las áreas de forrajeo.

En Costa Rica, Blanco et al. (2012) encontraron que las anidadoras saliendo de las playas de Guanacaste viajaron en su mayoría hacia el norte, y establecieron sus zonas de alimentación en aguas costeras de Guatemala, El Salvador, Honduras y Nicaragua. A pesar que la cuantificación de la captura incidental de tortugas marinas en pesquerías en estos países no es muy clara, esta es una región que se conoce por su gran esfuerzo pesquero artesanal y por ende la captura incidental en pesquerías no se debe descartar como factor en las disminuciones observadas.

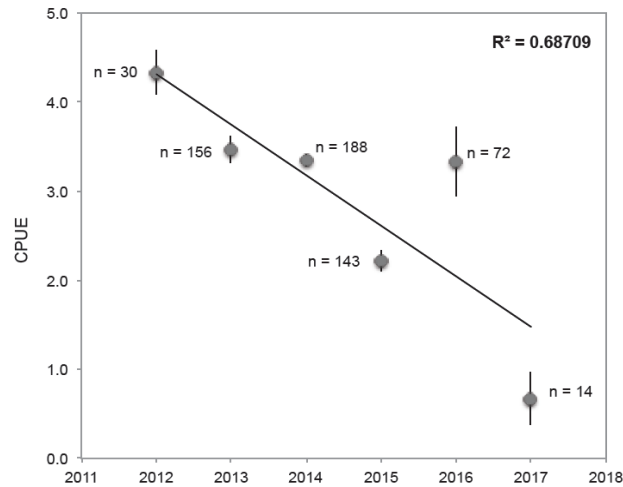
En cuanto a las tortugas verdes de Galápagos, el seguimiento hecho por Seminoff et al. (2008) ha demostrado que algunos individuos se alimentan en alta mar después de la anidación y otros se mueven hacia las costas de Centro América. Las marcas en aletas recuperadas reportadas por Green (1984) indican que una proporción substancial de tortugas verdes anidando en Galápagos se mueve hacia la costa de Sur América para alimentarse, especialmente a lo largo de la costa de Perú y Ecuador. Una investigación reciente de Quiñones et al. (2010) mostró un reclutamiento elevado de tortugas verdes de Galápagos en áreas de alimentación de Perú, como resultados de una variabilidad ambiental causada por El Niño.

En cuanto a las tortugas en Perú, muchas son afectadas por la captura ilegal y el consumo (Quiñones et al. 2015, 2017). Los números de tortugas verdes anidando en Galápagos (aparentemente a causa del ENSO) fueron contrarios al número de tortugas desembarcadas en Paracas, como ocurría en los años 70s y 80s (Quiñones et al. 2010). Entonces, durante los años en que la anidación en Galápagos era alta, los desembarcos en Perú eran bajos y viceversa. Sin embargo, en los últimos dos años (2017-2018) y a pesar del evento ENSO (que normalmente resultaría en más tortugas en Perú), la captura por unidad de esfuerzo (CPUE; N° tortugas / km red / hora) en Paracas se mantuvo relativamente baja. (J. Quiñones, unpubl. data). Además, la CPUE en el Estuario de Virrilá se redujo entre 2012 y 2017 (Fig.6), y las causas de la reducción son inciertas. Sin embargo, la mortalidad que se sigue presentando relacionada con pesquerías y con consumo humano es probablemente parte de la causa en la reducción de la CPUE.

Además de la reducción de la CPUE en las zonas de alimentación Peruanas, entre 2000 y 2007, Alfaro-Shigueto et al. (2011), utilizaron programas de observadores a bordo y en tierra, en tres puertos pesqueros Peruanos de pequeña escala para evaluar el impacto de las pesquerías artesanales con palangre, red de fondo, y redes de deriva en tortugas marinas. Con base en sus entrevistas, Alfaro-Shigueto et al. (2011) estimaron que durante este periodo, un promedio de 2,400 tortugas verdes por año fueron capturadas incidentalmente. A pesar que reportan que cerca del 90% de estas tortugas fueron liberadas vivas, este informe representa un descubrimiento de referencia del alcance potencial de las capturas incidentales y de la mortalidad relacionada con captura incidental.

La captura incidental de tortuga verde también ha sido reportada en la pesquería con palangre industrial (Donoso y Dutton 2010). Una publicación más reciente de Alfaro-Shigueto et al. (2018) muestra altos valores de captura incidental de tortugas verdes en pesquerías artesanales costeras de Ecuador, Perú y Chile (a pesar de estar en veda), en las que muchas de estas tortugas se retuvieron para consumo. El consumo ilegal de tortuga verde en el Pacífico

Oriental ha sido constante durante la última década (de Paz et al. 2004) y es altamente probable que estas capturas estén impactando significativamente a la población anidadora de tortugas verdes de Galápagos. Exhortamos a un monitoreo adicional en las áreas de forrajeo para determinar si reducciones como las observadas en Perú también se están presentando en otros destinos de forrajeo de las tortugas verdes de Galápagos.



**Figura 6.** Captura por unidad de esfuerzo de tortugas verdes en el Estuario de Virrilá, Perú (2012-2017). CPUE expresada en el número de tortugas por kilómetro de red por hora. Las barras de error indican el error estándar. Nótese la tendencia negativa y los bajos valores en 2015 y 2017, correspondientes con eventos El Niño.

## 10. Incremento en la ingestión de residuos plásticos en áreas de forrajeo

*[amerita más investigación pero se prevé que sea un factor]*

Los efectos dañinos de la basura marina y la ingestión de plástico por las tortugas marinas han sido reconocidos por muchos años (Carr 1987, Bjorndal et al. 1994). Sin embargo, debido a un incremento en la magnitud de los residuos plásticos en el océano (Kaiser 2010) el problema está captando mayor atención a nivel mundial. Mientras que la ingestión de plástico implica un riesgo de mortalidad por bloqueo intestinal en las tortugas marinas, los polímeros plásticos son una fuente adicional de polución como contaminantes orgánicos persistentes (Moore, 2008). En dos de las áreas de forrajeo más importantes de Perú, “Estuario de Virrilá” (05°50’S) y Paracas (13°50’S), se registró un 23.5% y un 45.3% de frecuencia de ocurrencia de ingestión de plástico en lavados esofágicos en Virrilá (n=120) y en Paracas (n=86), respectivamente. (Javier Quiñones, unpublished data). Sin embargo, hasta el momento no existe un conteo directo de la mortalidad debida a la ingestión de plásticos en el Pacífico Oriental, por ende este factor requiere mayor investigación en áreas de forrajeo.

## CONCLUSIONES

Los datos de monitoreo de playas de anidación indican que las tortugas verdes muestran una tendencia marcada a la recuperación (Fig. 2), mientras que la de las tortugas verdes en Galápagos y tal vez también las de Costa Rica, ha mostrado una disminución significativa durante la última década. Consideramos 10 causas probables de estas disminuciones. Las causas que fueron consideradas como causantes improbables del descenso observado incluyeron el esfuerzo de monitoreo, cambios espaciales y temporales en la anidación, y cambios en las tasas de depredación naturales. Las causas que podrían estar influenciando la abundancia de la anidación pero que ameritan ser estudiadas más a fondo incluyen la posibilidad de un aumento en los intervalos de reemigración, la reducción en la frecuencia anual de anidación de las hembras anidadoras, y la mortalidad debida a la ingestión de plástico. Los factores que probablemente están afectando de forma negativa la abundancia de hembras anidadoras incluyen mareas rojas e impactos del cambio climático. El mayor impacto en las tortugas verdes, particularmente en aquellas anidando en Galápagos, es causado por la captura incidental y el consumo ilegal, estas amenazas son particularmente agudas en las aguas costeras de Perú.

Como resultado de este informe, urgimos a la CIT para que preste mayor atención a la captura incidental actual en pesquerías y el consumo ilegal en Perú. Si estas amenazas no se detienen o se reducen substancialmente el panorama a largo plazo para las tortugas verdes anidando en Galápagos no es prometedor.

## RECOMENDACIONES

Con base en lo mejores datos científicos disponibles, la anidación anual de las tortugas verdes en Galápagos, y en menor medida en la Costa Pacífica de Costa Rica se ha reducido a una velocidad alarmante. Como resultado de esta disminución y de nuestro análisis de causas probables, recomendamos lo siguiente:

1. Mantener constante el esfuerzo de monitoreo en las principales playas índices de Galápagos durante toda la temporada de anidación de tortuga verde.
2. Caracterizar el esfuerzo de monitoreo (ej. fecha de inicio/fecha de finalización) en todas las temporadas de anidación y en todas las playas de Galápagos.
3. Maximizar el éxito de anidación y la producción de neonatos en Galápagos. Algunas estrategias para lograrlo incluyen reducción de depredadores, y crear sombra para alcanzar temperaturas de incubación óptimas.
4. Implementar esfuerzos locales (regulaciones y control) para reducir el consumo humano cerca de las zonas de alimentación principales en el Pacífico Sureste. Estos esfuerzos se deben intensificar en áreas que coinciden con pesquerías locales con redes, tomando en cuenta las particularidades sociales locales específicas.
5. Determinar el nivel en que la reducción en la productividad marina (a causa del aumento de la frecuencia de eventos ENSO y el cambio climático) podría ser responsable de un retraso en la reproducción de las tortugas verdes.

6. Llevar a cabo una evaluación sobre la ingestión de plástico por las tortugas verdes en áreas de alimentación en el Pacífico Oriental.
7. Estudiar la frecuencia de anidación anual de las tortugas verdes en Galápagos y Costa Rica para monitorear cambios en el tiempo.
8. Estudiar el impacto de las mareas rojas en las tortugas verdes de Galápagos y Costa Rica. Hacer uso de las redes de conservación existentes para promover una toma de muestras y un análisis de tejido rápido de las tortugas que se cree han muerto por intoxicación de mareas rojas.
9. Hacer monitoreo en las áreas de alimentación de tortuga verde en Galápagos para determinar si reducciones como las observadas en Perú, también se están presentando en estos sitios.
10. Realizar esfuerzos en los países para cuantificar la captura incidental de tortugas en las pesquerías a través de programas de monitoreo.
11. Desarrollar programas de implementación de medidas de mitigación de la captura incidental de tortugas.

### AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a Pilar Santidrián-Tomillo y Carlos Delgado-Trejo por la información proporcionada como comunicación personal en este informe. También agradecemos las ideas y comentarios proporcionados por Shaleyla Kelez, Jeffrey Mangel, Joanna Alfaro-Shigueto y Patricia Zárate durante la construcción de este informe. Agradecemos la información proporcionada por Paula Salinas de la Universidad Arturo Prat de Chile con respecto a la depredación por lobos marinos. Finalmente, gracias a Luz Helena Rodríguez por traducir este documento.

### LITERATURA CITADA

- Alvarado, J. y A. Figueroa. 1992. Recapturas post-anidatorias de hembras de tortuga marina negra (*Chelonia agassizi*) marcadas en Michoacán, México. *Biotrópica* 24:560–566.
- Alvarado-Díaz, J., E. Arias-Coyotl, y C. Delgado-Trejo. 2003. Clutch frequency of the Michoacán green sea turtle. *Journal of Herpetology* 2003:183–185.
- Alfaro-Shigueto, J., J.C. Mangel, J. Darquea, M. Donoso, A. Baquero, P.D. Doherty, y B.J. Godley. 2018. Untangling the impacts of nets in the southeastern Pacific: Rapid assessment of marine turtle bycatch to set conservation priorities in small-scale fisheries. *Fisheries Research* 206:185–192.
- Alfaro-Shigueto, J., Mangel, J.C., Bernedo, F., Dutton, P.H., Seminoff, J.A. y Godley, B.J., 2011. Small-scale fisheries of Peru: a major sink for marine turtles in the Pacific. *Journal of Applied Ecology* 48(6):1432–1440.
- Azanza-Ricardo, J., M.E.I. Martín, G.G. Sansón, E. Harrison, Y.M. Cruz, y F. Bretos. 2017. Possible effect of global climate change on *Caretta caretta* (Testudines, Cheloniidae) nesting

- ecology at Guanahacabibes Peninsula, Cuba. *Chelonian Conservation and Biology* 16(1):12–19.
- Bjorndal, K.A., Bolten, A.B., y Lagueux, C.J. 1994. Ingestion of marine debris by juvenile green sea turtles in coastal Florida habitats. *Marine Pollution Bulletin* 28(3):154–158.
- Blanco, G.S., S.J. Morreale, H. Bailey, J.A. Seminoff, F.V. Paladino, y J.R. Spotila. 2012a. Post-nesting movements and feeding grounds of a resident East Pacific green turtle (*Chelonia mydas*) population from Costa Rica. *Endangered Species Research* 18:233–245
- Blanco, G.S., S.J. Morreale, E. Velez, R. Piedra, W.M. Montes, F.V. Paladino y J.R. Spotila. 2012b. Reproductive output and ultrasonography of an endangered population of East Pacific green turtles. *The Journal of Wildlife Management* 76(4):841-846.
- Carr, A. 1987. Impact of nondegradable marine debris on the ecology and survival outlook of sea turtles. *Marine Pollution Bulletin* 18(6):352–356.
- Cornelius, S.E. 1982. Status of sea turtles along the pacific Coast of Middle America. Pages 211-219 in K. A. Bjorndal (ed.), *Biology and Conservation of Sea Turtles*. Smithsonian Inst. Press, Washington, D. C.
- Delgado-Trejo, C. y J. Alvarado-Diaz. 2012. Current Conservation Status of the Black Sea Turtle in Michoacán, México. En: J.A. Seminoff and B.P. Wallace (Editors). *Sea Turtles of the Eastern Pacific: Recent Advances in Conservation and Research*. University of Arizona Press, Tucson, AZ. pp. 263–278.
- de Paz, N., J.C. Reyes, y M. Echegaray. 2004. Capture and trade of marine turtles at San Andres, southern Peru. n: Coyne, M.S., and R.D. Clark, compilers. 2004. *Proceedings of the Twenty-First Annual Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation*. NOAA Technical Memorandum NMFS-SEFSC-528, pp. 52–54.
- DOF. 1990. Acuerdo por el que se establece veda para las especies y subespecies de tortuga marina en aguas de jurisdicción Federal del Golfo de México y Mar Caribe, así como en las costas del Océano Pacífico, incluyendo el Golfo de California. *Diario Oficial de la Federación*. México, Distrito Federal, Mayo 28, 1990.
- Donoso, M. y P.H. Dutton. 2010. Sea turtle bycatch in the Chilean pelagic longline fishery in the southeastern Pacific: Opportunities for conservation. *Biological Conservation* 143, 2672–2684
- Early-Capistrán, M.M., A. Sáenz-Arroyo, J.G. Cardoso-Mohedano, G. Garibay-Melo, S.H. Peckham, y V. Koch. 2018. Reconstructing 290 years of a data-poor fishery through ethnographic and archival research: The East Pacific green turtle (*Chelonia mydas*) in Baja California, Mexico. *Fish and Fisheries* 19(1):57–77.
- Fonseca, L.G., P.S. Tomillo, W.N. Villachica, W.M. Quirós, M. Pesquero, M. Heidemeyer , F. Joyce, P.T. Plotkin, J.A. Seminoff, E.R. Matarrita, y R.A. Valverde. 2018. Discovery of a major east Pacific green turtle (*Chelonia mydas*) nesting population in northwest Costa Rica. *Chelonian Conservation and Biology* 17(2):169–76.
- Green, D. J. 1984. Long-distance movements of Galapagos green turtles. *Journal of Herpetology* 18:121–130.
- Green, D. y F. Ortiz-Crespo. 1982. Status of sea turtle populations in the central eastern Pacific. Pages 221–234 in K. A. Bjorndal (ed.), *Biology and Conservation of Sea Turtles*. Smithsonian Institution Press, Washington, D.C.

- Guerra, C., C. Guerra-Castro., A. Silva., P. Bolados. 2007. lobo marino común *Otaria flavescens* depredando sobre tortuga verde *Chelonia mydas*: agresión conductual de aparición repentina. Libro de Resúmenes Estado Actual y Perspectivas de la Investigación y Conservación de las Tortugas Marinas en las costas del Pacífico Sur Oriental. Antofagasta, Chile.
- Hart, C.E., G.S. Blanco, M.S. Coyne, C. Delgado-Trejo, B.J. Godley, T.T. Jones, A. Resendiz, J.A. Seminoff, M.J. Witt, y W.J. Nichols. 2015. Multinational tagging efforts illustrate regional scale of distribution and threats for East Pacific green turtles (*Chelonia mydas agassizii*). PLOS ONE 10(2): e0116225.
- Hays Brown, C. y W.M. Brown. 1982. Status of sea turtles in the southeastern Pacific: emphasis on Peru. Pages 235–240 in K. A. Bjorndal (ed.), Biology and Conservation of Sea Turtles. Smithsonian Institution Press, Washington, D.C.
- Hetherington, E.D., J.A. Seminoff, P. Dutton, B.N. Popp, y C.M. Kurle. en Prensa. Long-term trends in the foraging ecology and habitat use of an endangered species: an isotopic perspective. Oecologia.
- Hurtado, M. 1984. Registros de anidación de la tortuga negra, *Chelonia mydas*, en las Islas Galápagos. Boletín Científico y Técnico 4, 77–106.
- Jiménez, A., S. Pingo, J. Alfaro-Shigueto, J.C. Mangel y Y. Hooker. 2017. Feeding ecology of the green turtle *Chelonia mydas* in northern Peru. Latin American Journal of Aquatic Research 45(3):585–596.
- Kaiser, J. 2010. The dirt on ocean garbage patches. Science 328:1506.
- Moore, C.J. 2008. Synthetic polymers in the marine environment: A rapidly increasing, long-term threat. Environmental Research 108: 131–139.
- Pingo, S., A. Jiménez, J. Alfaro-Shigueto, y J.C. Mangel. 2017. Incidental capture of sea turtles in the artisanal gillnet fishery in Sechura Bay, northern Peru. Latin American Journal of Aquatic Research 45(3):606–614.
- Poloczanska, E.S., C.J. Limpus, y G.C. Hays. 2009. Vulnerability of marine turtles to climate change. In: Sims, D.W. (Ed.). Advances in Marine Biology. Burlington, Academic Press, pp. 151–211.
- Quiñones, J., C.V. Gonzalez, J. Zeballos, S. Purca, y H. Mianzan. 2010. Effects of El Niño-driven environmental variability on black turtle migration to Peruvian foraging grounds. Hydrobiologia DOI 10.1007/s10750-010-0225-8
- Quiñones, J., I. García-Godos, M. Llapapasca, F. Van Ordt, y E. Paredes. 2015. The black sea turtle (*Chelonia mydas agassizii*) at Lobos de Tierra Island, Northern Peru: High densities in small areas. South American Journal of Herpetology 10(3):178–186.
- Quiñones, J., S. Quispe, y O. Galindo. 2017. Illegal capture and black market trade of sea turtles in Pisco, Perú: the never-ending story. Latin American Journal of Aquatic Research 45(3):615–621.
- Saba, V.S., P. Santidrián Tomillo, R.D. Reina, J.R. Spotila, J.A. Musick, D.A. Evans, y F.V. Paladino. 2007. The effect of the El Niño Southern Oscillation on the reproductive frequency of eastern Pacific leatherback turtles. Journal of Applied Ecology 44(2):395–404.
- Santidrián-Tomillo, P., S.A. Roberts, R. Hernández, J.R. Spotila, y F.V. Paladino. 2015. Nesting ecology of East Pacific green turtles at Playa Cabuyal, Gulf of Papagayo, Costa Rica. Marine Ecology 36(3):506–516.



- Sarmiento-Devia, R.A., C. Harrod, y A.S. Pacheco. 2015. Ecology and conservation of sea turtles in Chile. *Chelonian Conservation and Biology* 14:21–33.
- Seminoff, J.A., J. Alvarado, C. Delgado, J.L. Lopez, y G. Hoeffler. 2002. First direct evidence of migration by an East Pacific green sea turtle from Michoacán, México, to a foraging ground on the Sonoran Coast of the Gulf of California. *Southwestern Naturalist* 47:314–316.
- Seminoff, J.A., P. Zárata, M. Coyne, D. Foley, D. Parker, B.N. Lyon, y P.H. Dutton. 2008. Post-nesting migrations of Galapagos green turtles, *Chelonia mydas*, in relation to oceanographic conditions: integrating satellite telemetry with remotely-sensed ocean data. *Endangered Species Research* 4:57–72.
- Senko, J., A.J. Schneller, J. Solis, F. Ollervides, y W.J. Nichols. 2011. People helping turtles, turtles helping people: understanding resident attitudes towards sea turtle conservation and opportunities for enhanced community participation in Bahía Magdalena, Mexico. *Ocean & Coastal Management* 54(2):148–157.
- Wallace, B.P., DiMatteo, A.D., Hurley, B.J., Finkbeiner, E.M., Bolten, A.B., Chaloupka, M.Y., Hutchinson, B.J., Abreu-Grobois, F.A., Amorcho, D., Bjorndal, K.A., Bourjea, J., Bowen, B.W., Duenas, R.B., Casale, P., Choudhury, B.C., Costa, A., Dutton, P.H., Fallabrino, A., Girard, A., Girondot, M., Godfrey, M.H., Hamann, M., Lopez-Mendilaharsu, M., Marcovaldi, M.A., Mortimer, J.A., Musick, J.A., Nel, R., Pilcher, N.J., Seminoff, J.A., Troeng, S., Witherington, B. y Mast, R.B. 2010. Regional management units for marine turtles: a novel framework for prioritizing conservation and research across multiple scales. *PLOS ONE* 5, e15465.
- Zárata, P., A. Fernie, y P.H. Dutton. 2002. First results of the East Pacific green turtle, *Chelonia mydas*, nesting population assessment in the Galapagos Islands. In: J.A. Seminoff (compiler) *Proceedings of the 22<sup>nd</sup> Annual Sea Turtle Symposium*. pp. 70–74.
- Zárata, P., S.S. Cahoon, M.C.D. Contato, P.H. Dutton, y J.A. Seminoff. 2006. Nesting beach monitoring of green turtles in the Galapagos Islands: a 4-year evaluation, In: Frick, M., Panagopoulou, A., Rees, A.F., Williams, K. (Eds.), *Book of Abstracts. Twenty Sixth Annual Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation*. International Sea Turtle Society, Athens, Greece, p. 337.