

# INFORME GALAPAGOS 2013-2014

## MANEJO MARINO

### ANÁLISIS DE LA PERCEPCIÓN SOBRE LAS TENDENCIAS POBLACIONES DE SEIS ESPECIES DE TIBURONES EN LA RESERVA MARINA DE GALÁPAGOS

*César Peñaherrera-Palma, Yasmania Llerena, Eduardo Espinoza y Jayson Semmens*

#### **Para citar este artículo**

Peñaherrera-Palma C, Y Llerena, E Espinoza y J Semmens. 2015. Análisis de la percepción sobre las tendencias poblaciones de seis especies de tiburones en la Reserva Marina de Galápagos. Pp. 111-117. En: Informe Galápagos 2013-2014. DPNG, CGREG, FCD y GC. Puerto Ayora, Galápagos, Ecuador.

*Se debe citar la fuente en todos los casos. Fragmentos de este producto pueden ser traducidos y reproducidos sin permiso siempre que se indique la fuente.*

*El contenido y las opiniones expresadas en cada uno de los artículos es responsabilidad de los autores.*

*La **Dirección del Parque Nacional Galápagos** tiene su sede principal en Puerto Ayora, isla Santa Cruz, Galapagos y es la institución del Gobierno del Ecuador responsable de la administración y manejo de las áreas protegidas de Galápagos.*

*El **Consejo de Gobierno del Régimen Especial de Galápagos** tiene su sede principal en Puerto Baquerizo Moreno, isla San Cristóbal, y es el organismo del Gobierno del Ecuador responsable de la planificación y administración de la provincia.*

*La **Fundación Charles Darwin**, una organización no gubernamental registrada en Bélgica, opera la Estación Científica Charles Darwin en Puerto Ayora, Isla Santa Cruz, Galápagos.*

***Galapagos Conservancy** tiene su sede en Fairfax, Virginia, EE.UU. y es la única organización en los EE.UU. sin fines de lucro enfocada exclusivamente en la protección a largo plazo del Archipiélago Galápagos.*



Foto: © Cesar Peñaherrera

## Análisis de la percepción sobre las tendencias poblacionales de seis especies de tiburones en la Reserva Marina de Galápagos

César Peñaherrera-Palma<sup>1,2,3</sup>, Yasmania Llerena<sup>4</sup>, Eduardo Espinoza<sup>3</sup> y Jayson Semmens<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidad de Tasmania – Instituto para las Ciencias Marinas y Antárticas, <sup>2</sup>CSIRO Investigaciones Marinas y Atmosféricas, <sup>3</sup>Dirección del Parque Nacional Galápagos <sup>4</sup>Universidad San Francisco de Quito - Galápagos Institute for the Arts and Sciences (GAIAS)

La Reserva Marina de Galápagos (RMG) tiene el potencial de ser una pieza clave en la conservación de la fauna marina, en especial de los depredadores tope como los tiburones. La RMG es el área marina protegida más grande del océano Pacífico Tropical Oriental, y su marco de manejo ha brindado protección a los tiburones desde finales de la década de 1980 mediante la prohibición total de sus capturas (SRP, 1989), regulación de artes de pesca (DPNG, 1998; Murillo *et al.*, 2004), y la implementación de tecnologías de punta para controlar y erradicar la pesca ilegal (DPNG, 2009). Se esperaría que el marco de manejo de la RMG provea de la protección necesaria para influenciar positivamente las poblaciones de este grupo de peces. Lastimosamente, antes de la instauración de la Reserva, no se estableció un sistema de monitoreo continuo que permita evaluar el estado y tendencias poblacionales de los tiburones. Esta ausencia de información empírica ha impedido obtener información crítica de manejo que permita conocer el efecto protector de la reserva.

En situaciones como ésta, el conocimiento y experiencias de usuarios de un recurso se ha vuelto una fuente válida y útil de información para entender la dinámica del recurso y optimizar su manejo en ausencia de otros tipos de información empírica (Murray *et al.*, 2006). El conocimiento ecológico local, como se lo conoce científicamente, parte de la experiencia acumulada de los usuarios al estar relacionados constantemente con el medio natural (Drew, 2005). En Galápagos, los guías de buceo viajan constantemente a las zonas de buceo, y sus interacciones constantes con el medio marino representan una potencial fuente de información sobre el estado de los recursos. Más aun, las actividades de turismo de buceo iniciaron a mediados de la década de 1980, lo que analizado correctamente brinda una escala de tiempo mayor a cualquier monitoreo continuo establecido en la Reserva.

De esta manera, el presente estudio analizó la percepción de los guías de buceo sobre las tendencias poblacionales de los tiburones desde que inició el buceo turístico en Galápagos. Las especies evaluadas fueron: el tiburón ballena (*Rhincodon typus*), martillo (*Sphyrna lewini*), punta negra (*Carcharhinus limbatus*), sedoso (*C. falciformis*), Galápagos (*C. galapagensis*) y punta blanca de arrecife o tintorera (*Triaenodon obesus*). Se espera que los resultados de este estudio provean de información clave que permita entender los cambios históricos en la abundancia de las especies estudiadas y así aportar al manejo de la RMG.

### Metodología

Este proyecto se ejecutó durante los cursos de actualización de conocimientos

para los guías realizado por la Dirección del Parque Nacional Galápagos en el segundo semestre de 2013.

A los guías de buceo que asistieron se repartió un formato de encuesta auto-guiada diseñada para evaluar: i) la experiencia de buceo; ii) percepción cualitativa de las tendencias poblacionales de los tiburones por década y por región; y, iii) las razones de los cambios observados de ser el caso. En orden de facilitar la comprensión de las preguntas y obtener respuestas estandarizadas se tomaron las siguientes consideraciones:

1. La escala de tiempo usada se limitó a respuestas que definieran el estado de cambio dentro de cada década en la que los guías bucearon. Para esto, se determinaron tres décadas iniciales (1980, 1990, 2000), más lo observado en los años transcurridos en la década de 2010.
2. La escala espacial se definió en cuatro regiones del archipiélago: norte (Darwin, Wolf y Roca Redonda), sur (Floreana, Española, bajos e islotes en los alrededores), oeste (Fernandina y oeste de Isabela) y central (Santa Cruz, San Cristóbal, noreste y sureste de Isabela, bajos e islotes de los alrededores).
3. Los cambio de abundancia se limitaron a cinco categorías: disminución mayor (DM); disminución (D); estable (E); aumento (A), y aumento mayor (AM).
4. Se requirió que cada encuestado estipule el significado de cada categoría de cambio en términos del porcentaje de variación del tamaño poblacional (p.ej., DM igual a 50% de reducción del tamaño poblacional, D al 25% de reducción, etc.).

Las respuestas obtenidas fueron analizadas bajo rutinas de estadística simple y mediante un análisis semi-cuantitativo de cambio poblacional virtual (CPV) desarrollado para el caso de Galápagos tomando como base los trabajos de

Burfield *et al.* (2004), Gregory *et al.* (2004) y Moller *et al.* (2004). Debido a que se desconocen los valores reales del tamaño poblacional de cada especie analizada, se asignó como tamaño poblacional virtual (TPV) inicial el valor de 100%. Para cada década siguiente, el modelo estima el porcentaje de población remanente en base a las categorías y porcentajes de cambio indicados por cada guía. El modelo es ajustado usando los valores de la década anterior y el grado de experiencia de los guías para evitar el efecto de línea base cambiante (Saenz-Arroyo *et al.*, 2005; Bunce *et al.*, 2008)

### Experiencia de los entrevistados

Se lograron entrevistar a 27 guías de buceo, de los cuales solo dos no proporcionaron respuestas útiles. Se estima que las encuestas pudieron cubrir un 70% de los guías que poseen amplia experiencia buceando en Galápagos. Este porcentaje se estimó en base a las respuestas dadas por los encuestados cuando se les pidió enumerar otros buzos que posean experiencia guiando. En muchas ocasiones las respuestas enunciaron repetidamente a las mismas personas, a pocos de quienes no se logró contactar.

Todos los entrevistados tenían entre 30 y 60 años, y su experiencia buceando en Galápagos osciló desde los cinco hasta los 30 años. Tres grupos de edad fueron determinados: i) 30-39 años; ii) 40-49 años; y iii) 50-60 años. De estos grupos, el segundo y tercero (72% del total) reportaron tener una larga experiencia buceando en la RMG (promedio de 19 y 17 años, respectivamente; Tabla 1). En lo que respecta a la experiencia temporal, todos los buzos entrevistados bucearon en las dos últimas décadas. La presencia de los buzos durante las décadas de 1980 y 1990 fue, en contraste, variable y mostró una disminución esperada hacia la década más antigua. Finalmente, la experiencia reportada por región mostró que 85-100% de los guías bucearon en las zonas norte, sur y central. Pocos guías reportaron experiencia en la región oeste del archipiélago.

**Tabla 1.** Descripción de la experiencia de buceo de los grupos de guías entrevistados acorde a su edad.

Grupo de edad	N	Años de experiencia buceando			Porcentaje de guías presentes por década				Porcentaje de guías presentes por región			
		Prom.	Máx.	Mín.	1980	1990	2000	2010	Norte	Sur	Oeste	Central
30 - 39	7	10	13	5	--	--	100	100	100	100	43	100
40 - 49	11	19	30	8	18	91	100	100	100	91	73	91
50 - 60	7	17	25	5	29	57	100	100	86	100	71	86

### Percepción de tendencias temporales y espaciales

El 82% de los guías encuestados estuvo de acuerdo sobre la existencia de cambios en el tamaño poblacional de los tiburones; el 7% indicó que no han observado cambios y el 11% restante se abstuvo de responder. De los guías

que respondieron que existen cambios, el 64% estuvo de acuerdo en haber observado cambios negativos en el tamaño poblacional de los tiburones, el 27% acordó en tendencias positivas y el restante 9% respondió que los cambios variaron entre especies (algunas positivas y otras negativas). Los guías señalaron a la pesca como

factor principal influenciando la disminución poblacional de los tiburones (70% respuestas). No se logró discernir si se referían a la pesca artesanal, industrial o ilegal, aunque esta última fue enunciada en múltiples ocasiones. El cambio climático, junto con eventos ambientales fuertes como El Niño, ocuparon el segundo puesto como factor influenciando la disminución observada (26% de respuestas). El marcado acuerdo en tendencias negativas en las poblaciones de tiburones observado en este estudio es congruente con lo publicado por Hearn *et al.* (2008), quienes reportaron que los guías expresaban preocupación por la reducción en la abundancia de tiburones en los sitios de buceo. Sin embargo, esta percepción generalizada no es congruente con la percepción por especie como se desglosa a continuación (Figura 1):

**Tiburón ballena:** en la mayoría de las respuestas los guías señalaron que su población se han mantenido estable (E). En lo que respecta a las regiones del archipiélago, existió un ligero consenso sobre disminución (D) en la región norte, estables en el sur y centro, e interesantemente un aumento (A) en la población en el oeste del archipiélago.

**Tiburón martillo:** fue la única especie en la que la mayoría de los guías coincidieron consistentemente en la disminución de su población tanto por década como por región. De acuerdo a sus respuestas, las categorías de disminución (D y DM en conjunto) dominaron las respuestas de las cuatro décadas y regiones estudiadas. La década con la reducción más fuerte fue 1990, mientras que las regiones con disminución más marcada fueron la sur y la central.

**Tiburón punta negra:** para la década de 1990, los guías categorizaron en su mayoría a la población de esta especie como estable (E). Sin embargo, para las siguientes décadas del 2000 y 2010, los guías reportaron el aumento (A y AM) en su población, en especial en las zonas norte (45%) y central del archipiélago (56%).

**Tiburón Galápagos:** las respuestas fueron variables mostrando un aumento en las categorías estable (E) y aumento (A) hacia las dos últimas décadas. En lo que respecta a las regiones, los guías también coincidieron en tendencias negativas en las regiones sur (62%), central (67%) y norte (40%), mientras que la región oeste fue categorizada en su mayoría como estable (50%).

**Tintorera:** los guías denotaron un consenso mayor sobre la reducción poblacional desde la década del 2000 y 2010. Para el caso por regiones, existió mayor consenso sobre la estabilidad de las poblaciones en todas menos la central, donde las categorías de disminución (D y DM) dominaron las respuestas.

**Tiburón sedoso:** el 60% de guías reportó tendencias

negativas en la década de 1980, mientras que hubo un 70% de consenso de estabilidad poblacional en la década de 1990. Para la década del 2000, el 50% respondió que se mantuvo estable y el 50% que hubo disminución (D y DM). La percepción de tendencias poblacionales por región se vio dominada por la categoría estable para todas las regiones (entre el 50 y 75%).

## Modelo cambio poblacional virtual

A diferencia del análisis previo, los resultados de este modelo permiten discernir con mayor claridad las tendencias poblacionales de los tiburones en las últimas cuatro décadas, mostrando en algunas un interesante patrón hacia las últimas dos (Figura 2).

**Tiburón ballena:** ésta es la única especie en este estudio en mostrar condiciones estables durante las cuatro décadas. El modelo muestra que la variación del tamaño poblacional virtual (TPV) osciló entre el 95 y 102% con respecto al tamaño poblacional inicial.

**Tiburón martillo:** acorde a la percepción de los guías, esta especie sufrió el mayor detrimento poblacional, con reducción poblacional sostenida que alcanzó hasta un TPV del 50% en esta década. Esto sugiere que la población que se observa ahora sería casi la mitad del tamaño observable previo a 1980.

**Tiburón punta negra:** el modelo sugiere que ésta es la única especie de la que se ha percibido una recuperación poblacional. Durante las décadas 1980 y 1990, la especie redujo su TPV hasta un 65%, y luego repuntó hasta alcanzar 80% en el 2010.

**Tiburón Galápagos:** para esta especie la percepción también sugiere una tendencia negativa. Acorde al modelo, su población alcanzó un TPV promedio de 60% en las tres últimas décadas con respecto al tamaño inicial.

**Tintorera:** en las primeras décadas esta especie se mantuvo en relativa estabilidad, sin embargo la percepción de los guías sugiere una reducción en las últimas dos décadas (2000 y 2010) hasta alcanzar un TPV de 70% en relación al tamaño inicial.

**Tiburón sedoso:** mostró una tendencia negativa similar a la obtenida para el tiburón Galápagos, pero su curva de tendencia se redujo solo hasta un TPV de 75%.

El modelo sugiere además que al menos para tres especies, las poblaciones se han mantenido estables en las dos últimas décadas. Los tiburones martillo, Galápagos y sedoso mantuvieron valores del TPV muy similares durante la década del 2000 y lo que va de 2010. Además, para los tiburones punta negra se ha percibido

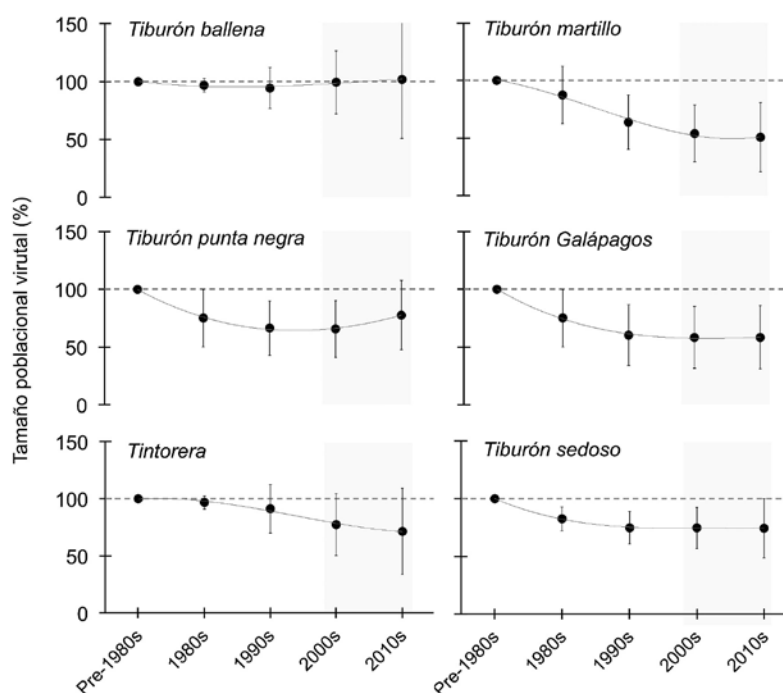


**Figura 1.** Resumen porcentual de los cambios poblacionales por décadas (columna de la izquierda) y bioregiones (derecha) para cada especie expresados por los guías de bucece. Escalas de cambio: IM = incremento mayor; I = incremento; E = estable; D = declive; DM = declive mayor.

un aumento importante en sus poblaciones, mientras que para las tintoreras una reducción importante en la última década.

Como se había indicado, no existe información empírica en Galápagos que permita validar estos resultados según al escala de tiempo estudiada. Sin embargo, las tendencias poblaciones de varias especies de tiburones en las últimas dos décadas reportadas en las islas de Cocos y Malpelo permiten corroborar lo expresado por los guías en Galápagos. Friedlander *et al.* (2012) y Soler *et al.* (2013) reportaron que la abundancia de tiburones martillo y tintoreras decreció considerablemente en la década de 1990 y el 2000 tanto en Cocos como en Malpelo. Además, Sibaja-Cordero (2008) reportó para la isla del Coco un declive en la ocurrencia de los tiburones sedosos hacia finales de la década de 1990, y un aumento en la ocurrencia de tiburones punta negra en la década del 2000. Esto último es un resultado importante obtenido en este estudio, y que a su vez había sido constantemente expresado informalmente por pescadores y guías en general. El aumento poblacional de los punta negra en Galápagos podría ser una respuesta a la existencia de condiciones favorables para la reproducción de esta especie en el archipiélago (Llerena *et al.*, 2014).

Un análisis teórico basado en redes tróficas sobre el ecosistema pelágico de la RMG sugiere cierto grado de congruencia con lo obtenido en este estudio. Wolff *et al.* (2012) propuso que las poblaciones de tiburones martillo y bento-pelágicos (tiburones punta negra, Galápagos, sedosos, entre otros) experimentaron un aumento considerable en la biomasa de sus poblaciones en la década del 2000, mientras que otras como los tiburones de tallas pequeñas (como las tintoreras), sufrieron reducción poblacional. La percepción de los guías en el caso de los tiburones martillo, Galápagos y sedoso, así como los estudios en Cocos y Malpelo, sugiere que las poblaciones no cambiaron si no que se estabilizaron luego del 2000. Estas diferencias podrían ser producto de ciertos procesos biológicos y fisiológicos que pudieran no estar siendo analizados con mayor detalle en el estudio Wolff *et al.*; ya sea debido a la naturaleza del estudio trófico y/o al agrupamiento de especies en grupos funcionales. Sin embargo, el estudio de Wolff *et al.* y este trabajo sugieren un cambio de las tendencias negativas de todos los tiburones, un declive de las tintoreras y un aumento interesante de los tiburones punta negra, todo luego de la instauración de la RMG.



**Figura 2.** Variación en el tamaño poblacional virtual (TPV) de las seis especies de tiburón evaluadas. Las barras verticales muestran la desviación estándar como medida de variabilidad en las respuestas y el área gris las décadas que siguen a la instauración de la RMG.

### Discusión y conclusiones

A pesar de que en general la mayoría de los guías opinan que todos los tiburones tienen tendencias poblacionales negativas, este estudio muestra que la percepción varía

según la especie, y que se observa un aparente cambio en las tendencias luego de la década del 2000. En lo que respecta al análisis espacial, las regiones central y sur del archipiélago fueron categorizadas como de haber sufrido disminución importante en las poblaciones de los



Foto: © Andrés Tapia.

tiburones estudiados. La pesca fue categorizada como la principal causa de la disminución poblacional de los tiburones en la RMG.

Cabe destacar que este estudio, así como cualquier estudio de percepciones y opiniones, mantiene cierto grado de incertidumbre generado por el conocimiento y creencias propias de cada persona (Poizat & Baran, 1997). Sin embargo, la validez de estos estudios es clave cuando la experiencia de los usuarios permite detectar patrones coherentes sobre el conocimiento y estado de los recursos, en especial en casos cuando la información empírica es escasa o nula (Berkes *et al.*, 2000; Davis & Wagner, 2003).

El análisis de la memoria y experiencia colectiva de los guías examinada a través de este estudio muestra información inédita sobre las posibles tendencias

poblacionales de seis especies de tiburones en la RMG. Los tres escenarios (estabilización, declive e incremento) obtenidos del conocimiento ecológico de los guías muestran que su percepción ha recabado durante todos estos años importantes aspectos de las tendencias poblacionales de estos grupos, lo cual es respaldado por los estudios en las islas de Cocos y Malpelo, y que a su vez se corrobora parcialmente con lo publicado por Wolff *et al.* (2012). De esta manera, se recomienda investigar más a fondo, y sobre todo a nivel específico, los mecanismos que están influyendo en estos cambios y poder determinar como el efecto protector de la reserva marina y su marco de manejo están influyendo en la conservación de estas especies. Además, se espera que la metodología propuesta aquí se pueda volver una herramienta útil para los manejadores de la RMG en la evaluación de especies carismáticas que poseen poca o ninguna información recopilada sobre sus tendencias poblacionales.

## Referencias

Berkes F, J Colding & C Folke. 2000. Rediscovery of traditional ecological knowledge as adaptive management. *Ecological Applications* 10(5):1251-1262.

Bunce M, LD Rodwell, R Gibb & L Mee. 2008. Shifting baselines in fishers' perceptions of island reef fishery degradation. *Ocean & Coastal Management* 51(4):285-302.

Burfield IJ, RG Pople, EJM Hagemeyer & SP Nagy. 2004. Bird population trends and threats in Europe. Unpublished report by BirdLife International & European Bird Census Council to UNEP-WCMC & RIVM. Wageningen, The Netherlands.

Davis A & JR Wagner. 2003. Who knows? On the importance of identifying "experts" when researching local ecological knowledge. *Human Ecology* 31(3):463-489.

DPNG. 1998. Plan de manejo de la Reserva Marina de Galapagos. Dirección Parque Nacional Galápagos. Puerto Ayora, Galapagos, Ecuador.

DPNG. 2009. Se instaló el sistema para el monitoreo de embarcaciones en la DPNG. Dirección Parque Nacional Galápagos. Noticias. PR.C.P003.R002 - 2009-05-05 - No. 071.

Drew JA. 2005. Use of traditional ecological knowledge in marine conservation. *Conservation Biology* 19(4):1286-1293.

Friedlander AM, BJ Zgliczynski, E Ballesteros, O Aburto-Oropeza, A Bolaños & E Sala. 2012. The shallow-water fish assemblage of Isla del Coco National Park, Costa Rica: structure and patterns in an isolated, predator-dominated ecosystem. *Journal of Tropical Biology* 60(3):321-338.

Gregory RD, DG Noble & J Custance. 2004. The state of play of farmland birds: population trends and conservation status of lowland farmland birds in the United Kingdom. *Ibis* 146(2):1-13.

Hearn A, J Ketchum, G Shillinger, A Klimley & E Espinoza. 2008. Programa de Investigación y Conservación de Tiburones en la Reserva Marina de Galápagos. Reporte Anual 2006-7.

Llerena Y, C Penaherrera, E Espinoza, M Hirschfeld, M Wolff & L Vinuesa. 2015. Áreas de crianza de tiburones punta negra (*Carcharhinus limbatus*) en zonas de manglar en la parte central del archipiélago de Galápagos. Informe Galápagos 2013-2014. Puerto Ayora, Galapagos, Ecuador.

Moller H, F Berkes, PO Lyver & M Kislalioglu. 2004. Combining science and traditional ecological knowledge: monitoring populations for co-management. *Ecology and Society* 9(3):2.

Murillo J, H Reyes, P Zarate, S Banks & E Danulat. 2004. Evaluación de la captura incidental durante el Plan Piloto de Pesca de Altura con Palangre en la Reserva Marina de Galápagos. Fundación Charles Darwin y Parque Nacional Galápagos. Puerto Ayora, Galapagos, Ecuador.

Murray G, B Neis & JP Johnsen. 2006. Lessons learned from reconstructing interactions between local ecological knowledge, fisheries science and fisheries management in the commercial fisheries of Newfoundland and Labrador, Canada. *Human Ecology* 34(4):549-571.

Poizat G & E Baran. 1997. Fishermen knowledge in fish ecology quantitative analysis. *Environmental Biology of Fishes* 50:435-449.

Saenz-Arroyo A, CM Roberts, J Torre, M Carino-Olvera & RR Enriquez-Andrade. 2005. Rapidly shifting environmental baselines among fishers of the Gulf of California. *Proc Biol Sci.* 272 (1575):1957-62.

Sibaja-Cordero JA. 2008. Spatial-temporal tendencies of marine faunal observations in touristic dives (Isla del Coco, Costa Rica). *Journal of Tropical Biology* 56(2): 19.

Soler GA, S Bessudo & A Guzmán. 2013. Long term monitoring of pelagic fishes at Malpelo Island, Colombia. *Latin American Journal of Conservation* 3(2): 28-37.

SRP. 1989. Acuerdo Ministerial No. 151. Subsecretaría de Recursos Pesqueros (SRP). Ministerio de Industrias, Ganadería y Pesca. Guayaquil, Ecuador. 3.

Wolff M, C Peñaherrera-Palma & A Krutwa. 2012. Food web structure of the Galapagos Marine Reserve after a decade of protection: insights from trophic modeling. The role of science for conservation. Wolff M & M Gardener. UK.