

Revisión histórica de los estudios sobre la biología, ecología y toxicología del tiburón azul *Prionace glauca* en aguas del Pacífico ecuatoriano

Marcos, Calle-Morán¹; Rubén, Castro-Rendón²; Isabel, García-Arévalo³; Andrea, Cucalón-Hidalgo⁴

Resumen

El tiburón azul *Prionace glauca* es una especie que representa gran importancia económica y ecológica. A pesar de dicha relevancia, la información acerca de biología y demás aspectos relacionados con esta población son escasos, la misma que es necesaria para un manejo adecuado de sus pesquerías. El objetivo de este trabajo fue elaborar una revisión histórica de todos los estudios biológicos, ecológicos y toxicológicos llevados a cabo en los ecosistemas costeros y marinos del Pacífico ecuatoriano. Se realizó una revisión bibliográfica de diversos documentos como tesis, informes técnicos, publicaciones científicas, entre otros. De acuerdo con resultados obtenidos, en Ecuador se han efectuado cuatro estudios de investigación científica a partir de 2012: dos de Biología (uno de aspectos reproductivos para Santa Rosa de Salinas y otro de edad y crecimiento para Manta), y dos de Ecología y Toxicología (uno sobre la bioacumulación y biomagnificación de mercurio, y otro sobre la concentración de mercurio y cadmio; ambos realizados en Santa Rosa de Salinas). Los trabajos fueron desarrollados por universidades estatales y privadas a través de tesis, mientras que un borrador de publicación científica estaba en preparación, como parte de un proyecto de investigación de una institución de educación superior particular.

Palabras Clave: biología; ecología; revisión histórica; tiburón azul; toxicología.

Historical review of studies on the biology, ecology and toxicology of blue shark *Prionace glauca* in the Ecuadorian Pacific waters

Abstract

Blue shark *Prionace glauca* is a species that represents a great economic and ecological importance. However, the information related to its biology and others aspects of its population is limited. Nevertheless these kinds of studies are very important for a suitable management of fishery activities. The aim of this research was to develop a historical review for all biological, ecological and toxicological studies made in the coastal and marine ecosystems of the Ecuadorian Pacific. A review of the specialized literature was carried out for many documents such as thesis, technical reports, scientific papers, and others. According to results obtained, in Ecuador there have been four scientific research studies from 2012: These were two of Biology (one of reproductive aspects in Santa Rosa de Salinas and another about age and growth in Manta) and the others two of Ecology and Toxicology (one on mercury bioaccumulation and bio-magnification of mercury, and another on the concentration of mercury and cadmium; both conducted in Santa Rosa de Salinas). The works were developed by state and private universities through thesis, while a draft was in preparation for scientific publication as part of a research project in a private institution of higher education.

Keywords: biology; ecology; blue shark; historical review; blue shark; toxicology.

Recibido: 17 de junio de 2015

Aceptado: 29 de febrero de 2016

¹Docente de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Sede Regional Manabí, Campus Bahía de Caráquez, Manabí, Ecuador. marcallo2@gmail.com

²Docente de la Universidad Espíritu Santo - Ecuador, Facultad de Artes y Ciencias Liberales, Escuela de Ciencias Ambientales, Guayaquil, Ecuador. Labora en Instituto Nacional de Pesca del Ecuador. ruben_castro@yahoo.com

³Investigadora asociada de la Universidad Espíritu Santo - Ecuador, Facultad de Artes y Ciencias Liberales, Escuela de Ciencias Ambientales, Guayaquil, Ecuador. isabelnatalia.garciaarevalo@ugent.be

⁴Docente de la Universidad Espíritu Santo, Facultad de Artes y Ciencias Liberales, Escuela de Ciencias Ambientales, Guayaquil, Ecuador. andreaucalon@hotmail.com

I. INTRODUCCIÓN

El tiburón azul *Prionace glauca* es una especie oceánica, pelágica, de gran tamaño, de la familia Carcharhinidae, habita aguas claras y profundas en zonas tropicales, subtropicales y templadas. Se encuentra muy a menudo en grandes agregaciones, y cercanas a la superficie o en ella (Compagno: 1984) (Castro et al.: 1999). Es una de las especies capturadas por la flota pesquera palangrera, frente a las costas del Ecuador (Coello: 2005).

Constituye una de las principales poblaciones capturadas y desembarcadas en los principales puertos pesqueros del país, Manta (Manabí) y Santa Rosa de Salinas (Santa Elena). Los organismos de esta especie son aprovechados de manera total por la pesquería, ya que se utilizan sus aletas para exportación y posterior elaboración en sopa de aletas de pescado. Su carne es usada como filete (seco, salado, congelado), sus mandíbulas para la elaboración de bisutería y ornamentos, la piel para hacer lijas, luego de un proceso de curtido y las vísceras para la obtención de harinas de pescado. Por otro lado, en cuanto a su ecología es un depredador tope, por lo cual se encuentra en las cúspides de las cadenas alimenticias en los ecosistemas marinos; considerada una variedad que regula las poblaciones que consume.

Los tiburones poseen características que los hacen vulnerables a la sobrepesca tales como, crecimiento lento, una edad tardía de madurez, pocas crías y largos períodos de gestación (Holden: 1994). Como grupo, los elasmobranchios presentan una serie de problemas para la pesca y la conservación (Bonfil 1994), y durante las últimas décadas se ha hecho evidente que la actividad de pesca de sobrepeces cartilaginosos no es fácilmente sostenible (Bonfil: 1994; Cailliet & Goldman: 2004). La presión pesquera sobre ellos, tanto dirigida como incidental, ha aumentado en las últimas cinco décadas (Casey & Myers: 1998; Stevens et al.: 2000) (Baum et al.: 2003).

La importancia de realizar estudios científicos radica en que se puede conocer la biología de estas comunidades ícticas, es decir, sus historias de patrones de vida como los hábitos alimenticios, edad y crecimiento, biología reproductiva. Asimismo, su ecología y etología, es decir el comportamiento de la especie (patrones migratorios) y sus relaciones con el medio en que se desarrolla, tales como las relaciones depredadores-presas, por medio de su alimentación.

En cuanto a estudios toxicológicos, puede conocerse la concentración de metales pesados de ciertos elementos químicos contaminantes, que pueden ingresar a estos organismos por medio de la ingesta de especies presas, que conforman su dieta y que posteriormente se acumulan en sus tejidos. Todos estos tópicos constituyen principios fundamentales en el manejo adecuado, sostenido y sustentable de sus pesquerías, a fin de evitar el colapso de esta población.

El objetivo de este trabajo consistió en realizar una revisión histórica de todos los estudios biológicos, ecológicos y toxicológicos llevados a cabo en los ecosistemas costeros y marinos del Pacífico ecuatoriano. Este trabajo tiene su base en que en Ecuador son escasas las investigaciones científicas efectuadas en estas tres disciplinas, por lo que la información disponible es muy limitada. Por ello se pretende reunir los principales trabajos efectuados en el país mencionado, por diversos autores e instituciones, a lo largo de la historia, además por ser este recurso pesquero de amplia importancia, tanto en las pesquerías como en los ecosistemas costeros y marinos de Ecuador.

II. DESARROLLO

1. Metodología

Para este trabajo se realizó una investigación bibliográfica de estudios sobre la biología (hábitos alimenticios, edad y crecimiento, y aspectos reproductivos), ecología (alimentación) y toxicología (concentración de metales pesados) del tiburón azul *Prionace glauca*. Dicha revisión estuvo basada en tesis, tesis de licenciatura, de maestría y doctorado, de diferentes universidades públicas y privadas en el país, así como en las casas de estudios que ofertaban las diferentes carreras de Biología, Biología marina, Biología Pesquera, Ecología, Ecología Marina, entre otras profesiones afines a las Ciencias Biológicas.

De igual manera se efectuó una búsqueda exhaustiva en estos temas y que hayan sido aplicadas para *Prionace glauca* en Ecuador, y al mismo tiempo estén contemplados en informes y/o documentos técnicos, notas biológicas, publicaciones científicas, entre otros.

A todos los trabajos analizados se aplicaron ciertos criterios de importancia tales como sus autores, años de publicación, lugar de elaboración, el objetivo del mismo, la metodología empleada y los principales resultados obtenidos. Los estudios fueron citados de forma cronológica.

2. Resultados

Los trabajos realizados en *Prionace glauca* acerca de su biología, ecología y toxicología son escasos y se registraron cuatro estudios a partir del año 2012 y la mayoría de estos fueron llevados a cabo por medio de tesis para la obtención de los títulos de Biólogo marino, Biólogo pesquero e Ingeniero en gestión ambiental. Existe un documento en preparación acerca de la concentración de metales pesados (mercurio y cadmio) y se perfilan a presentarlo en una revista científica en idioma inglés, por parte de un grupo de investigadores de una universidad privada. Por otra parte, los estudios efectuados por instituciones estatales de investigación y de normalización pesquera, se basan en registros de desembarques de especie y la toma de los principales datos morfológicos, en los diferentes puertos pesqueros de Ecuador.

Las universidades encargadas de llevar a cabo este tipo de trabajo fueron tres: la Universidad Península de Santa Elena (UPSE) situada en La Libertad (Santa Elena), la Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabí (ULEAM) en Manta (Manabí), y la Universidad Particular de Especialidades Espíritu Santo (UEES) en Samborondón (Guayas, Ecuador). Estos trabajos fueron desarrollados por estudiantes de pregrado e investigadores de estas casas de estudios. Los fondos para la ejecución de todos los proyectos fueron de tipo particular, ya que las universidades estatales y privadas en el país no financian las tesis de sus estudiantes, y en ciertos casos se cuenta con presupuestos para realizar investigación científica, pero estos son muy limitados.

Con relación a la Biología (aspectos reproductivos de la especie) se encontró que Tigrero (2012) analizó dichos aspectos en 2680 organismos provenientes de Santa Rosa de Salinas (Santa Elena), él estableció que los rangos de tallas estuvieron comprendidos entre 195 y 326 cm de longitud total (LT), para machos y de 100 a 286 cm de LT, para hembras, la proporción sexual fue 2,9 machos por cada hembra. La talla media de madurez en los machos estuvo a partir de los 198 cm de LT y las hembras se hallaron maduras desde los 184 cm de LT. Las hembras grávidas presentaron de 17 a 65 embriones en ambos úteros y el número de ovocitos en el ovario fluctuó entre 26 a 94; el período de gestación fue desde enero hasta septiembre (2011).

Briones Mendoza y Armijos Bravo (2012) estudiaron la edad y el crecimiento de 577 especímenes desembarcados en Manta (Manabí) con tallas de 136 a

307 cm de LT, de los cuales 279 fueron hembras (136-297 cm de LT) y 298 machos (136-307 cm de LT), de los que se colectaron 204 muestras de vértebras, utilizando nitrato de plata para teñir los centros de las mismas. La relación entre la longitud total (LT) y el radio del centro (CR) fue lineal, indicando una relación positiva entre el crecimiento del centro de las vértebras y el crecimiento del organismo. El valor estimado del APE fue de 2,8%. Las edades máxima y mínima que se registraron fueron de 15 años (307 cm LT) y 3 años (136 cm LT). El incremento marginal se redujo en los meses de febrero y agosto. Los parámetros de crecimientos fueron estimados por los modelos de Von Bertalanffy, Gompertz, logístico con dos parámetros, y bifásico con cuatro parámetros. Para seleccionar el mejor modelo se utilizó el criterio de información Akaike (AIC). Los parámetros de crecimiento fueron $L_{\infty} = 454$ cm de LT, $K = 0,07/\text{año}$ para las hembras, y 418 cm de LT, $K = 0,08/\text{año}$ en machos. Las hembras de 4 a 6 años presentaron un promedio (\bar{x}) de crecimiento de 19,20 cm/año; de 7 a 10 años un $\bar{X} = 15,06$ cm/año, y de 11 a 14 años un $\bar{x} = 10,74$ cm/año. En machos, de 3 a 6 años se calculó un \bar{x} de crecimiento de 19,83 cm/año, de 7 a 10 un promedio de 14,38 cm, de 11 a 15 años, un promedio de 10,08 cm/año.

Para los temas de Ecología y Toxicología se registraron los trabajos de García (2014), en los cuales se estudiaron 80 individuos desembarcados en el mismo puerto, para estudio de bioacumulación y biomagnificación de mercurio (Hg) en sus tejidos corporales y en contenidos estomacales, por lo que se determinaron: la concentración promedio de Hg, la caracterización del espectro trófico y el factor de biomagnificación por el alimento ingerido. Los resultados indicaron una concentración promedio de 0,77 mg/kg de Hg total; el calamar *Ancistrocheirus lesueurii* como la especie de mayor importancia en su dieta y un factor de biomagnificación de 0,19 en cefalópodos, 1,26 en peces y 1,16 en mamíferos marinos encontrados en el contenido estomacal.

Castro Rendón et al. (2015) estudiaron la concentración de mercurio total y cadmio en el tejido muscular de 80 individuos desembarcados en Santa Rosa de Salinas, de los cuales 34 fueron hembras y 46 machos. Las hembras estuvieron con tallas comprendidas entre los 97 y 280 cm de LT y registraron un $\bar{x} = 0,75$; $\pm 0,61 \mu\text{g/g}$ de Hg y $\bar{x} = 0,04$; $\pm 0,024 \mu\text{g/g}$ de Cd, mientras que los machos se encontraron desde los 137 hasta los 290 cm de LT y con promedio de $\bar{x} = 0,78$; $\pm 0,68 \mu\text{g/g}$

gde Hg y $x=0,05\pm 0,031\mu\text{g/g}$ de Cd. La asociación entre la concentración de metales y su talla se incrementó al clasificarlas por sexo y madurez sexual.

III. CONCLUSIONES

En Ecuador se han efectuado cuatro estudios de investigación científica a partir del 2012, los mismos que se encuentran distribuidos en dos de Biología (uno de aspectos reproductivos para Santa Rosa de Salinas y otro de edad y crecimiento para Manta), y dos de Ecología y Toxicología (uno sobre la bioacumulación y biomagnificación de Hg y otro sobre la concentración de Hg y Cd; ambos realizados en Santa Rosa de Salinas).

Los trabajos llevados a cabo fueron desarrollados por universidades estatales y privadas, a través de tesis para la obtención de títulos de tercer nivel, mientras que un trabajo para su publicación en una revista indexada estaba en preparación, como parte de un proyecto de investigación científica de una institución de educación superior de tipo particular.

Los estudios fueron efectuados por estudiantes de pregrado e investigadores de tres universidades diferentes, en tres ciudades distintas: la Universidad Península de Santa Elena, UPSE, de La Libertad (Santa Elena), la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, ULEAM, de Manta (Manabí) y la Universidad de Especialidades Espíritu Santo, UEES, de Samborondón (Guayas). Las universidades en Ecuador no cuentan con fondos propios para la ejecución de trabajos a nivel de pregrado y en ciertas instituciones si se cuenta con financiamiento para proyectos de investigación científica, pero son muy limitados.

IV. REFERENCIAS

- Baum, K.R., Myers R.A., Koehler D.G., Worm B., Harley S.J. y Doherty P.A. (2003). Collapse and conservation of shark populations in the northwest Atlantic. *Science*, . 299, 389–392
- Bonfil, R. (1994). *Overview of world elasmobranch fisheries*. Rome, Italy: FAO Fisheries Technical Paper.
- Briones-Mendoza, J. y Armijos-Bravo, J. (2012). *Edad y crecimiento del tiburón azul Prionace glauca (Linnaeus, 1758) en la zona del Pacífico ecuatoriano*. Tesis de grado para optar por el título de Biólogo pesquero, Facultad de Ciencias del Mar, Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, Manta, Ecuador
- Cailliet, G.M. y Goldman, K. (2004). Age determination and validation in chondrichthyan fishes. In ‘Biology of sharks and their relatives’ (Eds. Carrier, Musick&Heithaus). Boca Raton, USA: CRC Press
- Casey, J.M. y Myers, R.A. (1998). Near extinction of a large, widely distributed fish. *Science*, 281, 690–692
- Castro, J. I., Woodley, C. M. &Brudek, R. L., (1999). *A preliminary evaluation of the status of shark species*. Rome, Italy: FAO Fisheries Techn.Pap.
- Castro-Rendón C., Calle-Morán M., García-Arévalo I., Cucalón-Hidalgo A., Andrade S. y Bustamante P. (En preparación). Concentración de mercurio y cadmio en el tejido muscular del tiburón azul *Prionace glauca* en el Pacífico ecuatoriano. Documento en preparación, pp. 1-12.
- Coello, S. (2005). *La Administración de los Chondrichthyes en Ecuador. Aportes para el Plan Nacional de Tiburones*. Quito, Ecuador: UICN
- Compagno, L.J.V.(1984). FAO species catalogue. Vol. 4: *Sharks of the World: an annotated and illustrated catalogue of shark species known to date. Part 2: Carchariniiformes*.Rome, Italy: FAO Fish. Synop. 125, pp. 251–655.
- García, I.N. (2014). *Bioacumulación y biomagnificación de mercurio en tiburón azul Prionace glauca (Linnaeus, 1758) de las costas adyacentes al puerto de Santa Rosa de Salinas- Ecuador*. Tesis de grado para optar por el título de Ingeniero en Gestión Ambiental, Universidad de Especialidades “Espíritu Santo, Samborondón, Ecuador
- Holden, M.J. (1974). *Problems in the rational exploitation of elasmobranch populations and some suggested solutions*. In ‘Sea Fisheries Research’. (Ed. Harden-Jones). New York, USA: John Wiley and Sons
- Stevens, J.D., Bonfil, R., Dulvy N.K., & Walker, P.A. 2000. The effects of fish onsharks, rays, and chimaeras (chondrichthyans), and the implications for marineecosystems. *ICES Journal of Marine Science*, 57, 476–494.
- Tigrero, W.G. (2012). Esfuerzo pesquero y aspectos de la biología reproductiva del tiburón aguado *Prionace glauca*, (Linnaeus, 1736), desembarcado en el puerto de Santa Rosa, durante el período de diciembre 2010 - noviembre 2011. Tesis de grado para optar por el título de Biólogo marino, Escuela de Biología marina, Universidad Península de Santa Elena, La Libertad, Ecuador.