

Protocolo de monitoreo No. 31: Monitoreo del Tiburón Ballena (*Rhincodon typus*) en la Reserva de Biosfera Bahía de los Ángeles, Canales de Ballenas y de Salsipuedes, en el estado de Baja California.

ANTECEDENTES

La Reserva de la Biosfera Bahía de los Ángeles, Canales de Ballenas y de Salsipuedes fue decretada como Área Natural Protegida el 5 de junio del 2000. Esta zona representa un sistema costero y marino que se caracteriza por su alta productividad biológica, valor paisajístico y su reconocido buen estado de conservación, y constituye un activo natural valioso para México y el mundo. En esta área se distribuye una gran diversidad de especies, muchas de ellas bajo alguna categoría de riesgo, por lo que se considera un importante refugio natural y corredor biológico para una gran cantidad de especies.

El tiburón ballena (*Rhincodon typus*), es el pez más grande del mundo, pudiendo llegar a alcanzar longitudes de entre 15 a 18 metros, tiene un cuerpo masivo, fusiforme, presentando una coloración de gris a azul oscuro en el dorso con manchas circulares y líneas horizontales y verticales claras (blancas o amarillentas) y blanco en el vientre. Por lo que es conocido como domino, pez damero, pez dama o pejesapo. Cada individuo presenta un patrón único que permite su identificación individual, puesto que no se modifican con el crecimiento.

Se encuentra catalogada como especie amenazada de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2001, como vulnerable a la extinción de acuerdo con la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN, por sus siglas en inglés) y enlistada en el Apéndice II de la Convención sobre Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES, por sus siglas en inglés).

Debido a sus hábitos alimenticios, el tiburón ballena es una especie con un movimiento lento cercano a la superficie del agua, ya que se alimenta filtrando grandes cantidades de agua en donde retiene una amplia variedad de plancton y necton, que incluye pequeños crustáceos como krill, larvas de cangrejos y copépodos, pequeños peces como sardinas, anchovetas, macarelas y ocasionalmente presas de mayor tamaño como pequeños atunes y calamares, también se cree que su dieta incluye fitoplancton y macro algas, crustáceos, moluscos y pequeñas cantidades de microalgas, sugiriendo una dieta omnívora.

A pesar de encontrarse en todos los mares tropicales, excepto el Mar Mediterráneo, son pocas las localidades del mundo donde se pueden observar agrupaciones de manera predecible y por períodos prolongados. En México, uno de los sitios de observación es Bahía de los Ángeles, las características oceanográficas de esta bahía permiten que haya una alta productividad primaria que favorece la presencia del tiburón ballena por un periodo largo de tiempo (junio-noviembre). A pesar de que esta especie es utilizada por la industria turística, todavía se desconoce mucha de su comportamiento y de su información ecológica en la bahía y en la región del Golfo de California.

En las aguas de Bahía de los Ángeles, en la costa oriental de Baja California, se pueden observar de mayo a diciembre agrupaciones del pez más grande del mundo, el tiburón ballena (*Rhincodon typus*). En diversos lugares del mundo, su presencia cerca de las costas ha cobrado gran importancia económica, llegando a generar en algunos casos una industria turística con una derrama de millones de dólares anuales. Los principales sitios donde se practica el turismo con

tiburón ballena son Australia, Filipinas, Belice, Galápagos, Honduras, Sudáfrica, Tailandia y México (Enríquez-Andrade et al, 2003).

Mostrando gran visión, algunos operadores turísticos en Bahía de los Ángeles aprovechan desde hace casi una década la presencia de los tiburones ballena como un atractivo turístico que complementa las otras actividades con ecoturismo en el área. Sin embargo, el número de personas interesadas en observar y nadar junto al tiburón ballena va en aumento. En muchos casos turistas que visitan la bahía y que llevan sus propias embarcaciones no contratan los servicios de los operadores autorizados, o bien operadores que no están autorizados ofrecen viajes, lo anterior genera conflictos, que sumado a la falta de vigilancia ha impedido hasta el momento regular de manera eficiente la actividad.

Estudios previos concuerdan que Bahía de los Ángeles es un hábitat importante para la especie por la disponibilidad de alimento; abundante gracias a la gran productividad ocasionada por las surgencias locales o regionales, las corrientes inducidas por el viento y la marea, así como la presencia de una pequeña laguna costera en el sur de la bahía (Eckert and Stewart, 2001; García-García, 2002).

El déficit de información confiable sobre tiburón ballena y su hábitat, la ausencia de regulación efectiva y en el pasado la desorganización de los operadores turísticos locales, son factores que han impedido la materialización de mayores oportunidades para su aprovechamiento y conservación en beneficio de la comunidad local.

Gracias a las campañas de muestreo realizadas desde 2001¹ hasta 2010, se tiene un mejor entendimiento de las agrupaciones de tiburones ballena que ocurren en la bahía, de su abundancia y tendencias, de la distribución espacial y temporal de los avistamientos, así como de algunos parámetros biológicos y de comportamiento básicos. El logro principal de estos años de monitoreo continuo, fue interesar y consolidar un grupo de prestadores de servicios turísticos de la comunidad en un proyecto de desarrollo sustentable basado en la riqueza biológica de la bahía. Ellos colaboraron en varias reuniones, de las cuales emanó la "Propuesta de Programa de Manejo de tiburón ballena con referencia específica a Bahía de los Ángeles, B.C." (Rodríguez-Dowdell, *et al*, 2003). A partir de ello, un porcentaje importante de los prestadores de servicios turísticos de esta localidad se organizó para solicitar las autorizaciones requeridas para regularizar sus actividades con tiburón ballena. En 2004, este grupo solicitó a la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) a través del personal que labora en la Dirección en Baja California del Área de Protección de Flora y Fauna Islas del Golfo de California, recursos de los Programas de Desarrollo Regional Sustentable (PRODERS), para realizar un estudio para fortalecer el ecoturismo con tiburón ballena en Bahía de los Ángeles, basado en un enfoque participativo con los usuarios locales con el fin de conservar la especie y capitalizar oportunidades a favor de la comunidad. Durante este estudio se realizaron estimaciones de distribución y abundancia del tiburón ballena durante la temporada, esfuerzo turístico y derrama económica producto de las actividades de ecoturismo con esta especie. También se capacitó a los prestadores de servicios turísticos y

¹ Desde 2001 y hasta 2004, la Facultad de Ciencias Marinas de la Universidad Autónoma de Baja California en colaboración con un grupo de prestadores de servicios turísticos de Bahía de los Ángeles y la Dirección en Baja California del Área de Protección de Flora y Fauna Islas del Golfo de California, han realizado estudios para aportar elementos básicos para el manejo de la actividad turística mediante el conocimiento de la abundancia y distribución del tiburón ballena, un análisis del esfuerzo turístico y los riesgos que las actividades humanas representan para la especie.

jóvenes de la localidad en el monitoreo de tiburón ballena, proveyéndoles de manuales de monitoreo para la toma de datos durante sus recorridos de avistamiento.

JUSTIFICACIÓN

Los resultados de las campañas de muestreo realizadas desde 2001, indican que existe una variación importante tanto en la abundancia (Tabla 1) como en la duración de las temporadas de tiburón ballena (Tabla 2) en Bahía de los Ángeles anualmente.

Tabla 1. Parámetros de abundancia de *R. typus* en Bahía de los Ángeles (2001 – 2003). Fuente: Enríquez-Andrade *et al*, 2003 e Iñiguez-Hernández (2004).

Parámetro*	2001	2002	2003	2004	2007
Número de tiburones identificados a nivel individual	10	4	22	10	14
Avistamientos por hora de búsqueda en el mes de máxima abundancia	0.92 (nov)	0.46 (agosto)	2.7 (oct)	1.02 (oct)	2.5 (oct)
Numero estimado de tiburones durante el periodo de máxima abundancia	16	12	20		20

* Los muestreos en las distintas temporadas fueron realizados en embarcaciones y por personas diferentes

Tabla 2. Duración de las temporadas de *R. typus* en Bahía de los Ángeles (2001 – 2004). Fuente: Enríquez-Andrade *et al*, 2003; Iñiguez-Hernández (2004) y Enríquez-Andrade (Datos no publicados)

Año	Duración de la temporada
2001	Mayo - Diciembre
2002	Junio - Septiembre
2003	Septiembre - Noviembre
2004	Agosto – Noviembre
2005	Octubre - Noviembre
2007	Julio - Noviembre

Durante 2009 y 2010 sin embargo, se comenzó a realizar el monitoreo sistemático, además de identificación de distribución y abundancia, a través de la fotoidentificación, dando por resultado la identificación de 70 y casi 100 tiburones ballena diferentes en la Bahía de los Ángeles, lo que representa un mucho mejor método para definir la dinámica poblacional del grupo de tiburones que llegan a la Bahía de los Ángeles, puesto que permite la identificación de tiburones que regresan en diferentes años a la Bahía, y crecimiento de los mismos, además de interacción entre ellos.

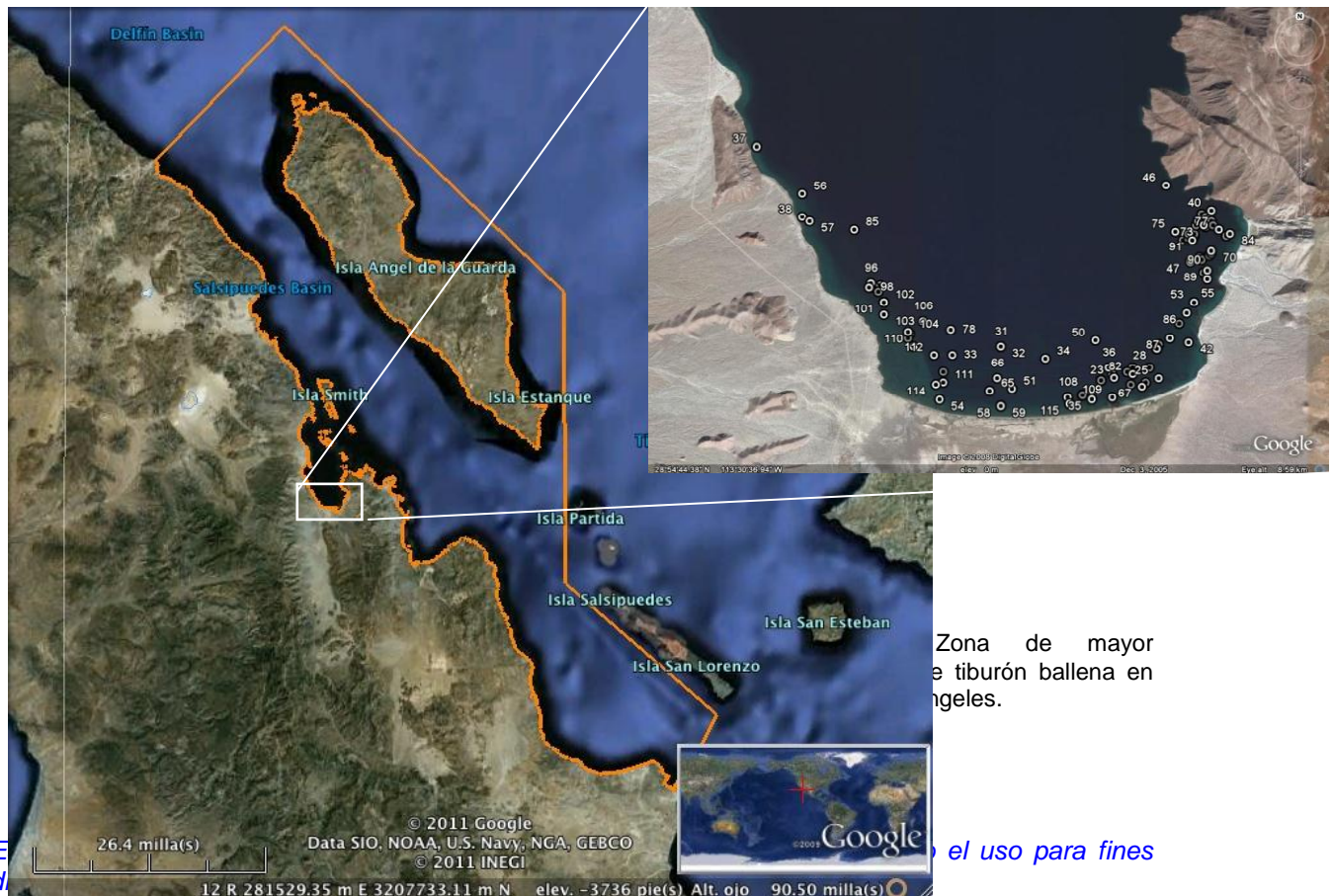
En este momento sólo es posible especular sobre las causas de decremento poblacional en el mundo, pero pueden deberse a uno, o varios, de los factores que se han identificado en otros sitios: variaciones oceanográficas interanuales; mortandad excesiva por pesca de tiburones cuando éstos se encuentran en áreas remotas; muertes incidentales de tiburones ocasionadas por redes de pesca y al hostigamiento excesivo por parte de turistas y científicos.

De lo anterior se desprende la urgente necesidad de continuar estudiando los parámetros de distribución, abundancia, comportamiento y uso del tiburón ballena en Bahía de los Ángeles, identificado como uno de los sitios más importantes del país en el que se agrupan individuos de esta especie, con el objeto de emitir las recomendaciones pertinentes para el adecuado manejo de las actividades eco-turísticas.

Es igualmente necesario que los usuarios del recurso sean los principales participantes y responsables en coleccionar la información sobre los parámetros poblacionales de esta especie, de esta forma se pretende iniciar un proyecto permanente de monitoreo, en el cual los prestadores de servicios turísticos, sean los principales promotores de la conservación de esta especie.

En 2008 inicia formalmente el Programa de monitoreo comunitario Pejesapo, con la participación de cinco prestadores de servicios turísticos locales, los viajes se realizan en la zona sur de Bahía de los Ángeles, donde se realiza el 95% de los avistamientos en esta área (Figura 1).

El propósito de este monitoreo es proporcionar las herramientas necesarias para evaluar el estado de las poblaciones de tiburón ballena y nos ayudan a comprender los mecanismos y procesos que se generan para la toma de decisiones de conservación y manejo de esta especie. Además del establecimiento de un sistema de monitoreo permanente en la comunidad de Bahía de los Ángeles, el incluir y entrenar a miembros de la comunidad que integran el Grupo denominado Pejesapo, permite a los usuarios del recurso asumir directamente la responsabilidad de su monitoreo y auto regulación de la actividad de ecoturismo con tiburón ballena a largo plazo.



OBJETIVOS

- Análisis de la distribución y abundancia de tiburón ballena (*Rhincodon typus*) en la Bahía de los Ángeles y el esfuerzo turístico ejercido sobre la especie
- Generar un catálogo de fotoidentificados de tiburón ballena para Bahía de los Ángeles.
- Caracterizar la abundancia y distribución espacio – temporal del tiburón ballena en Bahía de los Ángeles.
- Evaluar factores ambientales bióticos y abióticos que determinen la presencia o ausencia del tiburón ballena en Bahía de los Ángeles
- Generar una base de datos que permita a largo plazo evaluar la tendencia poblacional del tiburón ballena en el área natural protegida.
- Evaluar la efectividad de las medidas de manejo en la población del tiburón ballena en Bahía de los Ángeles

METODOLOGIA

Distribución y abundancia y fotoidentificación del tiburón ballena

Aunque la temporada de tiburón ballena en Bahía de los Ángeles comprende de junio a noviembre, se monitoreará la especie de agosto a noviembre. Se realizan al menos seis recorridos marinos por mes a la zona conocida como el Rincón, al sur de la Bahía de los Ángeles. Los recorridos marinos se realizan en embarcaciones menores tipo pangas de fibra de vidrio de menos de 12 metros de eslora, y a una velocidad de 4 nudos. Las horas comprendidas de búsqueda son de las 8 a las 17 horas. Se buscan constantemente tiburones ballenas a simple vista y con binoculares. Durante los recorridos se realizarán observaciones continuas a ambos lados de la embarcación, cuando se detecte un tiburón ballena la embarcación se deberá acerca con cuidado para registrar su posición geográfica mediante un GPS y en un formato se registrará el número de avistamiento, hora y fecha, temperatura del agua.

Además con visor y snorkel, y siguiendo las reglas del código de conducta para la observación y nado con tiburón ballena, una vez tomados los datos anteriores, un monitor se introduce al agua e inicialmente observa marcas o posibles heridas del tiburón, o características especiales que lo distingan, identifica el sexo del animal (Fig. 2) realiza la toma de fotografías digitales, con cámara sumergible, en el costado izquierdo de tiburón, para su foto-identificación (Fig. 3). El patrón de puntos que tienen los tiburones ballena es único, por lo que se utiliza un programa computacional, como el 13S que usa un algoritmo de identificación de patrones, capaz de reconocer a cada "nuevo" tiburón en la base de datos que se comenzó a construir en 2008 (Fig. 4).

Se elaborará un mapa de distribución de la especie, tomando como base el Sistema de Información Geográfica que se comenzó en 2001, de tal forma que se puedan hacer comparaciones entre las diferentes temporadas de la especie. Esta información será proporcionada por el personal del ANP a la institución seleccionada.

Esfuerzo turístico

Se registrará durante cada recorrido de monitoreo un conteo de embarcaciones que se encuentren en el área, realizando o no la actividad de observación y nado con tiburón ballena, a los prestadores de servicios turísticos en su caso, autorizados o no autorizados, y a embarcaciones particulares que se encuentren realizando la actividad, además del registro de visitantes a bordo de las mismas.

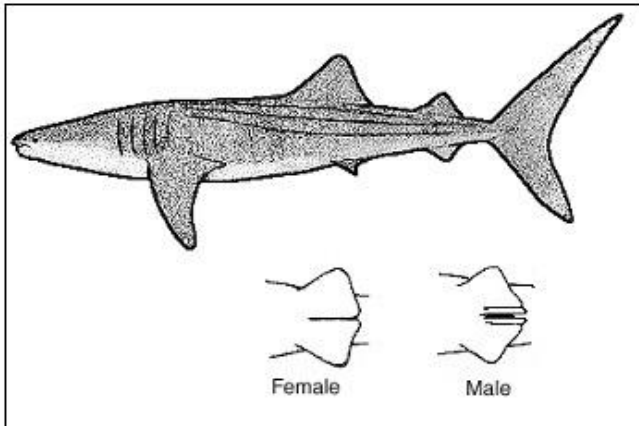
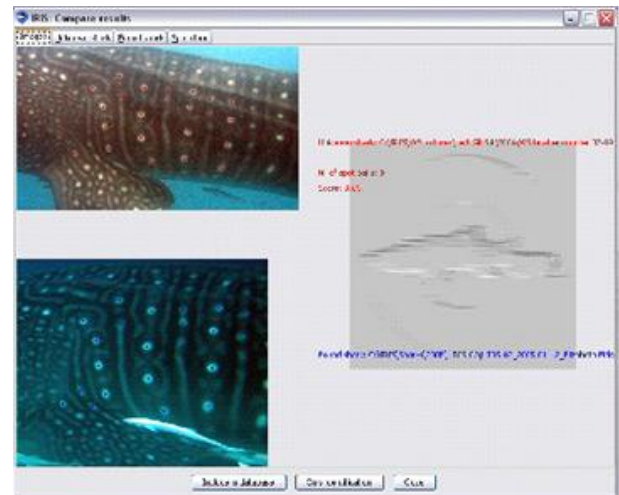


Fig. 2. Sexado de tiburón ballena



Fig. 3. Foto-identificación de tiburón ballena en Bahía de los Ángeles

Fig. 4. Pantalla de Programa de computación que analiza el patrón de distribución de puntos en cada fotografía de tiburón, fundamental para reconocer a cada uno de ellos individualmente



Los datos son anotados en formatos especiales que posteriormente serán ordenados en una base de datos y las fotos serán incluidas a un catálogo de fotografías de los individuos. Esta información será proporcionada por el personal del ANP a la institución seleccionada.

Análisis de datos.

Se calculara el número de avistamientos por año, la distribución por sexo, las tallas, las tallas por sexo, el esfuerzo de búsqueda, que es las horas de navegación de cada día, eliminando el tiempo empleado en los avistamientos y la interrupciones por condiciones climáticas, descansos, fallas mecánicas, entre otros.

Este esfuerzo de búsqueda se utiliza para calcular el índice de abundancia relativa (IAR)

$$IAR = N_a / \text{hrs esfuerzo}$$

Donde:

IAR: Índice de Abundancia Relativo

N_a : número de animales

Hrs esfuerzo: El esfuerzo de búsqueda.

A partir de este índice será posible realizar comparaciones entre meses y años, para realizar la distribución temporal. Para la distribución espacial se ubicarán los avistamientos en mapas del área de estudio. Además se realizaran gráficas para el análisis de dicho datos.

Toma de datos	No. de tiburón XX
Coordenadas (UTM) de ubicación del avistamiento con un GPS	
Fecha y hora	
En caso de ser un grupo el número de individuos	
Tamaño	
Sexo	
Fotografías de la región retro branquial izquierda y derecha y la región pélvica (con el fin de fotoidentificar a los individuos de acuerdo al patrón de manchas, así como cualquier lesión o cicatriz que ayude a la fotoidentificación)	
Algunos patrones de comportamiento general y asociaciones con otras especies (aves, peces, invertebrados, entre otros)	
Factores ambientales	
Temperatura Superficial del Mar (TSM °C)	
Dirección y velocidad del viento	
Muestras del plancton	
Información sobre presencia de basura, redes y embarcaciones locales y turísticas.	

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Este programa de monitoreo se plantea para que inicie en agosto y termine en noviembre, y el Informe deberá ser entregado en la primera quincena del mes de diciembre de 2011.

No	Descripción de Actividades	MESES				
		1	2	3	4	5
1	Equipar a las 5 embarcaciones con GPS y cámaras digitales	X				
2	Realizar viajes de monitoreo de tiburón ballena	X	X	X	X	X
3	Analizar los resultados e integrar un reporte final de la temporada					X

RESULTADOS ESPERADOS

1. Un catálogo de fotoidentificación electrónico e impreso a color de los individuos avistados que podrá ser utilizado para conocer el tamaño de la población en Bahía de los Ángeles.
2. Una base de datos electrónica con la información recabada en las salidas de campo.
3. Se espera obtener información actualizada sobre el monitoreo de la población del tiburón ballena en Bahía de los Ángeles y su variación temporal.
4. Memoria fotográfica y Videos propios de las actividades realizadas en formato DVD, que documenten las actividades realizadas de acuerdo a lo establecido en el presente protocolo.
5. En el informe final del monitoreo biológico deberá incluir las bases de datos crudas y analizadas, conforme se solicito la información como se solicita en presente protocolo. Se permitirá que los responsables del mismos integren recomendaciones sobre las mejoras que proponen al protocolo actual de monitoreo, así como el uso de la información para mejorar la conservación de la especie y su hábitat.

BIBLIOGRAFIA

- Diario Oficial de la Federación, 5 de junio de 2007. DECRETO por el que se declara área natural protegida, con la categoría de reserva de la biosfera, la zona marina conocida como Bahía de los Angeles, canales de Ballenas y de Salsipuedes, comprendiendo la zona federal marítimo terrestre correspondiente a la porción de la costa oriental de la península de Baja California, ubicada frente al Municipio de Ensenada, en el Estado de Baja California.
- Eckert, S.A. y Stewart, B.S., 2001. Telemetry and the satellite tracking of whale sharks (*Rhincodon typus*) in the Sea of Cortez, Mexico. *Environmental Biology of Fishes*, 60:299-308.
- Enríquez-Andrade, R.; Rodríguez-Dowdell, N.; Zavala-González, A.; Cárdenas-Torres, N.; Vázquez-Haikin, A. y Godínez-Reyes, C., 2003. Informe Técnico del proyecto “Conservación y Aprovechamiento Sustentable del Tiburón ballena a través del ecoturismo en Bahía de los Ángeles, Baja California. Facultad de Ciencias Marinas, Universidad Autónoma de Baja California. Dirección Regional en Baja California del Área de Protección de Flora y Fauna Islas del Golfo de California. 67 pp.
- García-García, B.M., 2002. Relación entre la biomasa zooplantónica y los avistamientos de tiburón ballena (*Rhincodon typus*; Smith, 1828) en Bahía de los Ángeles, B.C., México. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias Marinas, Universidad Autónoma de Baja California. Ensenada, B.C. 50 pp.
- Iñiguez-Hernández, L., 2004. Análisis de distribución y tamaño de las congregaciones de tiburón ballena *Rhincodon typus* durante la temporada 2003 en Bahía de los Ángeles, B.C. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias Marinas, Universidad Autónoma de Baja California. Ensenada, B.C. 90 pp.
- Kukuyev E. I. 1996. The new finds in recently born individuals of the Whale Shark *Rhincodon typus* (*Rhincodontidae*) in the Atlantic Ocean. *Journal of Ichthyology*. 36 (2): 203-205.
- Rodríguez-Dowdell, N., R. Enríquez-Andrade, N. Cárdenas-Torres, A. Zavala-González, A. Vázquez-Haikin and C. Godínez-Reyes, 2003. Propuesta de Programa de Manejo de Tiburón ballena (*Rhincodon typus*) con referencia específica a Bahía de los Ángeles, Baja California. Facultad de Ciencias Marinas, Universidad Autónoma de Baja California. Dirección Regional en Baja California del Área de Protección de Flora y Fauna – Islas del Golfo de California. 67 pp.