

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

FACULTAD DE CIENCIAS MARINAS

**“UNA CONTRIBUCIÓN AL CONOCIMIENTO DE LA BIOLOGÍA,
COMPORTAMIENTO Y HÁBITAT DE LAS CONGREGACIONES DE TIBURÓN
BALLENA *Rhincodon typus* (SMITH, 1828) DE BAHÍA DE LOS ÁNGELES, BAJA
CALIFORNIA, MÉXICO”**

**TESIS
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
OCEANÓLOGO
PRESENTA
BIVIANA ÁVILA MORENO**

Ensenada, Baja California, Septiembre 2005

**“UNA CONTRIBUCIÓN AL CONOCIMIENTO DE LA BIOLOGÍA,
COMPORTAMIENTO Y HÁBITAT DE LAS CONGREGACIONES DE TIBURÓN
BALLENA *Rhincodon typus* (SMITH, 1828) DE BAHÍA DE LOS ÁNGELES, BAJA
CALIFORNIA, MÉXICO”**

**T E S I S
QUE PRESENTA:
BIVIANA ÁVILA MORENO**


Aprobada por:



**Presidente del Jurado
Dr. Roberto Enriquez Andrade**



**Sinodal Propietario
M.C. J. Antonio Almanza Heredia**



**Sinodal Propietario
M.C. Juana Claudia Leyva Aguilera**

RESUMEN

El tiburón ballena *Rhincodon typus* es una especie cosmopolita que se congrega con regularidad en ciertos sitios del mundo, lo que ha permitido el desarrollo de una industria ecoturística millonaria, basada en su observación. Sin embargo, la carencia de información sobre la especie, ha impedido darle un manejo adecuado y actualmente el tiburón ballena se encuentra catalogado como vulnerable en la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la naturaleza. El objetivo de esta investigación es aportar información básica sobre la biología, comportamiento y hábitat de las congregaciones de *Rhincodon typus* en Bahía de los Ángeles, Baja California. Se realizaron cinco campañas de muestreo, en el período comprendido entre septiembre y noviembre del 2003. Durante éstas, se registraron: longitud total, sexo, agrupaciones, comportamiento de los organismos con respecto a la presencia humana, actividades alimentarias, fauna de acompañamiento y presencia de lesiones; además se efectuaron muestreos salinidad, temperatura, y oxígeno disuelto. Para los datos oceanográficos se realizó una prueba T- Student para detectar la diferencia significativa entre los tres meses; se hizo una prueba GLM para conocer el parámetro oceanográfico con mayor influencia en la presencia de avistamientos de tiburón ballena en la superficie. Se realizaron 80 avistamientos de tiburón ballena a lo largo de la temporada de muestreo. La distribución de tallas fue entre 3 y 8 m, con un valor modal de 6 m. La proporción Hembra: Macho de los avistamientos fue de 1: 1.82. En 61 avistamientos los organismos se encontraban alimentándose en movimiento. Ante la presencia de embarcaciones o nadadores, dominó un comportamiento indiferente. En 62 avistamientos se observaron rémoras asociadas al tiburón ballena. En los meses de muestreo la temperatura superficial de la bahía varió entre 21.227 y 28.052 °C; la salinidad fue homogénea (35.55 a 35.7 UPS) y el oxígeno tuvo un rango de 4.669 ppm pues cambió de 2.369 a 7.103 ppm. En la vertical la variación máxima de temperatura fue de 0.832 °C, 0.07 UPS de salinidad y 1.962 ppm de oxígeno. Se encontraron diferencias significativas de temperatura y oxígeno entre los meses, con una $H_0: \mu = 0$ y un $\alpha = 0.05$. En 34 avistamientos, los organismos presentaron algún tipo de lesión. No se encontró evidencia de que los tiburones ballena se segregaran por sexo o talla en Bahía de los Ángeles durante el 2003; los tiburones ballena se encontraron asociados a *Remora* sp., utilizan la técnica de alimentación de nado en la superficie con la boca abierta. No fue posible probar una correlación entre los parámetros físico- químicos y la presencia de la especie en la bahía. No se encontró un patrón conductual definido como respuesta a la presencia humana.

Palabras clave: Tiburón ballena, especie vulnerable, segregación por sexo y talla, comportamiento alimenticio, hábitat, fauna de acompañamiento, lesiones y heridas, comportamiento inducido por turismo.

DEDICATORIA

A mi fuente de inspiración, mi ejemplo a seguir: Briseida Moreno... Mami, con todo mi amor, respeto y admiración.

A mis hermanas Saruhén y Zohar.

Al pequeño Ulises



AGRADECIMIENTOS

A mi mamita, mujer trabajadora e incansable luchadora. Gracias por todo tu amor, por apoyarme en todo momento, por los grandes y sabios consejos, por mostrarme la bondad, honestidad y sencillez.... por todo eso que ocuparía más de una cuartilla decir. Te amo.

A mis hermanas: Saruhén y Zohar. Por tantos inolvidables momentos con los que crecimos; por esa complicidad, solidaridad y amor insuperables. Gracias por tantas bromas espontáneas y risas llenas de simpleza. Con todo mi amor.

A mi pequeño sobrino Ulises, por venir a transformar mi vida en una fracción minúscula de tiempo con sólo una sonrisa. Te amo desde el primer instante.

A mi abuelo Martín, por esa paciencia y perseverancia. Eres el ejemplo perfecto de tesón.

A mis tíos Marco, Glauco, Olinto, Nidia, Lucy y Zoar por estar ahí a lo largo de estos años.

A Ale, gracias por apoyarme en todo momento y por tantas horas de pláticas y sanas carcajadas. A Roris, por compartir tu música y la amistad.

A Roberto Enríquez, por brindarme la oportunidad de trabajar en este proyecto. A Antonio Eliseo Almanza, por sus atinadas observaciones. A Claudia Leyva, por aceptar orientarme en este trabajo y brindarme su asesoría en cualquier momento.

A Abraham Vázquez, por su inquietud de conservar al tiburón ballena en Bahía de los Ángeles y por compartir su conocimiento sobre el tiburón ballena.

A Natalie Rodríguez y Nirari Cárdenas, por su amistad, compañerismo y por hacer tan agradable el lugar de trabajo...

Al personal del APFF- Islas del Golfo de California en Baja California: Alfredo Zavala, Carlos Godínez, Ana María Padilla, Hugo Moreno y Griselda Ibarrola, por permitirme colaborar con su gran labor en un ambiente tan grato. Aprendí con ustedes y en verdad los admiro.

A Isabel Fuentes y José “El Güero” Arce, por su amabilidad y hospitalidad. Bahía de los
Ángeles estaría incompleta sin ustedes.

A Chelo Valle, por ese derroche de alegría y optimismo. Gracias por alentar nuestros
ideales.

A Francisco Ley, por orientarme en la búsqueda de un tema de tesis.

A Abigail Corrales, Alejandra Blasser, Aleph Jiménez, Alfonso Piña, Alonso González,
Cristina Villanueva, Daniel Parlange, Enrique Quintero, Esteban Torres, Israel Hermosillo,
Javier Preciado, Jorge Noguez, Julio Sánchez, Lucina Iñiguez y Omar Spiegel, por los
momentos divertidos y las largas charlas tan agradables.

CONTENIDO

RESUMEN	i
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
1 INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Historia natural	1
1.2 Distribución, Hábitat y Migración.....	2
1.3 Ecología de la especie.....	3
1.4 Problemática, Manejo y Conservación	4
1.5 Antecedentes	4
1.6 Justificación.....	7
2 HIPÓTESIS	8
3 OBJETIVOS.....	8
3.1 General.....	8
3.2 Particulares.....	8
4 DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	9
4.1 Geografía	9
4.2 Climatología.....	10
4.3 Batimetría.....	10
4.4 Oceanografía.....	11
4.1.1 Física.....	11
4.1.2 Biológica.....	12
5 METODOLOGÍA.....	14
5.1 Trabajo de campo.....	14
5.1.1 Registro de las características de los organismos.....	14
5.1.2 Obtención de parámetros físicos y químicos del medio	15
5.2 Procesamiento de datos.....	15
5.1.3 Datos de la especie.....	15
5.1.4 Datos oceanográficos	16
6 RESULTADOS.....	16
6.1 Aspectos biológicos del tiburón ballena.....	16
6.1.1 Avistamientos por día y por hora de muestreo.....	16
6.1.2 Longitud total.....	18
6.1.3 Proporción de sexos	18
6.1.4 Comportamiento.....	19
6.1.5 Agrupaciones.....	22
6.1.6 Fauna de acompañamiento	22
6.2 Parámetros físico- químicos del hábitat del tiburón ballena.....	23
6.2.1 Profundidad y visibilidad.....	25
6.2.2 Distribución superficial de temperatura, salinidad y oxígeno.....	26
6.2.3 Distribución vertical de temperatura, salinidad y oxígeno	31
6.2.4 Relación de los parámetros físico-químicos del hábitat con la presencia del tiburón ballena	35
6.3 Lesiones y heridas.....	36

7	DISCUSIONES	39
	7.1 <i>Segregación por sexo y talla</i>	39
	7.2 <i>Fauna de acompañamiento</i>	40
	7.3 <i>Patrones de comportamiento alimentario</i>	41
	7.4 <i>Relación de avistamientos con presencia de parches de plancton y parámetros físico- químicos del agua</i>	43
	7.5 <i>Comportamiento inducido por embarcaciones o actividades de nado con la especie</i>	45
	7.6 <i>Impactos ocasionados por turismo, pesca y otros</i>	46
8	CONCLUSIONES	48
9	RECOMENDACIONES	49
10	REFERENCIAS	50
11	COMUNICACIÓN PERSONAL	52
12	COMUNICACIÓN PERSONAL EN LÍNEA	53
	CRÉDITOS	53

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Distribución mundial de <i>Rhincodon typus</i>	2
Figura 2. Localización del área de estudio	9
Figura 3. Distribución de los avistamientos a lo largo de la temporada de muestreo 2003 en Bahía de los Ángeles	17
Figura 4. Distribución de los avistamientos a lo largo del día (horas de muestreo).....	17
Figura 5. Frecuencia de las longitudes estimadas en los avistamientos de tiburones ballena durante la temporada de muestreo.....	18
Figura 6. Comparación de la proporción de sexos de los organismos avistados por mes	19
Figura 7. Frecuencia de los comportamientos determinados en los avistamientos de tiburón ballena durante la temporada de muestreo.....	19
Figura 8. Comparación de la frecuencia de las respuestas de comportamiento de los organismos avistados por mes	20
Figura 9. Número de avistamientos en los que el tiburón ballena se encontraban alimentándose.....	21
Figura 10. Comparación de la frecuencia de avistamientos de organismos alimentándose y su comportamiento	21
Figura 11. Rémoras asociadas al tiburón ballena	22
Figuras 12 y 13. <i>Remora</i> sp asociadas a <i>Rhincodon typus</i>	23
Figura 14. Ubicación geográfica de los sitios de muestreo con CTD realizados durante la temporada 2003.....	25
Figura 15. Distribución de las temperaturas superficiales (°C) durante el muestreo de septiembre	26
Figura 16. Distribución de las temperaturas superficiales (°C) presentadas durante los muestreos de octubre.	27
Figura 17. Distribución de la salinidad (UPS) en la superficie durante el muestreo de septiembre.	28
Figura 18. Distribución de la salinidad (UPS) en la superficie durante los muestreos de octubre.	29
Figura 19. Distribución de la concentración de Oxígeno (ppm) en la superficie durante el muestreo de septiembre.	30
Figura 20. Distribución de la concentración de Oxígeno en la superficie de acuerdo a los muestreos de octubre.	31
Figura 21. Distribución vertical de la temperatura promedio en los tres meses de muestreo.....	32
Figura 22. Perfiles promedio de salinidad de los tres meses de muestreo en Bahía de los Ángeles	33
Figura 23. Distribución vertical del oxígeno disuelto en los tres meses de muestreo.	34
Figuras 24 y 25 . Organismos avistados que presentaban “propelazos” en el dorso.....	36
Figuras 26 y 27. Raspón en la aleta dorsal y cortes en la aleta caudal presentados por algunos organismos avistados durante el muestreo 2003	36
Figuras 28, 29 y 30. Organismos avistados que mostraron algún miembro mutilado.....	37
Figuras 31 y 32. Tiburones avistados con lesiones con forma aserrada similares a la forma de una mordida	38

LISTA DE TABLAS

Tabla I. Localización geográfica y datos relevantes de los sitios donde se realizaron los lances de CTD.....	24
Tabla II. Prueba Univariada de Significancia para los avistamientos de tiburón ballena.....	35

LISTA DE ANEXOS

ANEXO I.....	54
ANEXO II	55
ANEXO III	56
ANEXO IV	57
ANEXO V	58

1 INTRODUCCIÓN

A partir de los años 80, un gran número de grupos sociales y empresas han orientado sus actividades al turismo en una modalidad que pretende realizar un uso de los recursos naturales de los litorales de una manera sustentable. Un ejemplo es el ecoturismo basado en la observación del tiburón ballena *Rhincodon typus* (Smith, 1828), cuya industria genera millones de dólares al año en algunos países posiblemente con mayor valor que el de su pesquería, y con un gran potencial de promover un desarrollo sustentable en comunidades asentadas en zonas cercanas a donde puedan ser observados (Enríquez- Andrade *et al.*, 2003). La creciente popularidad de *R. typus* como objeto de observación ecoturística se debe a su tamaño espectacular, a su actitud apacible que no representa riesgo al humano, y a su presencia predecible en diversas costas tropicales y templadas del mundo.

R. typus es el único representante de la familia Rhincodontidae, una de las siete familias con 33 especies del Orden Orectolobiformes (Fowler, 2000), dentro de la subclase Elasmobranchia y clase Chondrichtios (Castro, 1983). Existen variaciones en el nombre científico que se le da a la especie: *Rhiniodon typus*, *Rhineodon typus*, *Rhinchodon typus*, *Rieneodon typus*, *Rhineodon typus*, *Rhinodon typicus*, *Rhineodon typicus*, *Rhiniodon typus*, *Rhinecodon typus*, *Rhinodon typus*, *Microstodus punctatus* y *Rhinodon pentalineatus* (Anónimo, 2002)

El tiburón ballena es el pez más grande del mundo, alcanzando longitudes máximas de entre 15 y 20 metros (Fowler, 2000). Se caracteriza por poseer una gran cabeza aplanada, boca amplia, agallas grandes, aleta dorsal prominente y una aleta caudal semi-lunada. Así mismo, presenta un patrón único de manchas y puntos claros que contrastan con el color oscuro de la piel (Compagno, 1984; Last y Stevens, 1994 en Colman, 1997a).

1.1 Historia natural

No se cuenta con información completa acerca del ciclo de vida de *R. typus*; sin embargo se sabe que es una especie ovovivípara (Norman, 2000). Castro (1999), menciona que de 300 embriones que se examinaron en diferentes etapas de desarrollo, se encontró que éstos medían entre 58 y 64 cm., de longitud total observándose que el de mayor talla aparentemente estaba listo para nacer.

Del mismo modo existen escasos datos de edad y crecimiento de la especie, pero con base en información no publicada, se cree que *R. typus* es el tiburón que crece muy rápido y es quizá debido a esto que sólo unos cuantos ejemplares pequeños hayan sido capturados (Castro, 2000).

La longevidad y la correlación entre edad, tamaño y madurez sexual de *R. typus* son aspectos de los que sólo se tienen especulaciones. Se ha reportado un tiburón ballena de 20 m de longitud, capturado por los pescadores de Taiwán (Chen *et al.* en Enríquez-Andrade *et al.*, 2003). Taylor (1994 en Colman, 1997b) especula que la madurez sexual de la especie se da hasta los 30 años y que pueden vivir más de 100 años.

1.2 Distribución, Hábitat y Migración

El tiburón ballena tiene una distribución cosmopolita (Fig. 1), presentándose en aguas tropicales y templadas excepto en el Mar Mediterráneo (Anónimo, 2002). Es encontrado habitualmente entre los 30° N y 35° S (Norman, 2000) Existen algunos lugares en el mundo donde *Rhincodon typus* se congrega con regularidad: Oeste de Australia, India, Seychelles, Filipinas, Belice, Sudáfrica, Tailandia y México. Recientemente se cuentan con registros de la especie en Costa Rica (Boston, com. pers.) y Brasil (Rodríguez-Dowdell, com. pers.). Se ha reportado la presencia de la especie en aguas costeras (profundas y someras) así como en lagunas arrecifales y en la boca de lagunas costeras; también se ha encontrado que son capaces de migrar por grandes distancias a través del océano abierto (Fowler, 2000).

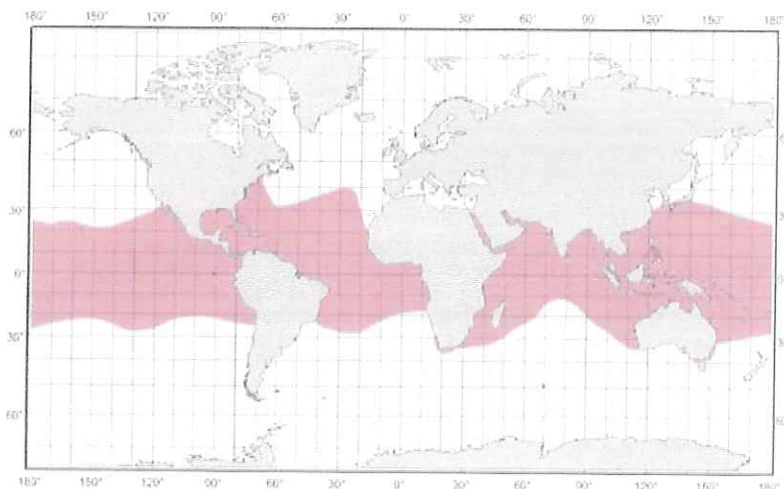


Figura 1. Distribución mundial de *Rhincodon typus* (www.whalesharkproject.org)

En contraste con otros tiburones orectolobiformes, el tiburón ballena tiene un hábitat pelágico (Colman, 1997b). Puede encontrarse en aguas superficiales con temperaturas entre 18° y 30° C, aunque generalmente son reportados entre 21° a 25° C (Fowler, 2000). En general la disponibilidad de hábitat no es considerada un problema para la subsistencia de la especie, excepto en sitios asociados estacionalmente con la disponibilidad de alimento (Alava *et al.*, 1997).

El patrón de desplazamiento del tiburón ballena es pobremente comprendido. Se cree que la estancia de *Rhincodon typus* en algunas localidades es dependiente de la densidad de presas; es así como existen agregaciones anuales y estacionales regulares (Fowler, 2000). Existe también una segregación espacio- temporal: los individuos de tallas similares y en su mayoría del mismo sexo, se observan frecuentemente compartiendo una misma área (Norman, 1999; Eckert & Stewart, 2001).

1.3 Ecología de la especie

El tiburón ballena es uno de los tres tiburones filtradores conocidos; se alimenta por succión en densas agregaciones de zooplancton de 1 mm de diámetro, hasta de pequeños peces, calamares y crustáceos (Fowler, 2000).

El rol ecológico de *R. typus* es poco conocido, aunque, debido a que es un planctívoro podría considerarse similar al de las ballenas barbadas. No obstante que la especie se alimenta ocasionalmente de huevos de peces en zonas arrecifales, no se considera que tenga efecto en las poblaciones de sus presas (Heyman *et al.*, 2001).

El tiburón ballena a menudo se asocia a cardúmenes de peces pelágicos, que probablemente se alimentan de las mismas presas. Hay numerosas referencias de avistamientos de la especie acompañada de grandes bancos de atún, bonito y macarela, así como a pequeños cardúmenes de sardina y anchoveta (Colman, 1997a).

Se cuenta, así mismo, con registros de tiburones ballena juveniles depredados por marlin azul y tiburón azul; los adultos son susceptibles a ataques de orcas (O' Sullivan & Mitchell, 2000 en Fowler, 2000).

1.4 Problemática, Manejo y Conservación

Existen o han existido recientemente pesquerías de tiburón ballena en India, Pakistán, Taiwán, Indonesia, Filipinas y Maldivas, algunas de las cuales se han extendido significativamente desde la década pasada. Como consecuencia, se ha observado que las poblaciones locales de la especie han declinado drásticamente en algunos sitios, mientras que el esfuerzo pesquero y el precio han aumentado enormemente. De esta especie, se comercializan principalmente la carne, los cartílagos y las aletas (Anónimo, 2002; Fowler, 2000).

La pérdida del hábitat del tiburón ballena representa una amenaza adicional, pues los sitios en los que estos concurren para alimentarse son vulnerables a la modificación para desarrollo costero y a la contaminación, tanto por aguas negras como industriales.

Se ha tratado de minimizar la problemática que afecta al tiburón ballena de distintas formas: estableciendo vedas en algunos países que protegen a la especie de la pesca comercial; apoyando las actividades ecoturísticas —que además benefician económicamente a las comunidades en donde se desarrollan— e impulsando proyectos de investigación que permitan conocer mejor a la especie y establecer estatutos para su manejo.

1.5 Antecedentes

La investigación de *R. typus* se está dando en lugares como Filipinas, Australia, Seychelles, Sudáfrica, Mozambique, Belice, Honduras, Estados Unidos, Maldivas, India, Taiwán y México. Los proyectos abarcados incluyen estudios biológicos y de comportamiento (tanto en animales cautivos como en el medio natural), así como socioeconómicos y de pesquerías; utilizando métodos que incluyen la foto identificación; biotelemetría y marcaje, además de determinaciones de tamaño poblacional (Fowler, 2000).

La información documentada acerca de tiburón ballena se centra principalmente en información anecdótica sobre avistamientos en diferentes partes del mundo. Wolfson (1986) realiza una recopilación de estudios realizados desde 1923 hasta 1986 acerca de la especie.

Entre 1989 y 1992, Taylor (1996) realizó conteos aéreos, observando que un gran número de tiburones ballena se congregan en el arrecife de Ningaloo, Australia, un poco después de que los corales exhiben un desove masivo y reporta hasta 36 tiburones en un día con densidad estimada de 4 tiburones por km².

A partir de 1994, investigadores australianos iniciaron una campaña para el conocimiento y conservación de *Rhincodon typus*, dentro de la cuál se ha implementado una base electrónica de datos de los avistamientos de tiburón ballena a partir de 1995. Esta base llamada “Whale Shark Photoidentification Library” permite la identificación de los tiburones ballena a partir de fotografías sencillas que comparan los patrones naturales de la piel de los organismos y cicatrices (www.ecocean.org).

Wolfson, 1986 reporta que en el Mar de Cortés, en el período comprendido entre 1979 y 1982, *R. typus* fue encontrado consistentemente en El Bajo del Espíritu Santo, Bahía San Luis Gonzaga, Bahía de los Ángeles, Bahía de la Paz y Banco Gordo, reportándose concentraciones temporales de la especie, indicando que éstas se dan entre los meses de abril a septiembre (Wolfson y di Sciara, 1987). Aunque información más reciente indica que el tiburón ballena puede observarse en lugares como Bahía de los Ángeles desde mayo hasta principios de diciembre (Enríquez-Andrade, *et al.*, 2003). En 1993, en Bahía de la Paz, B.C.S, se documentó por medio de video grabación y de fotografía la congregación de siete especímenes juveniles de *R. typus* (Clark y Nelson, 1997).

Eckert y Stewart (2001) emplearon la telemetría satelital para documentar el movimiento geográfico y vertical, así como los hábitos térmicos del tiburón ballena en el Mar de Cortés durante 1994 y 1996 y encontraron que los tiburones ocupan áreas en las que la superficie del agua está entre 28 y 32° C. En su estudio reportan que 12, de los 17 tiburones marcados, estaban dentro de Bahía de los Ángeles. Al seguir la trayectoria de ellos, se halló que cinco se dispersaron permaneciendo dentro del Golfo de California y cuatro salieron hacia el Océano Pacífico; otro migró hacia el oeste del Pacífico Norte, viajando más de 13 000 Km. en 37 meses de rastreo. Además señalan que los movimientos parecen relacionarse con aspectos oceanográficos como montes submarinos o bordes de corrientes, donde la productividad primaria pudiera incrementarse.

Nelson (2004) realizó un estudio entre agosto y octubre de 1999 en Bahía de los Ángeles para entender la forma en que los tiburones ballena se alimentan en la zona. Realizaron alrededor de 195 avistamientos, identificando a 19 tiburones ballena distintos; más de la mitad de los organismos parecían estar alimentándose; así mismo, se encontró que la principal fuente de alimento del tiburón ballena en la bahía es el zooplancton.

En el 2002, García-García, realiza un estudio que relaciona la biomasa de zooplancton con los avistamientos del tiburón ballena en Bahía de los Ángeles y concluye que las concentraciones más altas de biomasa zooplanctónica coinciden con los sitios de avistamientos de tiburón ballena cuando éstos se encuentran alimentándose. Además indica que el grupo más representativo en las muestras de zooplancton recolectadas es el de los copépodos y su mayor abundancia se da en las zonas de avistamiento.

Enríquez-Andrade *et al.* (2003) llevaron a cabo una investigación para conocer la distribución, movimientos y abundancia de *R. typus* en Bahía de los Ángeles durante las temporadas 2001 y 2002 de avistamiento; del mismo modo se analizó el esfuerzo turístico y los riesgos que implican las actividades humanas con respecto a la especie. Los resultados del estudio indican que Bahía de los Ángeles es un hábitat estacional de alimentación para el tiburón ballena.

Los estudios mencionados han permitido establecer un patrón de distribución, temporal y espacial, en distintos sitios del mundo lo que a su vez se ha reflejado en el desarrollo de la actividad ecoturística como una vía de conservación de la especie. El primer esfuerzo de este tipo se dio en 1993 en el Parque Marino de Ningaloo (Australia) y ha representado un alto valor económico para la zona (\$10 millones de dólares anuales). Otros países han seguido el ejemplo de Australia: KwaZulu Natal (Sudáfrica), Mozambique, Filipinas, Seychelles, Maldivas, Tailandia (Fowler, 2000; Norman, 2000).

En México el ecoturismo de tiburón ballena está impulsándose en el Mar de Cortés, y en la costa de Quintana Roo México. En Bahía de los Ángeles desde hace aproximadamente 10 años se lleva a cabo esta actividad, aunque ha sido hasta años recientes que ha cobrado mayor interés por parte de la comunidad local, en especial entre los prestadores de servicios turísticos y pescadores ribereños que ofrecen viajes para la observación de la especie. La demanda por el servicio ecoturístico también ha aumentado, por lo que existe un número alto de turistas que visitan la Bahía buscando interactuar con la especie (Enríquez-Andrade *et al.*, 2003).

Como resultado de la inquietud de algunos usuarios de *Rhincodon typus* en Bahía de los Ángeles, se puso en marcha un proyecto de conservación y aprovechamiento, mediante el cual se logró diagnosticar la problemática y las expectativas de desarrollo en torno a la especie: además se propuso un código de conducta y una cuota única por viaje de observación (Rodríguez-Dowdell *et al.*, 2003)

1.6 Justificación

En la lista roja de la UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza), el tiburón ballena se encuentra catalogado como vulnerable ya que es propenso a la extinción en su medio natural dentro de un mediano plazo (www.redlist.org/info/). Debido a sus características biológicas, como crecimiento lento, tamaño prominente, madurez tardía, intervalos largos entre reproducción y longevidad extensa, se infiere que el tiburón ballena es muy susceptible a la explotación y que su recuperación después de una sobreexplotación es lenta (Colman, 1997b).

R. typus se encuentra protegido por la Norma Oficial Mexicana (NOM- 059- ECOL-2001) que incluye a la especie dentro de la categoría de “amenazada”. Existe así mismo, una iniciativa del gobierno del país para regular las actividades relacionadas con el tiburón ballena y es en este marco en el que se promovió un anteproyecto de Norma Oficial Mexicana (NOM-000-SEMARNAT-2003), en el que se establecían las especificaciones y lineamientos para el desarrollo de las actividades sustentables (de observación y nado). Sin embargo esta iniciativa no tuvo seguimiento y en la actualidad se encuentra

Un suceso importante que podría poner en peligro a la especie, es el avance del proyecto denominado “Mar de Cortés” que a partir del 2000 ha sido promovido por el Fondo Nacional de Fomento al Turismo (FONATUR), con la finalidad crear una serie de marinas y hoteles a lo largo de las costas del Golfo de California e incluye el territorio de cinco estados: Baja California, Baja California Sur, Nayarit, Sinaloa y Sonora. Uno de los desarrollos más grandes, ha sido planeado en Bahía de los Ángeles, en el sitio conocido como Punta Arena (Cárdenas-Torres, com. pers.; www.fonatur.gob.mx).

Como una forma de frenar el crecimiento económico mal planeado, y con el argumento de proteger la diversidad biológica, se ha iniciado el proceso para la creación de un área marina protegida, que incluye la Bahía de los Ángeles así como los canales adyacentes de Salsipuedes y Ballenas, con categoría de Reserva de la Biosfera.

Quizá uno de los factores primordiales que impiden un manejo adecuado de la especie en Bahía de los Ángeles, es la carencia de información básica de su biología (talla, sexo y características morfológicas); son escasos los datos de edad y crecimiento de la especie. La longevidad y la correlación entre edad, tamaño y madurez sexual del tiburón ballena son

aspectos de los que sólo se tienen especulaciones. Así mismo, no se sabe de qué manera pueda influenciarse el comportamiento del organismo al ser sometido al ecoturismo.

El conocimiento de los aspectos biológicos básicos de *Rhincodon typus* será la base de estudios más detallados de la especie y dará la pauta para un manejo adecuado que permita la protección de la especie así como el beneficio la comunidad humana en donde ésta se congrega.

2 HIPÓTESIS

- La congregación de *Rhincodon typus* de Bahía de los Ángeles está integrada por ejemplares inmaduros, en su mayoría hembras y se presentan individualmente.
- Los avistamientos de tiburones en Bahía de los Ángeles están relacionados con la presencia de parches de plancton así como con salinidad, temperatura y oxígeno disuelto del agua.
- Las actividades ecoturísticas ejercen influencia negativa en el comportamiento del tiburón ballena en Bahía de los Ángeles.

3 OBJETIVOS

3.1 General

Contribuir al conocimiento de la biología y comportamiento de los tiburones ballena (*R. typus*) que se congregan en Bahía de los Ángeles.

3.2 Particulares

- Determinar si las agregaciones de tiburón ballena en Bahía de los Ángeles presentan segregación por sexo y talla.
- Documentar la fauna de acompañamiento.
- Observar patrones básicos de comportamiento de los tiburones durante el tiempo en que pueden ser observados: alimentándose o no, nado individual o en grupo.
- Correlacionar los avistamientos de tiburones ballena con la presencia de parches de plancton y algunos parámetros físico- químicos del agua (salinidad, temperatura y oxígeno disuelto).

- Observar el comportamiento de los tiburones ballena ante la presencia de embarcaciones y personas en el agua.
- Detectar si existe evidencia en los tiburones ballena observados de impactos negativos (lesiones, objetos atorados, etc.) ocasionados por el turismo, actividades pesqueras u otras.

4 DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

4.1 Geografía

Bahía de Los Ángeles se encuentra situada en la costa oriental de Baja California, México, entre los 28° 90' y 29° 10' N y los 113° 30' y 113° 60'' W (Fig. 1). Colinda al Oeste con el poblado del mismo nombre y al este se encuentra limitada por un conjunto de islas e islotes; el Canal de Ballenas separa a la Bahía de la Isla Ángel de la Guarda (Ibarra- Sañudo, 1988).

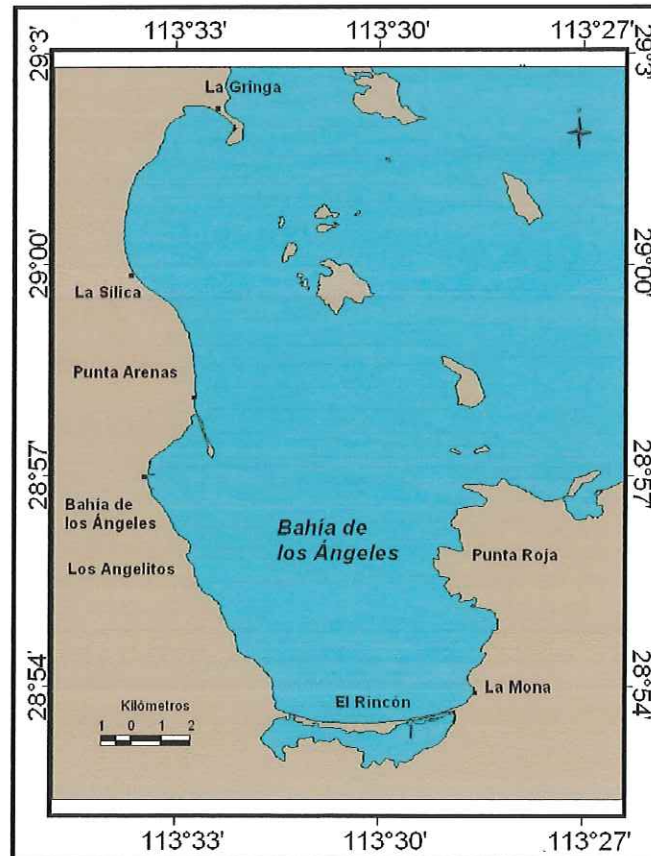


Figura 2. Localización del área de estudio

Es una bahía abierta hacia el Golfo de California con amplia comunicación con el Canal de Ballenas. Sus dimensiones son de 16 Km. de largo por 6.4 Km. en su parte más ancha con orientación NW – SE (García-García, 2002).

4.2 Climatología

Bahía de los Ángeles presenta un clima extremoso desértico con alta irradiación solar durante la mayor parte del año, perteneciente al grupo de climas secos con lluvias en verano. Existe una escasa precipitación total anual, que oscila entre los 40 y 60 mm. Las temperaturas medias más altas se presentan en julio- agosto (32°- 40 °C); la mínima mensual se presenta en enero (11- 14 °C). En la franja costera se tiene una evaporación media anual de 2 278.35 mm, que excede ampliamente a la precipitación (Danemann, 2002).

En la Bahía se presenta un sistema de vientos dominantes con una marcada variación estacional (Ibarra- Sañudo, 1988). Existen cuatro situaciones típicas de viento: la de invierno, caracterizada por vientos dominantes del N- NO con magnitud típica de 10 m/s que prevalece de noviembre a marzo y por lo tanto es la más prolongada. La situación de verano tiene vientos dominantes E- SE, con eventos diarios de magnitudes altas pero más esporádicos que en el invierno. La tercera situación es la ocurrencia de vientos de dirección Oeste con magnitudes mayores de 10 m/s que suceden principalmente en primavera y otoño. La cuarta situación es la ocurrencia de brisas durante períodos prolongados y se presentan en épocas de transición estacional (Amador-Buenrostro *et al.*, 1991).

4.3 Batimetría

La batimetría de Bahía de los Ángeles es relativamente poco accidentada. El fondo marino tiene forma de cuenca con una ligera inclinación de Oeste a Este; la costa está bordeada por una pequeña trinchera de 1-2 m de profundidad. La mitad sur entre Punta Arena y Punta Roja tiene una profundidad promedio de 35 m (Danemann, 2002). En general, la batimetría presenta una pendiente suave, con profundidades de 50 m en el centro de los canales que comunican con el Canal de Ballenas (Enríquez-Andrade *et al.*, 2003).

El tipo de sedimentos existentes en el fondo se relaciona con la profundidad de la columna de agua: en la sección Oeste y Sur, el fondo presenta arenas grises desde la costa hasta profundidades de 20-35 m; cienoaluvión en profundidades mayores a los 35 m y una franja de aluvión negro combinado con arenas en el margen sur (CONANP, 2000 en Danemann, 2002).

4.4 Oceanografía

4.1.1 Física

Existe una salinidad superficial aproximada de 35.14 UPS en invierno y de 35.6 UPS en verano. Se presenta una ligera hipersalinidad en las aguas de la capa de los primeros 10 metros, provocada por la evaporación durante los meses de verano (Danemann, 2002). La variación anual de temperatura superficial del agua es de aproximadamente 15 ° C, con un mínimo de 14.7 ° C en invierno y un máximo de 30 ° C en verano (Hurtado-Figueroa, 1988).

El principal controlador de la circulación superficial en Bahía de los Ángeles es el viento ya que las corrientes de mareas que se presentan son muy pequeñas (aproximadamente 3 cm/s) y las corrientes residuales causadas por la marea son casi nulas (80.6 cm/s); en cambio las corrientes forzadas por el viento tienen velocidades superiores a los 25 cm/s (Amador-Buenrostro *et al.*, 1991).

Bahía de los Ángeles es un cuerpo de agua con un amplio intercambio con el Canal de Ballenas. La configuración de la costa y la batimetría dominan las principales características de la circulación marina. Las corrientes forzadas por el viento producen un fuerte intercambio de aguas, permitiendo que gran parte del flujo recorra un alto porcentaje de la Bahía y mejorando el intercambio de aguas con el exterior. En invierno la entrada es por el canal del norte, con un flujo SO paralelo a la costa y salida por el canal del sur; existen tres zonas de transporte débil: ensenada La Gringa, parte central de la Bahía al oeste de la isla Cabeza de Caballo y en el Rincón (Amador-Buenrostro *et al.*, 1991).

En verano la circulación se invierte, entrando por el canal del sur y se divide en dos ramas: una se dirige hacia el oeste y la otra hacia el sur, dándole vuelta a toda la Bahía. Las zonas de intensidad débil se dan en ensenada La Gringa y en la parte central al SO de la isla Cabeza de Caballo (Amador-Buenrostro *et al.*, 1991).

Durante primavera y otoño la circulación es similar a la de invierno, entrando por el canal del norte y saliendo por el canal del sur. Sin embargo, existe una diferencia de las zonas de circulación débil: ensenada La Gringa, frente al poblado y una franja desde isla Ventana hasta la mitad de la Bahía; estas zonas son además más extensas que las de invierno (Amador-Buenrostro *et al.*, 1991).

Delgadillo-Hinojosa *et al.* (1997), reportan que el viento es también un factor importante en la generación de la mezcla vertical; durante situaciones de baja velocidad de viento, la columna de agua se encuentra termalmente estratificada con diferencias de 2° C entre la superficie y los 10 metros de profundidad; la salinidad mostró diferencias 0.05 UPS en estas condiciones. Por el contrario, en situaciones de altas velocidades del viento, la columna de agua presenta gradientes de temperatura y salinidad mínimos (Hurtado-Figueroa, 1988).

4.1.2 Biológica

4.1.2.1 Productividad primaria

En el Golfo de California se presentan tres mecanismos que aumentan la distribución-abundancia de zooplancton y por lo tanto la productividad primaria: surgencias inducidas por viento, procesos de mezcla debidos a corrientes de mareas y circulación termohalina (Álvarez-Borrego com. pers. en Danemann, 2002).

En la costa Oeste del Golfo de California, las surgencias son provocadas por los vientos del sureste en condición de verano - de julio a octubre-. Así mismo, en la parte norte del Golfo hay procesos muy intensos de mezcla debido a las fuertes corrientes de marea; estos procesos de mezcla y el efecto de advección, que causa circulación en forma de grandes remolinos, son responsables de la alta concentración de nutrientes en esa zona (Álvarez-Borrego *et al.*, 1978). Las altas concentraciones de nutrientes y de oxígeno crean las condiciones propicias para la proliferación de plancton (Danemann, y Peynador, 2002).

En Bahía de los Ángeles se presenta una alta producción primaria y secundaria como respuesta al intercambio de masas de agua con el Canal de Ballenas influenciado por el patrón de corrientes. Se han registrado 108 especies de algas rojas, 21 de pardas y 17 de verdes. El 95% son anuales, generalmente localizadas de finales de otoño a principios de verano (Danemann y Peynador, 2002)

4.1.2.2 Flora marina

En la zona existe una alternancia de flora debido a las amplias variaciones climáticas entre invierno y verano; ahí se presentan 51 especies endémicas en el Golfo de California (Dirección Regional de Baja California del AFP- IGC en Danemann, 2002).

Las algas rojas más importantes son *Chondracanthus pectinatus* y *Gracilariopsis lemaneiformis*, y son objeto de explotación comercial. En cuanto a las algas verdes, *Enteromorpha intesitalis* y *Enteromorpha linza* suelen ser abundantes pero efímeras (ocurriendo de abril a junio); *Ulva lactuca* también es una especie importante (Pacheco, com. pers, en Danemann, 2002).

4.1.2.3 Fauna marina

La zona intermareal de Bahía de los Ángeles es rica en cirripedios, poliuetos, caracoles, anémonas, quitones así como diversos corales del género *Porites*. En la zona de playa se encuentran cangrejos como *Grapsus grapsus* y erizos (*Echinometra* sp. y *Eucidari* sp.) (Brusca, 1989). También se tiene registrado un importante número de nudibranchios, que incluyen especies endémicas; así mismo existen poblaciones de pepino de mar (*Isostichopus fuscus*), almeja voladora (*Pecten vogdesi*) y estrella de mar (*Heliaster kubiniji*) (Donath-Hernández, 1993).

Los peces óseos del Golfo de California presentan un endemismo importante; de las 81 especies registradas como endémicas para esta zona, 53 se encuentran en la región del Alto Golfo que abarca a Bahía de los Ángeles en su distribución (Findley *et al.*, 1997). Cuatro especies de *Sebastes* (Scorpaenidae), ocurren exclusivamente en Bahía de los Ángeles y aguas adyacentes (Rocha, com. pers. en Danemann, 2002).

Los elasmobranchios reportados en Bahía de los Ángeles son las rayas *Rhinobatos productus*, *Dasyatis brevis*, *Myliobatis californica*, *M. longirostris* y *Gymnura marmorata*; así mismo se encuentran los tiburones *Squatina californica*, *Triakis semifasciata*, *Mustelus californicus*, *M. henlei* y *Rhincodon typus*

Las cinco especies de tortugas marinas del Pacífico mexicano arriban a las costas de Bahía de los Ángeles buscando refugio y alimento: *Chelonia mydas* (prieta), *Caretta caretta* (caguama), *Lepidochelys olivacea* (golfina), *Eretmochelys imbricata* (carey) y *Dermochelys coriacea* (laúd).

Entre los mamíferos marinos reportados en Bahía de los Ángeles y alrededores destacan las ballenas *Balenoptera musculus* (azul), *B. physalus* (de aleta), *B. edeni* (rorcual tropical), *Megaptera novaengliaei* (jorobada) y *Eshrichtius robustus* (gris); los odontocetos *Orcinus orca* (orca), *Physeter catodon* (cachalote), *Delphinus delphis* (delfín común) y *Globicephala macrorhynha* (calderón de aletas cortas) (Bourillón *et al.*, 1988).

5 METODOLOGÍA

El presente estudio forma parte del proyecto denominado “Una contribución al conocimiento del tiburón ballena para su conservación y manejo en Bahía de los Ángeles” que se realizó durante el 2003 para dar seguimiento al monitoreo del tiburón ballena iniciado en el 2001 en Bahía de los Ángeles.

Para la obtención de los datos se realizaron cinco campañas de muestreo con una duración de dos a tres días cada una, comprendidas entre septiembre y noviembre del 2003. Dichas campañas se llevaron a cabo: el 27 y 28 de septiembre; 7 al 9 y 18 al 21 de octubre; 2, al 3 y 25 al 26 de noviembre.

En cada campaña de muestreo se realizó un recorrido diario, entre las 7 a.m. y las 4 p.m. (de acuerdo a las condiciones climáticas y a la presencia de tiburones) a bordo de la embarcación Gecko III de 9.3 m de eslora; durante los recorridos se siguió una trayectoria arbitraria (“recorridos libres”), y se concentraron principalmente en la zona sur de la Bahía.

5.1 Trabajo de campo

5.1.1 Registro de las características de los organismos

Se registró la posición geográfica de los tiburones al momento del avistamiento, con un Sistema de Posicionamiento Global (GPS) Garmin, modelo eTrex.

La longitud total de los tiburones se estimó tomando como referencia el tamaño de la embarcación situada paralelamente al organismo, método empleado en Belice por Heyman *et al.* (2001). La identificación del sexo de los tiburones se realizó mediante buceo libre, observando la presencia o ausencia de claspers.

Se documentó el comportamiento de los organismos con respecto a la presencia de la embarcación y nadadores, basándose en tres tipos de conductas respuesta: evasiva, cuando el tiburón se alejaba intempestivamente; indiferente, si el tiburón continuaba con sus actividades sin reaccionar de una forma visible; y amistosa, si el organismo mostraba curiosidad.

Así mismo se registraron las actividades que llevaba a cabo el organismo en el momento del avistamiento, tales como alimentación o nado. Se consideraron cuatro formas distintas de alimentación: 1) nadando en círculos con su cabeza, aleta dorsal y parte de la aleta caudal fuera del agua; 2) estacionario en posición horizontal, succionando agua; 3) estacionario en posición

de 45°, succionando agua y 4) estacionario en posición vertical, succionando agua (Rodríguez-Dowdell *et al.*, 2003). Durante cada avistamiento, se anotó si los tiburones se encontraban solos o como parte de una agrupación.

Del mismo modo, se registró la fauna de acompañamiento presente durante el avistamiento y en algunas ocasiones se tomaron fotografías para lograr su identificación. Así mismo se documentó la presencia de marcas, lesiones y heridas en los tiburones, para lo que también se tomaron fotografías submarinas y desde la embarcación (Anexo I).

5.1.2 Obtención de parámetros físicos y químicos del medio

Los lances hidrográficos fueron efectuados utilizando una sonda hidrográfica multiparamétrica (CTD) Idronaut Sr1 acoplada a un sistema de muestreo “*in situ*” automático. Los parámetros registrados fueron: profundidad (m), temperatura (en grados Celsius), salinidad (UPS) y oxígeno disuelto (ppm). Este tipo de mediciones se realizaron tanto en lugares en los que no hubo avistamientos (elegidos aleatoriamente), así como cuando se detectaba la presencia de algún tiburón ballena. En el momento de hacer los lances se registró la posición geográfica con el GPS.

Al inicio y final de cada recorrido se registró la condición del mar, basándose en la escala Beaufort (Anexo II). La transparencia del agua fue obtenida mediante el disco de Secchi, tanto en el lugar de avistamiento de tiburones como en las ocasiones en que se tomaron los registros del CTD en ausencia de tiburones.

5.2 Procesamiento de datos

5.1.3 Datos de la especie

A los datos obtenidos de tallas, mediante el software estadístico NCSS 2000, se les aplicó una prueba de normalidad (Kolmogorov- Smirnov) y posteriormente se obtuvieron los valores estadísticos descriptivos (moda y desviación estándar); además se construyeron distribuciones de frecuencias con un intervalo de clase de 1m.

En el caso de los registros de sexo, se obtuvieron las proporciones y se realizaron histogramas de frecuencia en relación al número de machos o hembras avistados tanto para toda la temporada como mensual.

Para los datos de comportamiento, fauna de acompañamiento, agrupaciones y presencia de lesiones o heridas, se construyeron histogramas de frecuencia.

5.1.4 Datos oceanográficos

Los datos de temperatura, salinidad y oxígeno disuelto se promediaron por cada metro de profundidad en cada lance y por mes de muestreo; de esta forma se realizaron los perfiles verticales de cada uno de estos parámetros. Así mismo, se obtuvieron los máximos y mínimos de cada mes. Para graficar la distribución horizontal de los mismos con referencia a la costa, se empleó el programa Surfer 8.01 (Surface Mapping System), con los datos de línea de costa de la NGDC (<http://rimmer.ngdc.noaa.gov/mgg/coast/getcoast.html>).

Posteriormente se realizó una prueba T- Student para detectar si existía diferencia significativa entre los datos oceanográficos de los tres meses, con un intervalo de confianza del 95%. Así mismo, se realizó una prueba de significancia GLM (Modelo Lineal General), mediante el software de análisis de datos Statistica 6.0 StatSoft, (2001), para conocer cual es el parámetro oceanográfico medido que tiene influencia en la presencia de avistamientos en la superficie.

6 RESULTADOS

El esfuerzo de búsqueda realizado fue de 40.25 horas, comprendidos entre el 27 de septiembre y el 26 de noviembre del 2003.

6.1 Aspectos biológicos del tiburón ballena

Durante la campaña de muestreo del 2003, se realizaron 80 avistamientos de tiburón ballena, 42 en octubre y 38 en noviembre; en septiembre no hubo avistamientos. Algunos organismos fueron observados en ocasiones repetidas El tiempo total de contacto con la especie fue de 20.65 hrs.

6.1.1 Avistamientos por día y por hora de muestreo

Al realizar un análisis del número de avistamientos por día de muestreo se observó que el máximo corresponde al 2 de noviembre, pues registró el 23.75 % del total de avistamientos de la temporada. El 9 de octubre sólo se tuvo un avistamiento, lo que representa el mínimo de la temporada (1.25%). Septiembre fue excluido por no presentar avistamientos (Fig.3).

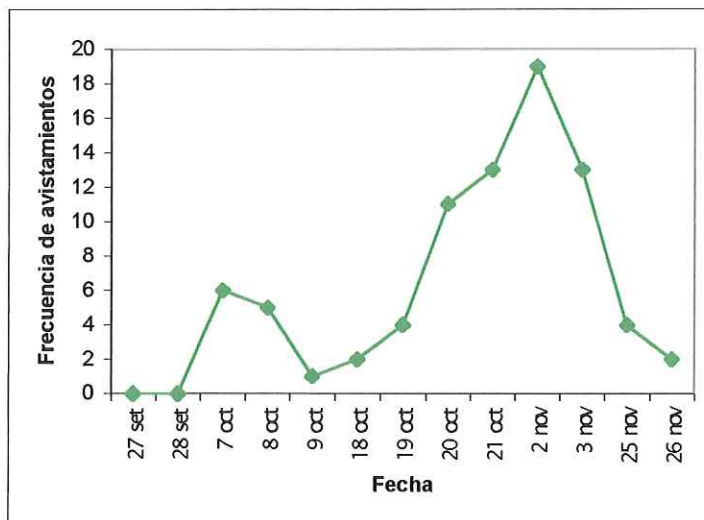


Figura 3. Distribución de los avistamientos a lo largo de la temporada de muestreo 2003 en Bahía de los Ángeles

En cuanto a la distribución de los avistamientos a lo largo del día, se encontró que antes de las 8 a.m. y después de las 2 p.m. hubo pocos avistamientos. El mayor número se observó entre las 12 y 1 p.m. (16 avistamientos) después de la cual la frecuencia de avistamientos disminuyó; por otro lado, de 9 a 10 a.m. también hubo un número alto de tiburones avistados (15) y es entre este intervalo y el de las 12 en el que el registro de avistamientos disminuye (Fig.4).

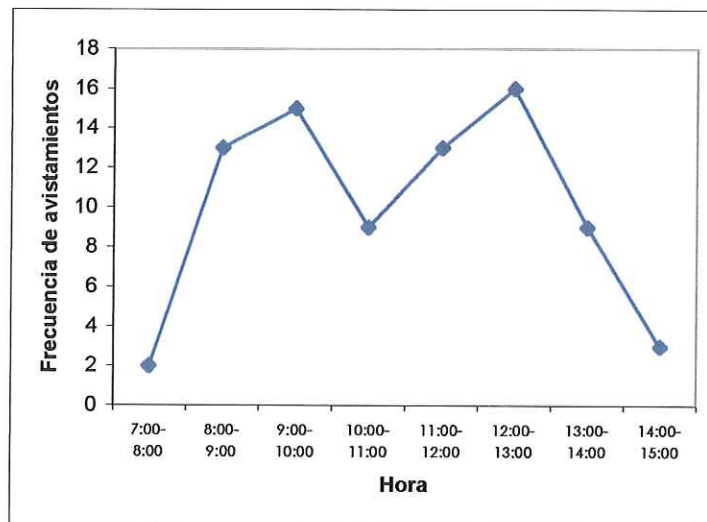


Figura 4. Distribución de los avistamientos a lo largo del día (horas de muestreo)

6.1.2 Longitud total

A lo largo de la temporada de muestreo, se logró la estimación de la longitud total en 70 de los 80 avistamientos realizados. La distribución de tallas presentó un intervalo comprendido entre los 3 y 8 m, con un valor modal de 6 m –que representa el 28.57% del total de las tallas estimadas-(Fig.5).

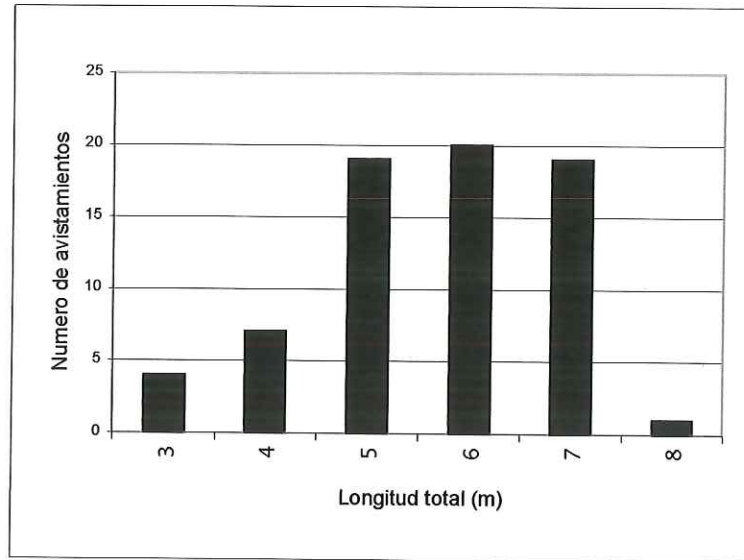


Figura 5. Frecuencia de las longitudes estimadas en los avistamientos de tiburones ballena durante la temporada de muestreo.

6.1.3 Proporción de sexos

Se determinó el sexo de los organismos en 62 de los 80 avistamientos. La proporción sexual de los avistamientos fue dominada por los machos a lo largo del período de muestreo, la relación Hembra: Macho fue 1: 1.82.

En octubre, el número de machos por hembra fue menor que el de toda la temporada (1.21:1); al contrario, durante noviembre la proporción fue de 2.875 machos por cada hembra (Fig. 6).

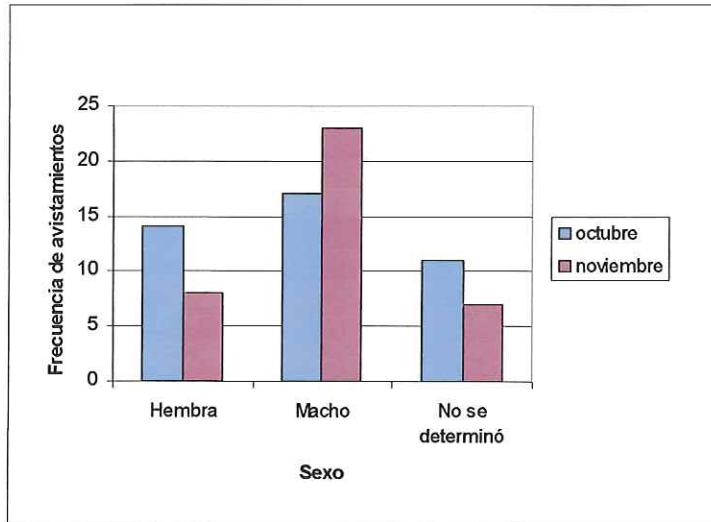


Figura 6. Comparación de la proporción de sexos de los organismos avistados por mes

6.1.4 *Comportamiento*

El comportamiento evasivo ante la presencia de la embarcación, se observó en 18 avistamientos; por el contrario, en 13 avistamientos, los organismos se comportaron “amistosamente”, pues se acercaban a la embarcación o a los nadadores. 32 avistamientos se registraron como indiferentes y en 17 ocasiones no pudo determinarse el comportamiento (Fig. 7).

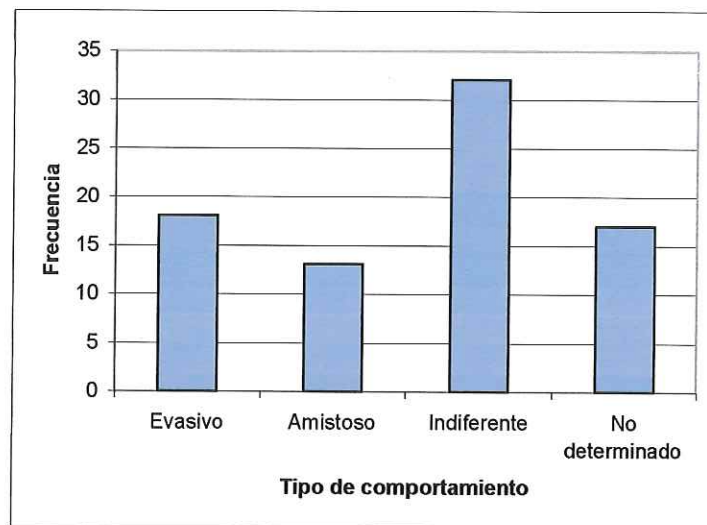


Figura 7. Frecuencia de los comportamientos determinados en los avistamientos de tiburón ballena durante la temporada de muestreo

Durante octubre, 10 de los organismos avistados actuaron evasivamente, 12 fueron “amistosos” y 15 se comportaron con indiferencia; en cinco avistamientos no se determinó comportamiento. Mientras que en noviembre, seis fueron evasivos, dos “amistosos” y trece indiferentes (Fig.8).

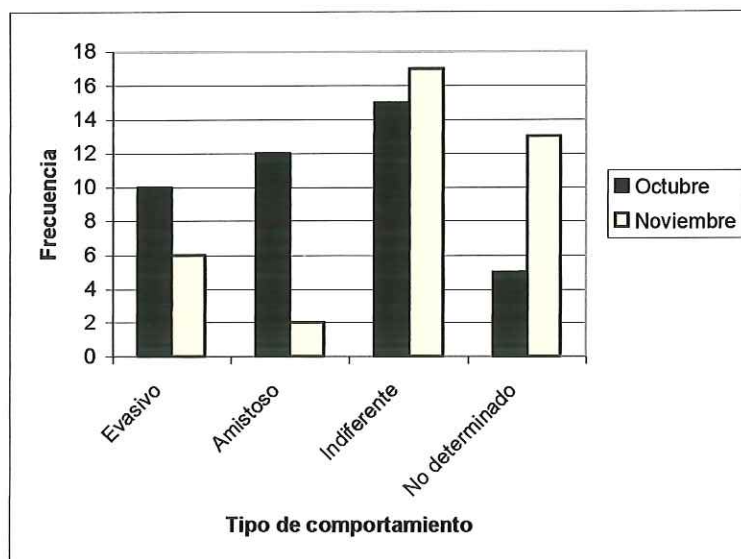


Figura 8. Comparación de la frecuencia de las respuestas de comportamiento de los organismos avistados por mes

Se registró, también, si los organismos se alimentaban o no durante el momento de avistamiento. En 61 avistamientos se determinó que los organismos se encontraban alimentándose. Dos se hallaban simplemente nadando y a 17 no se les determinó una actividad específica (Fig. 9).

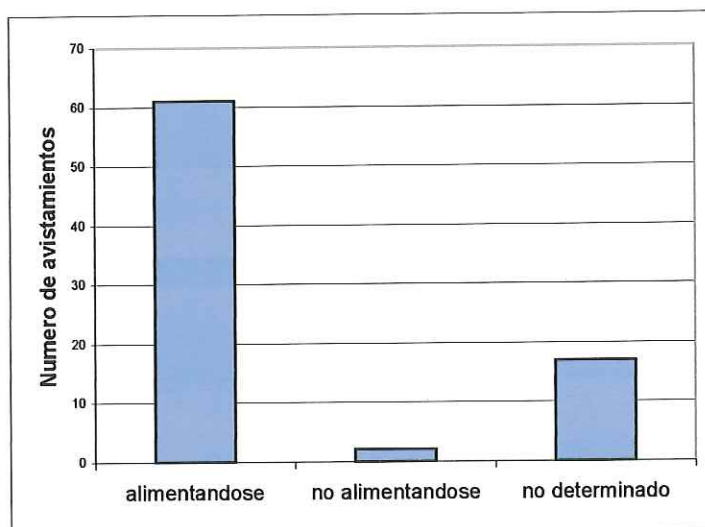


Figura 9. Número de avistamientos en los que el tiburón ballena se encontraban alimentándose

Se observaron tres formas de alimentación: nadando en círculos, estacionario en posición de 45° y estacionario en posición vertical, aunque la que más se presentó fue la de los organismos en posición horizontal nadando (46 avistamientos).

También se encontró que el total de los organismos que reaccionaron de manera evasiva se alimentaban; 11 de los organismos con respuesta amistosa realizaban esta actividad, mientras 25 de los tiburones que se mostraron indiferentes se hallaban alimentándose (Fig. 10).

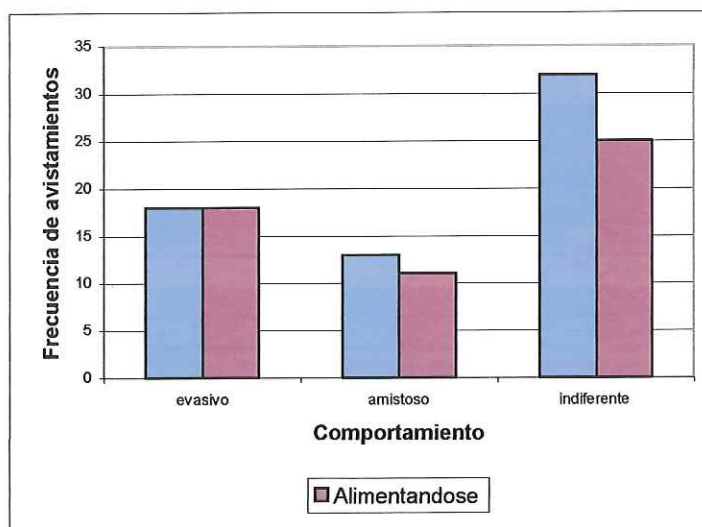


Figura 10. Comparación de la frecuencia de avistamientos de organismos alimentándose y su comportamiento

6.1.5 Agrupaciones

En general los organismos avistados se encontraban solos (58 de los 80 avistamientos). Se observaron también grupos conformados por dos, cinco, siete y ocho tiburones. Las agrupaciones se presentaron en la zona sur de la bahía y los organismos que las conformaron se encontraban alimentando.

6.1.6 Fauna de acompañamiento

En 62 de los 80 avistamientos, el tiburón ballena se encontraba asociado a *Remora* sp. El número de las rémoras por organismo fue variable, llegando a superar las 10 en algunos de ellos (Figs 11, 12 y 13).

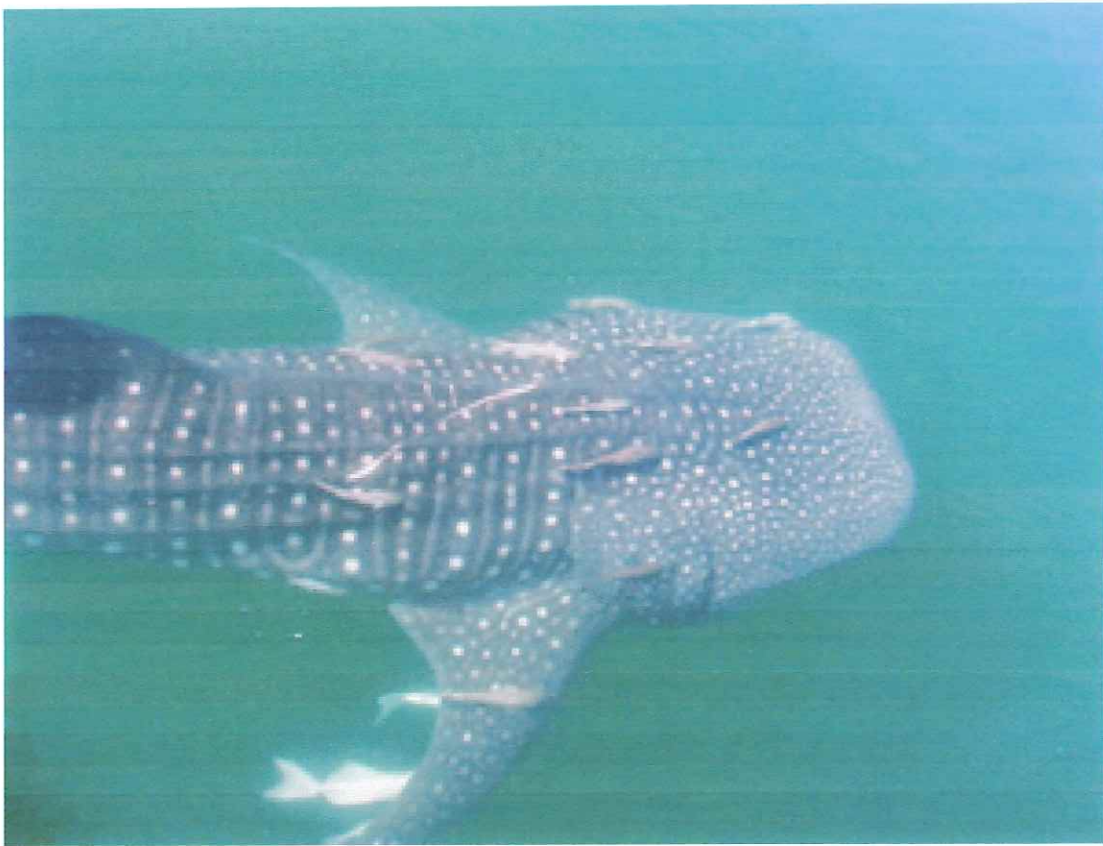
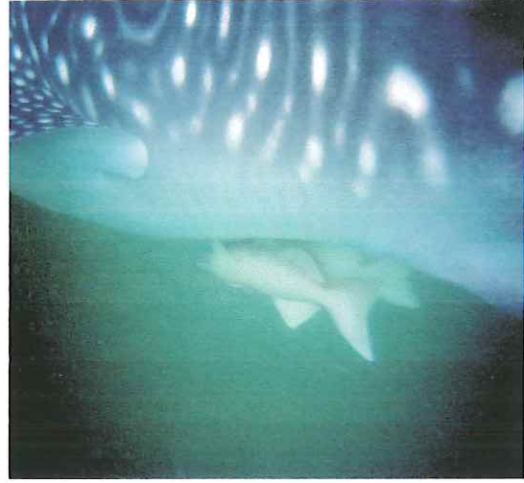


Figura 11. Tiburón ballena que presenta asociación con rémoras.



Figuras 12 y 13. Rémoras asociadas a *Rhincodon typus*.

Sólo en dos avistamientos los tiburones no se encontraban acompañados por alguna otra especie. Además, se observó que los tiburones estaban asociados a cardúmenes de peces pequeños (“carnada”) como sardinas y anchovetas.

6.2 *Parámetros físico- químicos del hábitat del tiburón ballena*

En total, se realizaron 28 lances de CTD distribuidos en tres campañas de muestreo: 9 en septiembre (el día 27), 11 en octubre (días 20 y 21) y 6 en noviembre (el día 25). No obstante al momento de procesar los registros se encontró que el lance 1 de septiembre así como 1 y 6 de noviembre no contenían datos (Tabla I).

Tabla I. Localización geográfica y datos relevantes de los sitios donde se realizaron los lances de CTD

Fecha	Lance	Latitud	Longitud	Localidad	Hora	Profundidad (m)
27/09/03	2s	28° 53' 34.5'' N	113° 30' 00.7'' W	E1	8:53	9.12
27/09/03	3s	28° 53' 40.1'' N	113° 29' 28.4''W	E2 Entre Bocas	9:08	9.12
27/09/03	4s	28° 54' 49.5'' N	113° 28' 29.6''W	E3 La Mona	9:32	9.12
27/09/03	5s	28° 54' 10.0'' N	113° 31' 26.8'' W	E4 Campo Gecko	10:02	9.728
27/09/03	6s	28° 57' 00.4'' N	113° 33' 04.4'' W	E5 Pueblo	10:45	13.072
27/09/03	7s	28°59' 32.3'' N	113° 32' 53.2'' W	E6 La Sílica	11:30	9.424
27/09/03	8s	29° 02' 10.4'' N	113° 32' 39.9'' W	E7 La Gringa	12:06	10.944
27/09/03	9s	28° 54' 48.9'' N	113° 28' 29.2'' W	E8	14:46	10.336
20/10/03	1oc	28° 54' 49.5'' N	113° 28' 29.6''W	E3 La Mona	8:19	9.12
20/10/03	2oc	28° 53' 42.1'' N	113° 29' 36.5'' W	E9 Bocas del Estero	8:56	9.9
20/10/03	3oc	28° 53' 29.6'' N	113° 30' 13.5'' W	E10 Cardón	9:35	9.2
20/10/03	4oc	28° 54' 12.6'' N	113° 31' 31.1'' W	E4 Campo Gecko	10: 00	9.728
20/10/03	5oc	28° 57' 12'' N	113° 32' 49.9 ''	E5 Pueblo	11:12	24.4
21/10/03	6oc	28° 54' 00.4'' N	113° 29' 19.7'' W	E11	8:50	16.8
21/10/03	7oc	28° 53' 53.1'' N	113° 29' 30.4'' W	E12	8:55	
21/10/03	8oc	28° 53' 45'' N	113° 31' 3.6'' W	E13	12:04	17.8
21/10/03	9oc	28° 53' 37'' N	113° 29' 24. 8''W	E14	13: 35	9.5
21/10/03	10oc	28° 53' 43.5'' N	113° 31' 06.6''	E15 Escalón (abajo)	14:42	11.2
21/10/03	11oc	28° 53' 39.8'' N	113° 31' 09.4'' W	E16 Escalón arriba	14: 50	3.648
25/11/03	2n	28° 53' 33.1'' N	113° 29' 34.0'' W	E17 Frente al Estero	10:41	6
25/11/03	3n	28° 53' 37.4'' N	113° 30' 38.3'' W	E18	11:29	14
25/11/03	5n	28° 53' 34.7'' N	113° 30' 44.4'' W	E20	12:29	14

Los sitios de muestreo de los parámetros físico- químicos del agua se concentraron principalmente en la zona sur de la Bahía y muy cerca de la línea de costa. Sin embargo, durante

septiembre también se realizaron lances de CTD en la parte norte y central de la Bahía, tratando de abarcar una mayor área (Fig. 14).

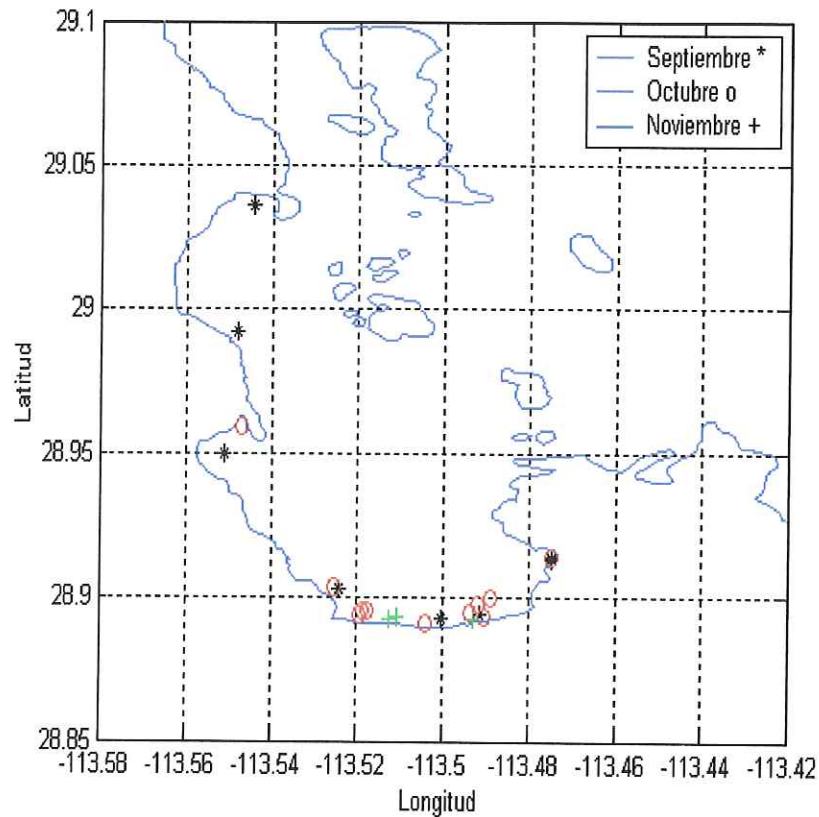


Figura 14. Ubicación geográfica de los sitios de muestreo con CTD realizados durante la temporada 2003.

6.2.1 Profundidad y visibilidad

En el 75% de los lugares de avistamiento de tiburón ballena se obtuvo la profundidad del fondo marino; la mínima registrada fue de 3 m mientras que la máxima, de 24.4 m. Así mismo, se tomaron datos de profundidad en 17 puntos donde no hubo avistamientos (mismos donde se hicieron los lances de CTD); los valores oscilaron entre 3 y 16.8 m.

La visibilidad (transparencia del agua) se midió en 62 de los 80 avistamientos de la especie y estuvo acotada entre los 3 y 8 m de profundidad.

6.2.2 Distribución superficial de temperatura, salinidad y oxígeno

6.2.2.1 Temperatura

En general, la distribución superficial de la temperatura para los días de muestreo fue bastante homogénea, presentando un intervalo bajo de variación. Sin embargo, se encontró diferencia al contrastar los valores de las tres fechas de muestreo (6.824 °C), con un valor mínimo de 21.227 °C en noviembre y un máximo de 28.051 °C en septiembre. Los máximos térmicos se encontraron cercanos a la costa y hacia la zona de las islas; entre el área conocida como El Rincón y Punta Arenas, las temperaturas tendían a ser más bajas.

Durante septiembre, la temperatura superficial tuvo una variación de 0.379 °C, siendo 28.05 °C la máxima y 27.671°C la mínima registrada (Fig. 15)

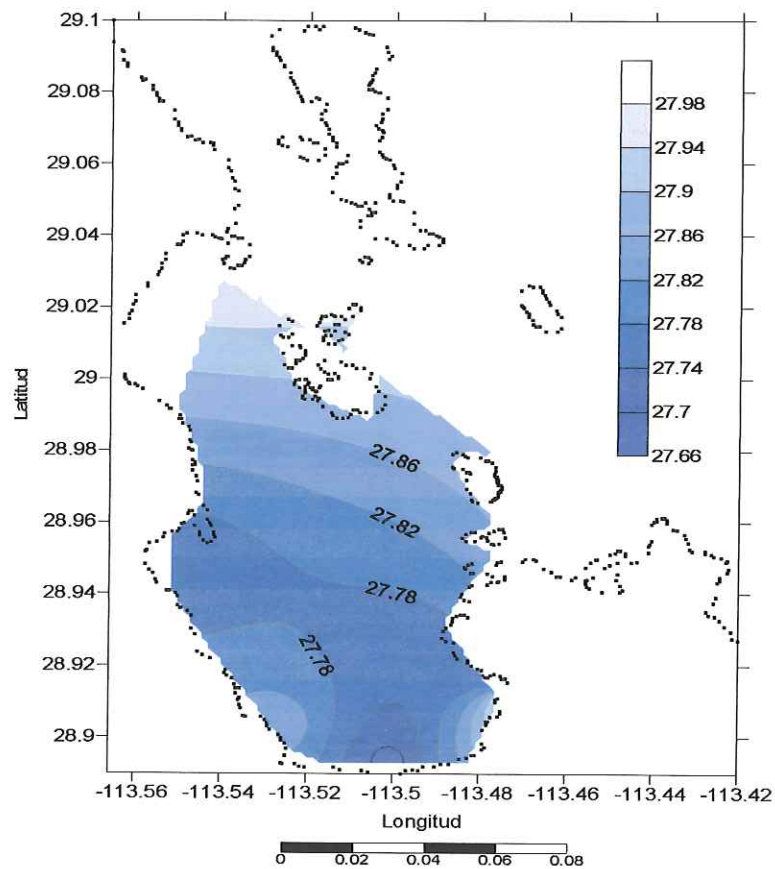


Figura 15. Distribución de las temperaturas superficiales (°C) durante el muestreo de septiembre

El rango salino en septiembre fue de 0.09 UPS, lo que representa una variación muy baja entre los puntos de muestreo de este mes (Fig. 17).

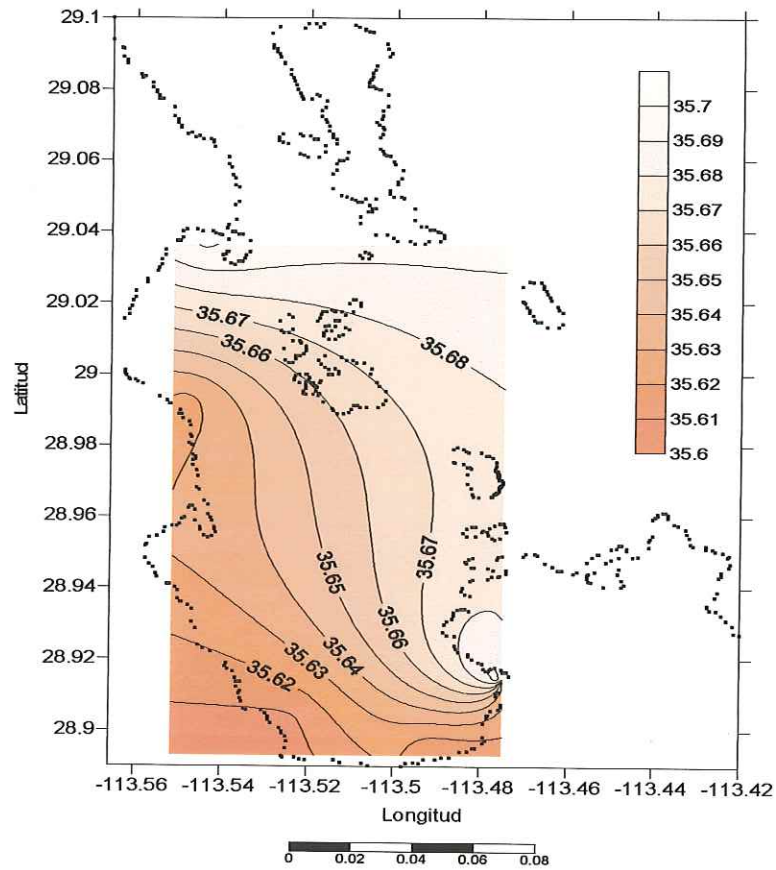


Figura 17. Distribución de la salinidad (UPS) en la superficie durante el muestreo de septiembre.

En octubre, el rango fue ligeramente mayor que en septiembre (0.16 UPS), pero igualmente la distribución de la salinidad en la superficie presentó poca variabilidad en la zona muestreada (Fig. 18).

Durante noviembre, se observó lo mismo que en las fechas de los dos meses anteriores, pues la variación de la salinidad en la superficie fue de 0.108 UPS entre los sitios de muestreo.

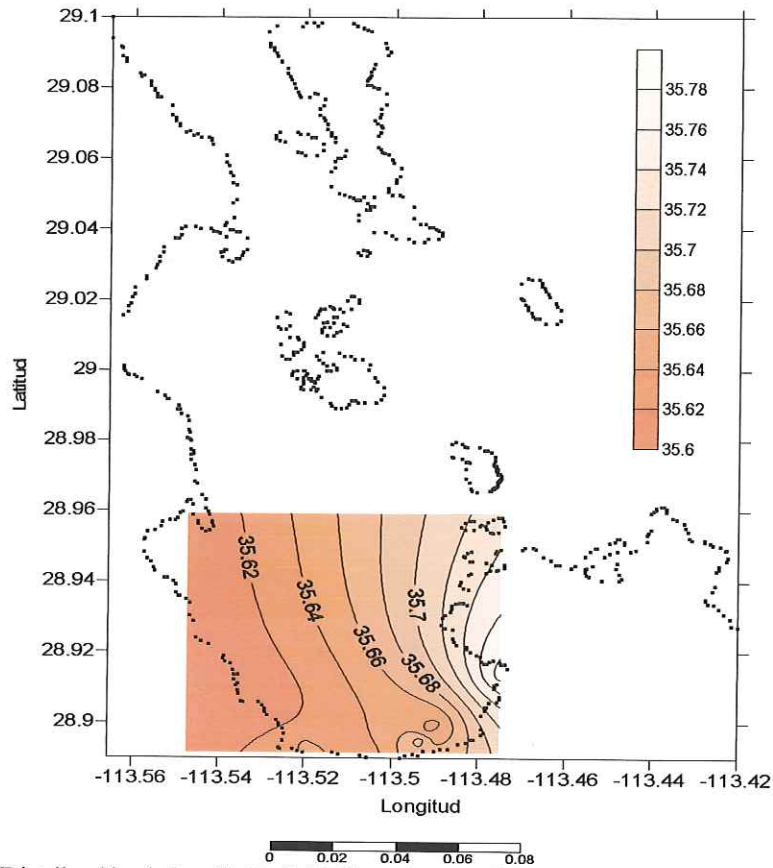


Figura 18. Distribución de la salinidad (UPS) en la superficie durante los muestreos de octubre.

6.2.2.3 *Oxígeno*

A diferencia de la temperatura y la salinidad, éste parámetro presentó una variabilidad notable en los valores superficiales a lo largo de los tres meses de muestreo, con un rango de 4.669 ppm; el mínimo fue de 2.369 ppm en noviembre y el máximo de 7.103 ppm en octubre. Las concentraciones altas se registraron en la zona del Rincón; hacia Punta Arenas, se encontró una disminución en los valores de oxígeno que luego volvían a aumentar en dirección a las islas.

En septiembre, el rango de la concentración de oxígeno en la superficie fue el menor de los tres meses (0.777 ppm), presentando baja variabilidad (Fig. 19).

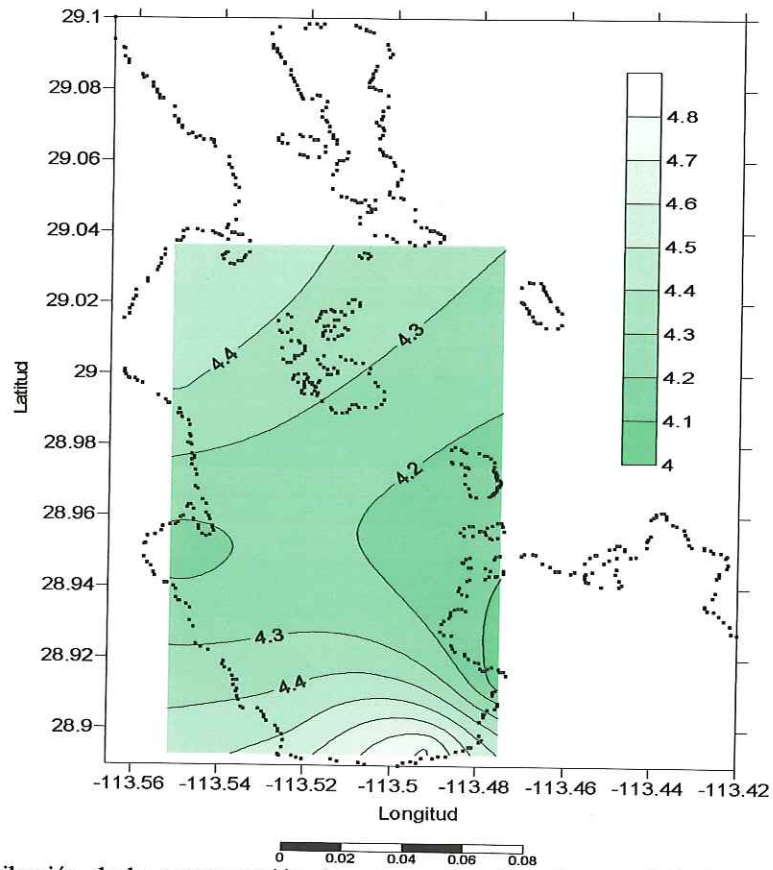


Figura 19. Distribución de la concentración de oxígeno (ppm) en la superficie durante el muestreo de septiembre.

La distribución de oxígeno disuelto durante este mes se presentó muy variable, pues hubo un mínimo de 3.633 ppm y se alcanzó un máximo de 7.101 (Fig. 20).

En noviembre también hubo variabilidad notable del Oxígeno entre las estaciones en la superficie, con un rango de 4.096 ppm.

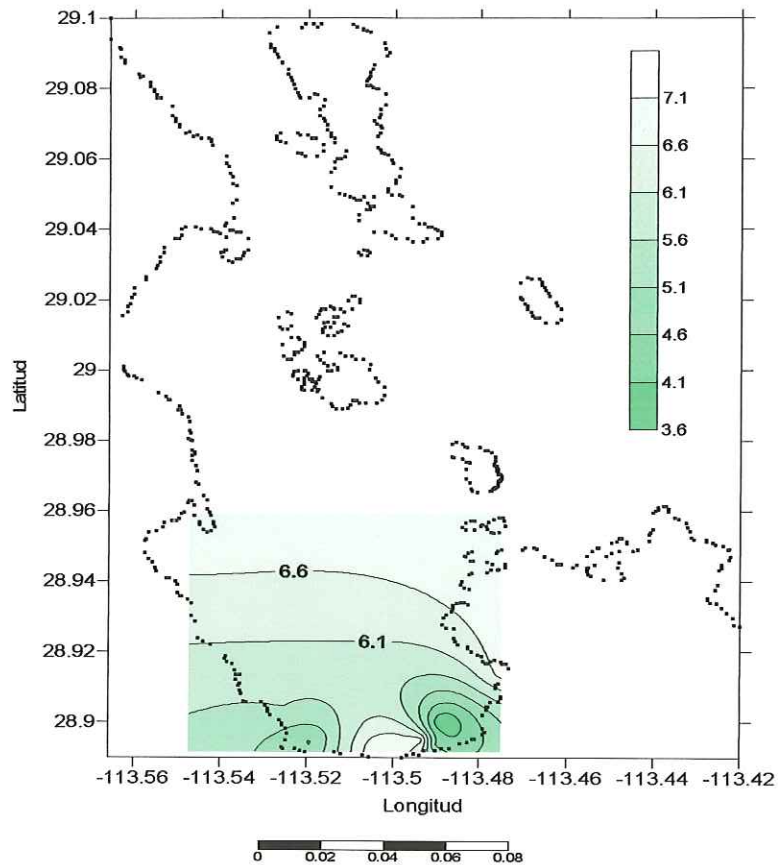


Figura 20. Distribución de la concentración de oxígeno en la superficie de acuerdo a los muestreos de octubre.

6.2.3 *Distribución vertical de temperatura, salinidad y oxígeno*

6.2.3.1 *Temperatura*

El rango de temperatura promedio en la zona de estudio durante la temporada de muestreo, fue de entre 21.87 y 27.859 °C, registrándose la máxima en septiembre y la mínima en noviembre.

A lo largo de la columna de agua este parámetro se comporto muy homogéneo: en septiembre la variación máxima fue de 0.832 °C, en octubre de 0.294 °C y en noviembre sólo de 0.207 °C (Fig. 21).

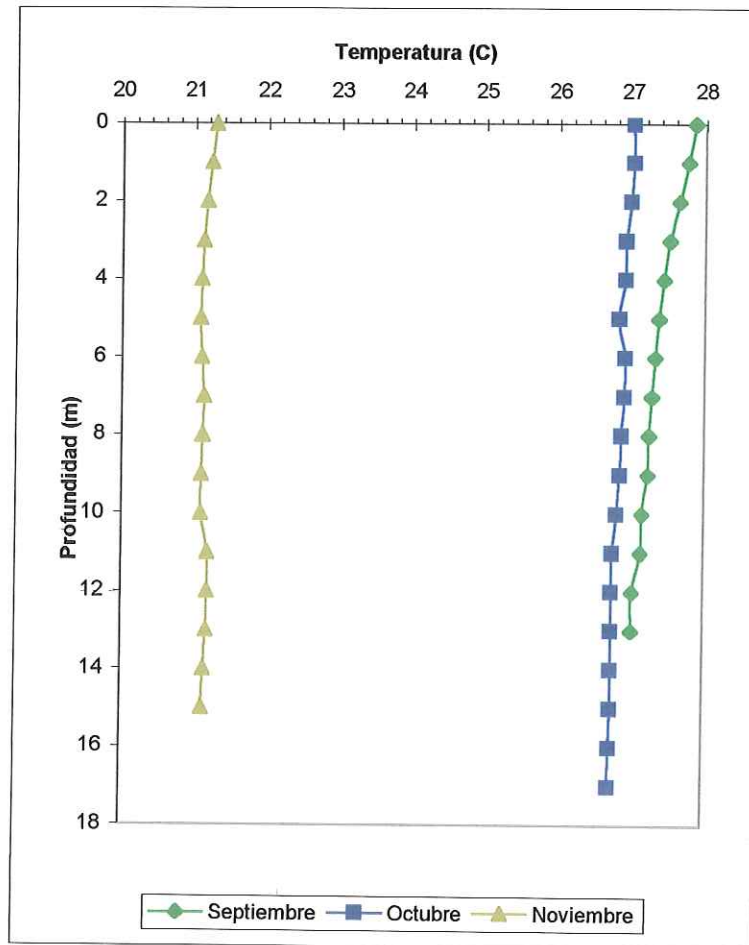


Figura 21. Distribución vertical de la temperatura promedio en los tres meses de muestreo

En septiembre el rango de temperatura estuvo entre 27.027 y 27.859 °C. La máxima se encontró en la superficie y la mínima a los 13 m. Las temperaturas de este mes fueron las más altas de todas las fechas de muestreo.

Durante octubre, las temperaturas estuvieron acotadas entre 26.73 y 27.703 °C; la máxima, se registró a 1m de profundidad y la mínima, a los 17 m de profundidad.

En cambio, en noviembre las temperaturas registradas fueron menores y estuvieron en un intervalo entre 21.087 y 21.294 °C. El máximo valor se encontró en la superficie, mientras que la temperatura mínima se registró a 5 metros de profundidad.

6.2.3.2 *Salinidad*

La salinidad promedio a lo largo de la columna de agua tuvo una variación muy baja (0.07 UPS), con un valor mínimo de 35.601 UPS (octubre) y un máximo de 35.671 UPS encontrado en noviembre (Fig. 22).

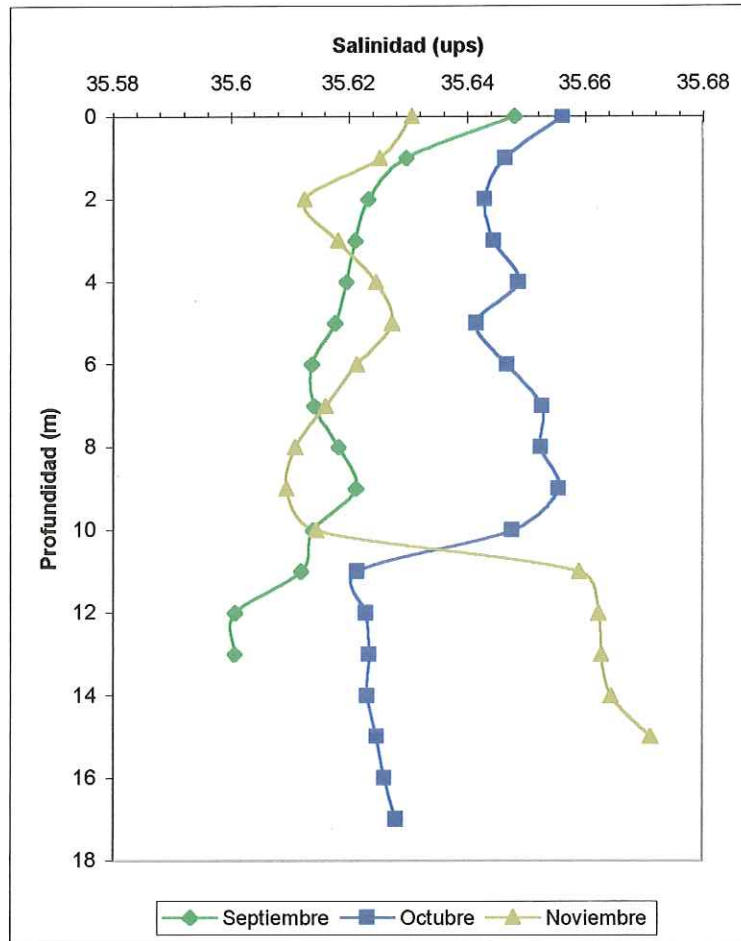


Figura 22. Perfiles promedio de salinidad de los tres meses de muestreo en Bahía de los Ángeles

En septiembre el rango fue de 0.047 UPS, registrándose la salinidad más alta en la superficie (35.648 UPS) y la mínima a los 13 m (35.601 UPS).

Durante octubre, la variación del perfil salino fue muy baja también (0.035 UPS), alcanzando su máximo en la superficie (35.656 UPS) y el mínimo a los 11m de profundidad (35.621UPS).

Para noviembre, tampoco se encontró diferencia marcada a lo largo de la columna, pues la variación fue de 0.062 UPS. Sin embargo, las profundidades a las que se registraron los valores máximo y mínimo si son muy distintas a septiembre y octubre: el valor más alto no se encontró en la superficie, sino a los 15 m (35.671 UPS), mientras que el mínimo (35.609 UPS) se registró a los 9 m de profundidad.

6.2.3.3 *Oxígeno*

En el caso de este parámetro, la distribución vertical fue muy distinta para cada uno de los muestreos. Los valores promedio se acotaron entre 3.930 y 5.892 ppm ambos registrados en noviembre (Fig. 23).

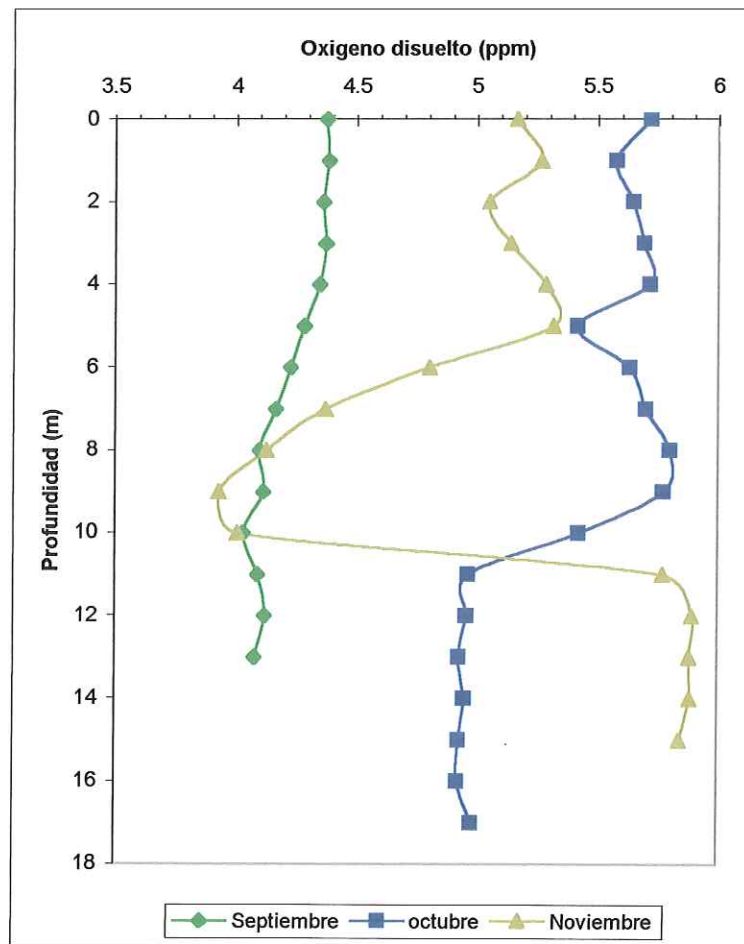


Figura 23. Distribución vertical del oxígeno disuelto en los tres meses de muestreo.

En septiembre se presentó una variabilidad pequeña en el perfil de oxígeno (0.352 ppm), con un máximo de 4.383 ppm a 1m y un mínimo de 4.031 ppm a 10 m de profundidad.

Durante octubre la variación también fue baja, pues hubo un mínimo de 4.923 ppm a 16 m de profundidad y el valor más alto se encontró en la superficie (5.798 ppm). Los registros de este parámetro para este mes fueron un poco mayores que los de septiembre.

En noviembre el rango del oxígeno presente en la columna de agua fue notablemente mayor que en septiembre y octubre (1.962 ppm). El valor más bajo se encontró a los 9 m (3.93 ppm) y el más alto (5.892 ppm) a los 12 m de profundidad.

6.2.4 Relación de los parámetros físico-químicos del hábitat con la presencia del tiburón ballena

Al realizar la prueba t- Student para los valores de los parámetros en los tres meses de muestreo, con una $H_0: \mu = 0$ y un $\alpha = 0.05$, señaló diferencias significativas entre los meses para la temperatura y oxígeno disuelto ($p < 0.05$). Para la salinidad, se encontraron diferencias significativas entre septiembre- octubre y septiembre- noviembre ($p < 0.05$), mientras que entre octubre y noviembre, la H_0 no se rechazó.

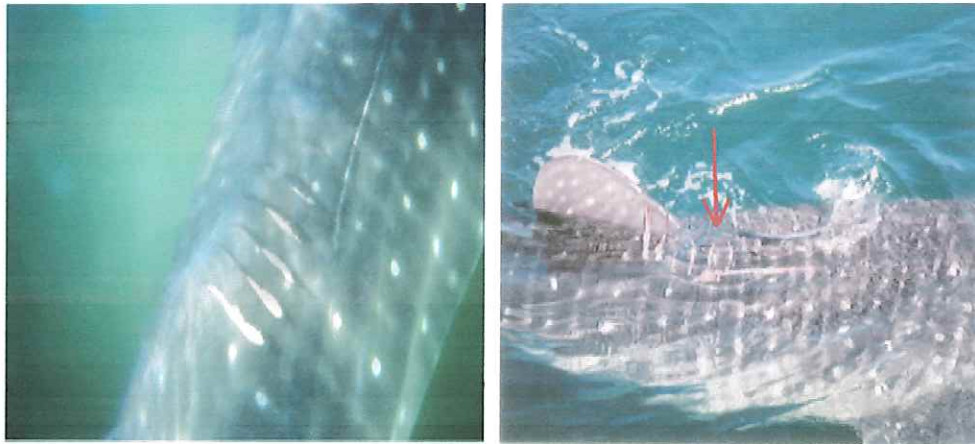
Los resultados arrojados por el GML, no permiten probar una influencia significativa de la temperatura, salinidad y oxígeno sobre la presencia de avistamientos de tiburón ballena en la Bahía (Tabla II).

Tabla II. Prueba Univariada de Significancia para los avistamientos de tiburón ballena

Efecto	SS	DF	MS	F	p
Intercepto	0.430329	1	0.430329	1.807768	1.807768
Temperatura	0.554246	1	0.554246	2.328327	0.144418
Salinidad	0.447086	1	0.447086	1.878161	0.187394
Oxígeno	0.379955	1	0.379955	1.596149	0.222569
Error	4.284802	18	0.238045		

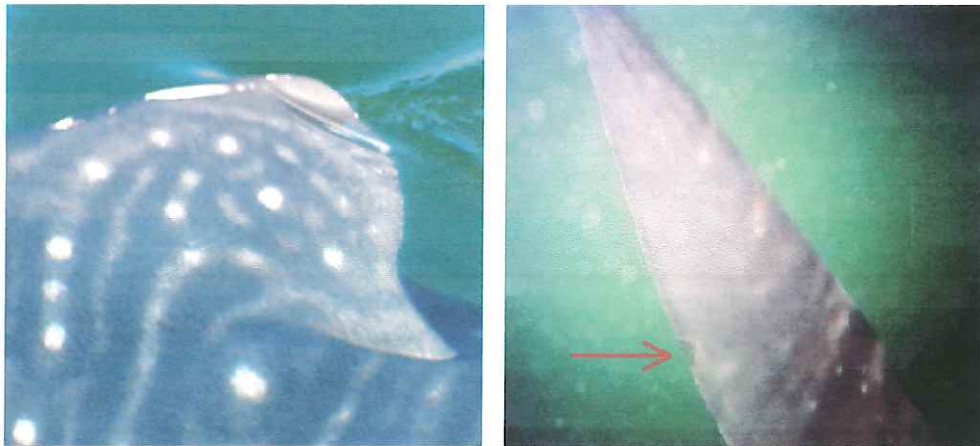
6.3 Lesiones y heridas

A lo largo de la temporada de muestreo 2003, hubo 34 avistamientos de organismos lesionados. En octubre fueron 16 los organismos avistados que presentaban alguna herida, mientras que en noviembre fueron 18. Las lesiones más visibles fueron los “propelazos” en los que se presentaban, generalmente, de tres a seis cortes verticales profundos y uno horizontal largo superficial (Figs. 24 y 25), que además eran muy recientes.



Figuras 24 y 25. Organismos avistados que presentaban “propelazos” en el dorso.

También se registraron muchos casos en los que el organismo presentaba raspones en la aleta dorsal (Figs. 26 y 27) o cortes pequeños en la caudal en forma de v.



Figuras 26 y 27. Raspón en la aleta dorsal y cortes en la aleta caudal presentados por algunos organismos avistados durante el muestreo 2003

Así mismo, se observaron a tiburones ballena que mostraban la ausencia de alguna de sus aletas o parte de ellas mutilados. En un avistamiento se detectó que el tiburón carecía de su aleta pectoral izquierda; en otro caso, al organismo le faltaba el lóbulo inferior de la aleta caudal. Sin embargo pudo comprobarse que estas lesiones no eran recientes pues ya estaban cicatrizadas. Hubo otro caso en el que al organismo avistado tenía desprendida la parte del lóbulo caudal inferior, debido a un evento reciente (Figs. 28, 29 y 30).



Figuras 28, 29, 30. Organismos avistados que mostraron algún miembro mutilado (aleta pectoral, lóbulo inferior y lóbulo superior de la caudal, respectivamente).

También fueron avistados dos tiburones que presentaban lesiones que parecían derivadas de alguna mordida de otro animal (Figs. 32y 33).



Figuras 31 y 32. Tiburones avistados con lesiones con forma aserrada similares a la forma de una mordida

Durante la primera campaña de muestreo en que se encontraron tiburones (7 al 9 de octubre), éstos no mostraban lesiones recientes. En el siguiente muestreo (20 y 21 de octubre) fue notoria la presencia de las heridas hechas por hélices de motores fuera de borda y raspones en los organismos avistados.

7 DISCUSIONES

Los estudios acerca del tiburón ballena son aún insuficientes para lograr un conocimiento integral de la especie. A pesar de los grandes avances que se han dado en este campo, sigue existiendo una carencia de bases científicas sobre muchas de sus características biológicas, comportamiento natural e inducido por el hombre, características del hábitat preferencial e impactos que causan las actividades turísticas con la especie.

La ausencia de información es muy notable en México, pues los estudios en torno al tiburón ballena son recientes. En Bahía de los Ángeles, se cuenta con registros de carácter científico a partir del 2001 y se han centrado principalmente en documentar la distribución y abundancia de la especie en la zona. Este estudio pretende aportar información sobre aspectos biológicos, de comportamiento y características del hábitat, como punto de referencia para estudios posteriores más detallados. Debido a que el tipo de muestreo de los parámetros físico-químicos no fue realizado en temporadas previas, no existen datos para realizar una confrontación de los resultados.

La temporada 2003 de observación de tiburón ballena fue diferente a las temporadas 2001 y 2002, pues tuvo un inicio tardío y su duración fue más corta que los años anteriores (en el 2001, los avistamientos duraron casi cinco meses). A pesar del corto período de estancia de los tiburones ballena en la Bahía, el número de organismos registrados e identificados fue superior. Iñiguez-Hernández (2004) reporta que en la temporada 2003, el número de tiburones identificados fue de 22, mientras que en el 2001 fueron 10 y en el 2002, solamente 4. Así mismo en octubre se presentó la mayor abundancia relativa promedio (2.4 tiburones por hora), concordando con el 2001. Durante el 2002, el mayor número de tiburones por hora también se presentó en octubre (Enríquez- Andrade *et al.*, 2003).

7.1 Segregación por sexo y talla

De acuerdo a los resultados arrojados del muestreo, el número de machos en los avistamientos fue casi el doble que el de las hembras durante toda la temporada. En octubre, se detectó una proporción más equilibrada, contrariamente a noviembre, en donde el número de machos triplicó al de las hembras. Sin embargo esto no refleja necesariamente la proporción de sexos, puesto que pueden observarse repetidamente al mismo organismo. De acuerdo a lo reportado por Iñiguez- Hernández (2004) durante la temporada 2003 fue posible identificar a 22 individuos; de éstos, 12 eran machos, 7 hembras y el resto no fue determinado, lo que nos

confirma que el número de hembras fue duplicado por la cantidad de machos presentes en la Bahía. Según Colman (1997a) la información sobre la proporción macho- hembra es muy limitada. Sin embargo, algunos reportes de la India, Australia, Sudáfrica y La Paz en México, indican que el número de machos supera al de las hembras, aunque el número de organismos caracterizados ha sido reducido como para llegar a una conclusión pertinente.

A pesar de la diferencia entre el número de avistamientos de organismos de uno y otro sexo, no fue evidente una segregación de sexos, pues los sitios en donde se encontraban las hembras eran los mismos que los preferidos por los machos (Anexo III), aunque esto no implicó que se encontraran interactuando, pues generalmente los organismos eran avistados solos. La segregación, de acuerdo a Ketchum y Galván-Magaña (2003), está relacionada con las preferencias ambientales y alimenticias de la especie, lo que nos indica que la zona del Rincón en Bahía de los Ángeles presentó condiciones muy uniformes para ambos sexos.

Los tiburones avistados en la bahía durante el 2003 presentaron tallas entre 3.5 y 8 metros, con tallas modales de 6 metros en los machos y 7 metros las hembras. Esto sugiere que en el área se presentan organismos juveniles de *Rhincodon typus*, puesto que sus tallas eran menores a las consideradas para alcanzar la madurez sexual, hecho sugerido ya por Enríquez-Andrade *et al.* (2003). Tampoco se observó la preferencia de sitios de distribución según la talla, lo que señala que los organismos avistados dentro de la Bahía presentaban preferencias similares de alimentación y hábitat.

De esta forma, con base en la información obtenida durante los muestreos del 2003, es posible confirmar que Bahía de los Ángeles, es un área que la especie utiliza exclusivamente para alimentarse y protegerse.

7.2 Fauna de acompañamiento

Comúnmente, un gran número de especies de peces se asocian al tiburón ballena, probablemente porque se alimentan de la misma presa (Colman, 1997a). Estas asociaciones proveen de ventajas tanto para las especies asociadas como para el tiburón ballena. Por ejemplo, las rémoras se alimentan de los copépodos parásitos de *Rhincodon typus* y gastan poca energía para nadar, debido a que viajan pegadas a los tiburones. En los avistamientos realizados en el 2003, predominó la asociación con rémoras que aparentemente eran del género *Remora* sp. lo

que coincide con la especie sugerida por Clark & Nelson en La Paz (1997) y por Norman en Ningaloo (2004).

Al igual que lo reportado Clark & Nelson (1997), las rémoras observadas en los avistamientos de Bahía de los Ángeles durante el 2003, se encontraban orientadas de arriba abajo, con su aleta dorsal pegada al cuerpo del tiburón (dorso, aletas pectorales, anales y caudal). Además, no se separaron más de un metro de éste, lo que indica que probablemente se alimentaban de la misma presa que los tiburones. Además, en muchos de los avistamientos, los tiburones tenían pegadas un número grande de rémoras, lo que podría relacionarse con la disponibilidad de alimento que hubo en la Bahía. Sólo en una ocasión se observó a un tiburón con parásitos en la boca, más no se tomaron muestras y no se detectó la presencia de rémoras.

Wolfson (1987), reporta que los tiburones ballena nadaban cerca de tiburones martillo y mantarrayas en la costa este de Baja California Sur. En estudios en otras partes del mundo (Hoffman *et al.*, 1981; Heyman *et al.*, 2001; Norman, 2004) observaron a los tiburones ballena asociados a atunes de diferentes especies, bonitos, macarelas, dorados, sardinas y anchovetas.

En algunos avistamientos se observaron disturbios en la superficie del agua, ocasionados por la actividad de peces de rápida natación que se mueven en cardúmenes, aunque no fue posible identificarlos, Vázquez- Haikin (com. pers., 2004) indica que probablemente eran sardinas o anchovetas; Nelson (2004) menciona que cardúmenes de estos peces pequeños fueron observados en las cercanías de los tiburones que se alimentaban en la superficie y señala que es probable que *Rhincodon typus* los utilice como indicadores de parches ricos en plancton.

Además, en dos ocasiones había lobos marinos (*Zalophus californianus*) en el mismo sitio de avistamiento y se detectó la presencia de tres delfines nadando cerca de un tiburón ballena en otra ocasión y posiblemente se alimentaban de pelágicos menores (sardinas o anchovetas).

7.3 Patrones de comportamiento alimentario

Se ha mencionado que Bahía de los Ángeles es un sitio al que los tiburones ballena acuden para alimentarse. García-García (2002), encontró que la alta disponibilidad zooplanctónica es un factor fundamental para que se realicen avistamientos de tiburón ballena dentro de la Bahía. Durante los muestreos del 2003, en el 76% de los avistamientos los organismos se encontraban alimentándose, lo que constata que la zona es empleada por la especie para su alimentación.

Compagno (1984), describe dos tipos de alimentación del tiburón ballena: nadando con la boca abierta, empujando agua a través de las branquias, colectando así las presas para su consumo (que es el método típico de los peces filtradores); o un mecanismo de succión filtro-alimentador, en el cual el agua es llevada a la boca, para luego cerrar la faringe y expulsarla por las agallas filtrando las partículas de alimento. Adicionalmente, Heyman *et al.* (2001) refieren una variante a estos métodos, nadando bajo la superficie y con la boca semiabierta. Así mismo, Hoffman *et al.* (1981) señalan que Springer (1957), describe un comportamiento alimenticio del tiburón ballena, en el Golfo de México, en el que justo en el centro de un cardumen de “carnada” elevaba su cabeza fuera del agua y abría su boca mientras se hundía de nuevo, tragando grandes cantidades de agua y peces, aunque este método no ha sido reportado con frecuencia.

A diferencia de estos autores, Rodríguez-Dowdell (2003), sugiere cuatro comportamientos alimenticios para el tiburón ballena, puesto que diferencia la alimentación por succión horizontal de la vertical. De acuerdo a estos criterios, durante la temporada 2003 sólo se observaron tres patrones alimenticios.

Los tiburones ballena avistados durante los muestreos del 2003 en Bahía de los Ángeles se alimentaban principalmente en la superficie nadando lentamente (73.4% de las ocasiones), lo que concuerda con lo reportado por Nelson (2004), que encontró que en un 70% de los encuentros con los organismos, éstos se alimentaban siguiendo este patrón. Además, este autor menciona que rara vez se observó cambiar a un tiburón de comportamiento alimenticio repentinamente, hecho que pudo también verse en el muestreo del 2003. Sin embargo, menciona que en 1999 en muy pocas ocasiones los tiburones fueron observados alimentándose en la superficie cuando el agua estaba en calma -aproximadamente entre las 7 am y las 12 pm-, mientras que en el 2003 se encontró que fue el período del día en el que se observó más esta forma de alimentación.

Según Clark & Eckert (1997), la densidad planctónica y su composición está correlacionada altamente con la forma de alimentación. En Belice, los tiburones se alimentaban bajo el agua cuando los desoves de los peces eran densos y en la superficie o verticalmente cuando las nubes de huevos eran muy densas. Además se ha observado que los tiburones generalmente disminuyen sus velocidades de nado en concentraciones densas de alimento (Heyman *et al.*, 2001).

Compagno (1984) menciona que el tiburón ballena depende de agregaciones densas de presas, debido a que su aparato filtrador es deficiente, por lo que los organismos se adaptan a concentraciones difusas de alimento empleando el método de succión en lugar del tradicional método filtro-alimentador. En Bahía de los Ángeles, Nelson (2004) observó que durante la alimentación activa en la superficie, los parches de plancton eran fácilmente reconocidos. Ya que los tiburones ballena avistados durante los muestreos del 2003 se alimentaban principalmente en la superficie (73.4% de las ocasiones), es posible inferir que las concentraciones de alimento eran altas en los sitios donde se registró este patrón. Esta densidad fue evidente (debido al color verde oscuro del agua) en los sitios donde se hallaron tiburones.

7.4 *Relación de avistamientos con presencia de parches de plancton y parámetros físico-químicos del agua.*

Como ya se mencionó, la temporada 2003 de avistamiento de *Rhincodon typus* en Bahía de los Ángeles tubo un inicio tardío. Según observaciones de prestadores de servicios turísticos durante el mes de agosto se realizaron avistamientos esporádicos de la especie y no se presentaron de nuevo hasta finales de septiembre (Vázquez- Haikin, com. pers). Enríquez-Andrade *et al.* (2003) especula que pueden ser cuatro las causas que condicionan la variabilidad de los tiburones ballena en Bahía de los Ángeles: 1) Variaciones oceanográficas interanuales, 2) mortandad excesiva por pesca de la población de tiburones ballena en áreas remotas, 3) muertes incidentales ocasionadas por redes de pesca en el Golfo de California y 4) hostigamiento excesivo a los organismos dentro de la Bahía por parte de los turistas y científicos.

Para asociar las variaciones oceanográficas anuales como el fenómeno del Niño, a la presencia del tiburón ballena en Bahía de los Ángeles, se requieren estudios que contemplen largos períodos de tiempo. Sin embargo, es posible asociarlo a fenómenos esporádicos como tormentas, huracanes o fuertes vientos en la región. Según informes de la NOAA (Franklin, 2004), el Golfo de California se vio afectado por la presencia de huracanes y tormentas tropicales, principalmente en la porción sur, entre julio y septiembre del 2003. El huracán Marty en particular (de categoría 2 en la escala Saffir- Simpson) provocó fuertes vientos y lluvias en todo el Golfo antes de disiparse el 24 de septiembre. La primera campaña de muestreo fue el 27 y 28 de septiembre, 3 días después de que el huracán se disipó cerca del delta del Colorado, y durante ésta no hubo avistamientos de tiburones a pesar de la presencia de grandes manchas de plancton detectadas. La incidencia de un fenómeno de la magnitud de un huracán, provoca un

desequilibrio en el medio, por lo que probablemente debido a esto, los tiburones no se presentaron en la Bahía hasta ocho días después de haberse disipado el Huracán Marty.

La prueba del Modelo General Lineal (GLM) muestra que para la temporada 2003, los parámetros físico- químicos del agua analizados no influenciaron (por sí solos o de manera combinada) los avistamientos del tiburón. Sin embargo, los resultados arrojados por el GLM deben ser tomados con precaución, ya que el área y tiempo de muestreo de los parámetros fueron muy reducidos.

Colman (1997a) indica que la estacionalidad y distribución del tiburón ballena está relacionada aparentemente con un número de variables ambientales, como corrientes templadas y vientos; así mismo prefieren, aparentemente, localidades con temperaturas superficiales del agua de 21 a 25°C y salinidades que van de 34 a 34.5 UPS, puesto que son las óptimas para la productividad de la que depende el tiburón. En Bahía de los Ángeles, durante la temporada 2003, los valores de estos parámetros fueron más elevados en los días con mayor número de avistamientos. Según Hoffman *et al* (1981), *Rhincodon typus* tiene un rango de alta tolerancia a los cambios térmicos, pues se ha avistado a esta especie en sitios con temperaturas superficiales de hasta 30°C.

A lo largo de la columna de agua, la temperatura y salinidad permanecieron prácticamente constantes. Gunn *et al.* (1999), puntualizan que los tiburones más que moverse dentro de la columna de agua por los cambios térmicos, lo hacen buscando su alimento hasta profundidades de 60 m; por lo que es posible que los tiburones de la Bahía, a pesar de no ser avistados, pudieran encontrarse a otras profundidades y pasar desapercibidos en el muestreo, considerando también que la transparencia del agua fue bastante baja debido a la alta concentración de plancton. Este movimiento vertical, ha sido descrito para el Golfo de California por Eckert y Stewart (2001), y encontraron que uno de los tiburones rastreados llegó hasta una profundidad de 240 m, a una temperatura de 10°C.

Sin embargo, a pesar de que no se encontró una correlación positiva entre los parámetros medidos y los avistamientos de *Rhincodon typus*, existe una relación de éstos con la disponibilidad de alimento; de acuerdo a López- Vergara (1993), la aparición del fitoplancton está influenciada por los parámetros físico- químicos que son los reguladores que los benefician.

Considerando esta información, con la brindada en las temporadas anteriores por Enríquez- Andrade *et al* (2003) y Nelson (2004), puede afirmarse que la presencia de alimento es la condicionante primordial para que los tiburones se congreguen en Bahía de los Ángeles, siempre y cuando las condiciones sean lo suficientemente uniformes.

7.5 *Comportamiento inducido por embarcaciones o actividades de nado con la especie*

Existe una importante industria ecoturística establecida en torno a *Rhincodon typus* que representa una oportunidad para el desarrollo de las comunidades en donde es posible predecir la presencia de esta especie. No obstante, es poco conocido el impacto que implica para los tiburones ballena la práctica de esta actividad e incluso la sustentabilidad de ésta ha sido cuestionada en algunas ocasiones.

Norman (2004) indica que la presencia de los tiburones ballena en localidades particulares, podría verse afectada por actividades antropogénicas como la presión turística y enumera algunas de sus posibles consecuencias a corto plazo (inconformidad del animal e intento por abandonar cualquier interacción ecoturística, cambios en la dirección de nado o velocidad) y largo plazo (abandono de áreas de alimentación o reproducción, interrupción de la alimentación o de comportamientos sociales, cambios en los patrones regulares de migraciones, estrés, lesiones e incluso el aumento de la mortalidad).

Durante el 2003 fue documentado el comportamiento del tiburón ballena como respuesta a la presencia de la embarcación empleada para el estudio y en pocos casos se registró la respuesta ante la presencia de nadadores. Pudo observarse que principalmente los organismos fueron indiferentes a la presencia humana, pues a pesar de la presencia de ésta, continuaban con su actividad. Este patrón fue observado también en las temporadas 2001 y 2002 por Enríquez- Andrade *et al* (2003), pues en el mayor número de ocasiones en el que los tiburones se estaban alimentando estos fueron indiferentes a la presencia de la embarcación.

Algo que cabe resaltar es que durante octubre, el número de organismos evasivos fue mayor que en noviembre, al final de la temporada. Como ya se mencionó, en las primeras semanas de octubre se ejerció una alta presión turística que en algunas ocasiones dio como resultado lesiones en los organismos, alejándose los tiburones preferentemente de la embarcación. Sin embargo, también el número de organismos “amistosos” en octubre superó a los de noviembre, por lo que no es posible hacer inferencias sobre comportamiento.

7.6 Impactos ocasionados por turismo, pesca y otros

Uno de los principales riesgos para los tiburones ballena está representado por las colisiones con embarcaciones (Norman, 1999 en Anónimo, 2001). Existe un gran número de reportes, desde mediados del siglo pasado, de tiburones ballena colisionados por embarcaciones mientras se alimentaban en la superficie (Fowler, 2000; Colman, 1997b).

Taylor (1994), indica que las colisiones han sido bastante frecuentes en los sitios donde el tiburón se presenta con regularidad y han provocado la pérdida de aletas o heridas en la cabeza y dorso. Sin embargo, en la actualidad las colisiones son raramente vistas (Norman, 1999 en Norman, 2004). Además en muchas ocasiones no se pueden evaluar las heridas, debido a que la piel de *Rhincodon typus* es de rápida regeneración.

A pesar de que en Bahía de los Ángeles no se han visto las colisiones de los tiburones con las embarcaciones en el momento en que éstas ocurren, se cree que sí se han presentado. Durante las temporadas 2001 y 2002, se observaron organismos con manchas de pintura en el dorso; además hubo dos individuos (en el 2002) que tenían heridas en la aleta dorsal y el dorso (respectivamente), pero la evidencia sugiere que estos entraron así a la Bahía (Rodríguez-Dowdell *et al.*, 2003).

De manera lamentable, durante el muestreo del 2003, el número de organismos lesionados a causa de colisiones con embarcaciones aumentó notablemente con respecto a lo observado en las dos temporadas anteriores, pues en 34 de los 80 avistamientos de tiburón ballena se observó algún tipo de lesión. Aquí también cabe resaltar que en este estudio pudo contarse repetidamente a los mismos organismos. Basados en lo presentado por Iñiguez-Hernández (2004), la mitad de los individuos identificados presentaron algún tipo de lesión (11 individuos).

La mayoría de las lesiones aparentaban ser recientes, por lo que probablemente éstas fueron provocadas dentro de la Bahía. Durante toda la temporada pudo observarse un fuerte tráfico de embarcaciones en la zona de distribución de los tiburones, que en su mayoría transitaban a velocidades altas, a pesar de la creación de un Código de Conducta (Anexo V) como parte del propuesto programa de manejo del tiburón ballena en la zona.

Durante la primera campaña de muestreo en la que se avistaron tiburones, sólo dos presentaron lesiones (ausencia de aleta pectoral y de lóbulo inferior de la caudal) que estaban

bien cicatrizadas y los organismos estaban adaptados al movimiento en ausencia de sus miembros. En la siguiente campaña, algunos de los tiburones avistados sanos con anterioridad, presentaron raspones en el dorso y “propelazos”, lo que indica que eran lesiones recientes pues además podía observarse la sangre en ellas. Esto coincide con el movimiento turístico que se dio unos días antes de la segunda campaña de muestreo. Según Vázquez- Haikin (com. pers., 2004), los tiburones se concentraron frente al poblado muy cercanos a la línea de costa, por lo que cualquier persona tenía acceso a ellos, permitiendo que un gran número de embarcaciones (generalmente no autorizadas) navegaran el área, sin regulación alguna y sin observación del Código de Conducta, acordado para el avistamiento. Hay que considerar, además, que en la zona existe un tráfico constante de embarcaciones pesqueras a lo largo del año y durante las campañas de muestreo fue evidente su presencia.

Es por tanto necesario en un lapso corto de tiempo, fortalecer la actividad para evitar que el número de tiburones con lesiones sea mayor cada vez, mediante una regulación adecuada, una vigilancia eficaz y campañas de difusión que permitan conocer los lineamientos generales para poder llevar a cabo la actividad ecoturística con *Rhincodon typus*.

También se encontró evidencia de ataque a un tiburón ballena por parte de otro animal, pues se observaron lesiones ya cicatrizadas en forma de mordida, probablemente de orca debido a la forma aserrada. En 1992, O’Sullivan y Mitchell (2000, en Noman 2004), observaron el ataque fatal a un tiburón ballena de 8 metros por dos orcas (*Orcinus orca*) en la parte externa de Bahía de los Ángeles. Norman (2004) reporta que en el Parque de Ningaloo, se han visto bastantes tiburones ballena con “mordidas” de tiburones (a diferencia de las mordidas adjudicadas a las orcas, éstas no presentan la forma de serrucho por lo que se aprecia solamente una media luna), aunque no se sabe si los ataques fueron en ambientes costeros u oceánicos.

8 CONCLUSIONES

- No se encontró evidencia de que los tiburones ballena se segregaran por sexo o talla dentro de Bahía de los Ángeles durante el 2003. Sin embargo parece ser un sitio utilizado principalmente por juveniles.
- Los tiburones se encontraron asociados a rémoras, probablemente del género *Remora* sp.
- Los tiburones ballena avistados se encontraban alimentándose principalmente con la técnica de nado en la superficie con la boca abierta.
- No fue posible probar una correlación entre los parámetros físico- químicos muestreados y la presencia del tiburón ballena en la Bahía.
- No se observó un patrón conductual definido de los tiburones ballena como respuesta a la presencia de embarcaciones y nadadores durante la temporada 2003.
- Durante la temporada 2003, se observaron tiburones que presentaron heridas y lesiones ocasionadas por el tráfico de embarcaciones (turísticas y pesqueras) dentro de la zona de congregación de la especie.

9 RECOMENDACIONES

Debido a que el muestreo realizado para la obtención de los datos de esta investigación no fue diseñado con este fin específico sino con el propósito de obtener la abundancia y distribución de la especie en Bahía de los Ángeles es necesario realizar un diseño sistemático de los sitios de muestreo, que abarquen significativamente la Bahía.

Es también importante que se realicen series de tiempo de los parámetros físico-químicos que permitan ver las variaciones ambientales a lo largo del día y en las diferentes estaciones del año lo que permitirá saber por qué el tiburón se presenta estacionalmente. La realización de observaciones durante períodos largos de tiempo de los tiburones ballena para determinar su respuesta ante la presencia humana y su comportamiento en ausencia de ésta.

Es poco probable que las condiciones idóneas que presenta Bahía de los Ángeles para las congregaciones de tiburón ballena se mantengan a largo plazo si se da continuidad al proyecto de la marina promovida por FONATUR dentro del proyecto “Mar de Cortés” tal y como se promueve en la actualidad. *Rhincodon typus* debe ser considerado como una especie clave en los estudios de impacto en cualquier etapa del proyecto, pues ya sea directa o indirectamente, el hábitat del tiburón puede verse afectado, ya sea por el cambios en el patrón de circulación natural de la bahía, en la dinámica sedimentaria, en el nivel de contaminantes o en el número de usuarios de la zona marina. Las repercusiones para la especie podrían implicar: cambios en los hábitos alimentarios y en los patrones normales de comportamiento, aumento en el número de organismos lesionados y consecuentemente descenso en el número de avistamientos por temporada.

10 REFERENCIAS

- Alava, M.N.R, Yaptinchay A., A. Acogido, Dólar M.L.L.; Wood y Leatherwood, S. 1997. Fishery and trade of whale shark (*Rhincodon typus*) in the Philippines. Paper presented during the 13th American Elasmobranch Society Annual Meeting, Seattle, Washington, USA.
- Álvarez-Borrogo, S., J.A. Rivera, Gaxiola- Castro, G., M.J. Acosta- Ruiz y Schwartzlose, R.A. 1978. Nutrientes en el Golfo de California. *Ciencias Marinas* 5 (2): 53- 71 pp.
- Amador- Buenrostro, A., S.J. Serrano-Guzmán y Argote- Espinoza, M.L. 1991. Modelado numérico de la circulación inducida por viento en Bahía de los Ángeles, B.C., México. *Ciencias Marinas* 17 (3): 39- 57.
- Anónimo. 2002. Consideration of proposals for amendment of Appendices I and II. CITES. (en línea). <http://www.cites.org/eng/cop/12/prop/E12-P35.pdf>. Consultado en agosto 2003.
- Anónimo. 2001. 2001 Categories & Criteria (versión 3.1). The IUCN Red List for Threatened Species (en línea). http://www.redlist.org/info/categories_criteria2001.html. Consultado en mayo 2003.
- Brusca, R.C. 1989. Common intertidal invertebrates of the Gulf of California. The University of Arizona Press. Tucson Arizona. 513 pp.
- Canino- Herrera S.R, G.Gaxiola- Castro y Segovia- Zavala J.A. 1990. Efecto de procesos físicos sobre la variación de la clorofila, cestón y productividad primaria en la Ensenada Norte de Bahía de los Ángeles (Verano 1986). *Ciencias Marinas*, 16 (2): 67- 85.
- Castro, J.I. 1983. The sharks of North American waters. Texas A & M University Press. USA. 177 pp.
- Castro, J.I., C.M., Woodley and Brudek, R.L. 1999. A preliminary Evaluation of the Status of Shark Species. FAO Fisheries Technical Paper 380 (en línea). <http://www.fao.org/docrep/003/x2352e/x2352e00.htm#Contents>. Consultado en agosto 2003.
- Clark, E. & D., Nelson. 1997. Young whale sharks, *Rhincodon typus*, feeding on a copepod bloom near La Paz, México. *Environmental Biology of Fishes*. 50: 63- 73.
- Colman, J.G. 1997a. A review of the biology and ecology of the whale shark. *Journal of Fish Biology*. 51, 1219- 1234.
- Colman, J.G. 1997b. Whale Shark Interaction Management, With Particular Reference to Ningaloo Marine Park 1997- 2007. Western Australian Wildlife Management.
- Danemann, G.D. 2002. Participación local en la administración pesquera: Un análisis de políticas públicas y sistemas de actividades humanas enfocado al caso de Bahía de los Ángeles, Baja California. Disertación doctoral. FCM- IIO. UABC. 240 pp.
- Danemann, G. y Peynador C. (2002). Estudio Técnico Justificativo para la creación del Parque Nacional “Bahía de los Ángeles”, Baja California. Pronatura del Noroeste- Mar de Cortés. 144 pp. y tres anexos.

- Delgadillo-Hinojosa, F. 1992. Productividad orgánica primaria y su relación con las variables ambientales de Bahía de los Ángeles, Baja California. Tesis de Maestría. FCM. UABC. 59 pp.
- Eckert, S.A. & B.S., Stewart. 2001. Telemetry and satellite tracking of whale sharks, *Rhincodon typus*, in the Sea of Cortez, Mexico, and the North Pacific Ocean. *Environmental Biology of Fishes*. Vol. 60. 299- 308.
- Enríquez- Andrade R., N. Rodríguez- Dowdell, Zavala- Gonzáles A., N. Cárdenas- Torres, Vázquez- Haikin A. y C. Godínez- Reyes. 2003. Conservación y Aprovechamiento Sustentable del Tiburón Ballena a través del Ecoturismo en Bahía de los Ángeles, Baja California. UABC. 100 pp.
- FONATUR. 2005. Mar de Cortés (en línea) http://www.fonatur.gob.mx/mar_de_cortes/fst_gral.htm. Consultado en julio 2005
- Fowler, S. 2000. Whale Shark *Rhincodon typus*: Policy and research scoping. Report to WWF, WildAid and the Shark Trust from the Nature Conservation Bureau (en línea). www.naturebureau.co.uk/whaleshark/. Consultado en junio 2003.
- Franklin. J.L. 2004. Hurricane Marty: 18- 24 september 2003. National Hurricane Center (en línea). www.nhc.noaa.gov/2003epac_summary.shtml. Consultado en diciembre 2004.
- García- García, B.M. 2002. Relación entre la Biomasa Zooplanctónica y los Avistamientos del Tiburón Ballena (*Rhincodon typus*; Smith 1828) en Bahía de los Ángeles, B.C., México. Tesis Licenciatura. FCM. UABC. 50 pp.
- Gunn J.S., D. Stevens, Davis. T.L. & B.M. Norman. 1999. Observations on the short- term movements and behaviour of whale sharks (*Rhincodon typus*) at Ningaloo Reef, Western Australia. *Marine Biology* 135: 553- 559.
- Heyman W.D., R.T. Graham, K. Jerfve B. & R.E. Johannes. 2001. Whale sharks *Rhincodon typus* aggregate to feed on fish spawn in Belize. *Marine Ecology Progress Series*. 215: 275- 278.
- Hoffman, W., T.H. Fritts & Reynolds, R.P. 1981. Whale sharks associated with fish schools off South Texas. *Northeast Gulf Science*. 5 (1): 55-57.
- Hurtado- Figueroa, L.M. 1988. Cultivo del alga roja *Eucheuma uncinatum* (Setch & Gard.) Dawson en Bahía de los Ángeles y Bahía de Todos Santos, Baja California. Tesis Licenciatura. FCM. UABC. 33 pp.
- Ibarra- Sañudo, S. 1988. Serie de tiempo de variables hidrológicas al norte de Bahía de los Ángeles, BC, condiciones de verano. Tesis Licenciatura. FCM. UABC. 58 pp.
- Iñiguez- Hernández, L. 2004. Análisis de la distribución y tamaño de las congregaciones de tiburón ballena *Rhincodon typus* durante la temporada 2003 en Bahía de los Ángeles, Baja California. Tesis de Licenciatura. FCM. UABC. 81 pp.
- Ketchum, J. Y F. Galván- Magaña. 2003. Distribución y hábitat preferencial del tiburón ballena (*Rhincodon typus*) en la Bahía de la Paz y Zona Oceánica Adyacente. IX Congreso de la AIMAC. La Paz, Baja California Sur, México.

- Nelson, J.D. 2004. Distribution and Foraging Ecology by Whale Sharks (*Rhincodon typus*) within Bahía de los Angeles, Baja California Norte, Mexico. Master thesis of Science in Marine Sciences. University of San Diego. 124 pp
- Norman, B. 2000. The Whale Shark: Current Conservation Initiatives Report (en línea). www.amcs.org.au/ISSUES/Ningaloo/whaleshark/whaleshark.htm. Consultado en junio 2003.
- Norman, B. 2003. Ecocean: Research, Education and Conservation. (en línea). www.ecocean.org. Consultado en junio 2005
- Norman, B. 2004. Review of the current conservation concerns for the whale shark (*Rhincodon typus*): A regional perspective. Australian Marine Conservation Society. Coasts and Clean Seas. Project 2127. 74 pp
- López- Vergara, A.T. .1993. Caracterización del fitoplancton y su relación con algunas variables físicas y químicas en la región de las grandes islas en el Golfo de California. Tesis de licenciatura. FCM. UABC. 66 pp
- Rodríguez- Dowdell, N., R. Enríquez- Andrade R., N. Cárdenas- Torres, Zavala- González A., A Vázquez- Haikin A. y C. Godínez- Reyes. 2003. Propuesta de Programa de Manejo de Tiburón ballena (*Rhincodon typus*) con referencia específica a Bahía de los Ángeles, Baja California (Documento para revisión). Universidad Autónoma de Baja California- Dirección en Baja California del Área de Protección de Flora y Fauna Islas del Golfo de California. Ensenada Baja California. 67 pp.
- Taylor, J.G. 1996. Seasonal Occurrence, Distribution and Movements of the Whale Shark, *Rhincodon typus*, at Ningaloo Reef, Western Australia. Marine and Freshwater Research. 47: 637-642.
- Wolfson, F.H. 1986. Occurrences of the Whale Shark, *Rhincodon typus* Smith. Indo-Pacific Fish Biology: Proceedings of the Second International Conference on Indo-Pacific Fishes Ichthyological Society of Japan, Tokyo 208-226 pp. Uyeno, T//Arai, R//Taniuchi, T//Matsuura K (eds)
- Wolfson F.H. & G. Notarbartolo di Sciara. 1987. The Whale Shark, *Rhincodon typus* Smith, 1828, off Baja California, México: Review update (Chondrichthyes: Rhinodontidae).

11 COMUNICACIÓN PERSONAL

- Cárdenas-Torres, N. Coordinadora de Programas de Conservación en Baja California. The Nature Conservancy Mexico. Octubre 2003.
- Rodríguez-Dowdell, N. Jefe de Proyecto de la Dirección Regional en Baja California del Área de Protección de Flora y Fauna Islas del Golfo de California. Marzo 2005.

12 COMUNICACIÓN PERSONAL EN LÍNEA

Boston, M. mike@osaaventura.com. Intercambio de mensajes electrónicos. Diciembre 2003.

Vázquez- Haikin, A. <gecko@starband.com>. Intercambio de mensajes electrónicos. Marzo 2004.

CRÉDITOS

Fotografías tomadas por Roberto Enríquez Andrade.

Código de Conducta tomado de “Propuesta de Programa de Manejo de tiburón ballena (*Rhincodon typus*) con referencia específica a Bahía de los Ángeles, Baja California”

ANEXO I
FORMATO DE REGISTRO DE LOS DATOS DE MUESTREO DEL TIBURÓN BALLENA EN
BAHÍA DE LOS ÁNGELES

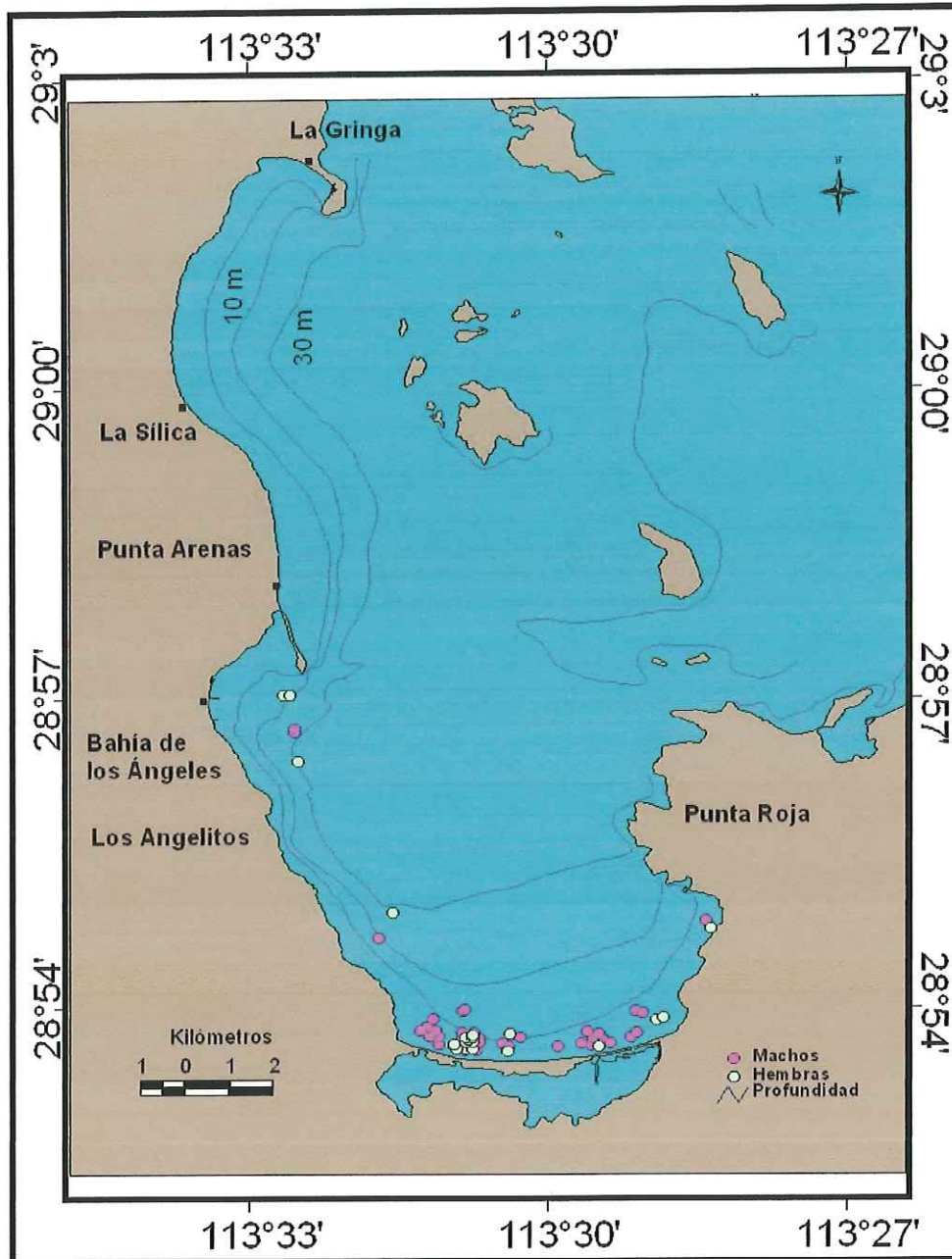
Nombre del observador: _____ Hora Inicio: _____ Edo. del mar: _____
 Embarcación _____ Hora Fin: _____ Fecha: _____

		Avistamiento 1	Avistamiento 2
Tiempo de contacto	Hora Inicio		
	Hora Fin		
Posición	Latitud		
	Longitud		
Características del sitio	Profundidad		
	Salinidad		
	Temperatura		
	Visibilidad		
Características del Tiburón	Nombre		
	Tamaño		
	Sexo		
	Señas		
	Agrupaciones		
	Asociación faunística		
Comportamiento	Amistoso		
	Evasivo		
	Indiferente		
	Dirección que lleva		
	Alimentación		
	Posición del cuerpo		
Foto identificación	No. Foto Inicio		
	No. Foto Fin		
	No. Total Fotos		
	Clave del rollo		
Nadadores	Número		
	Tiempo de contacto		
Observaciones			

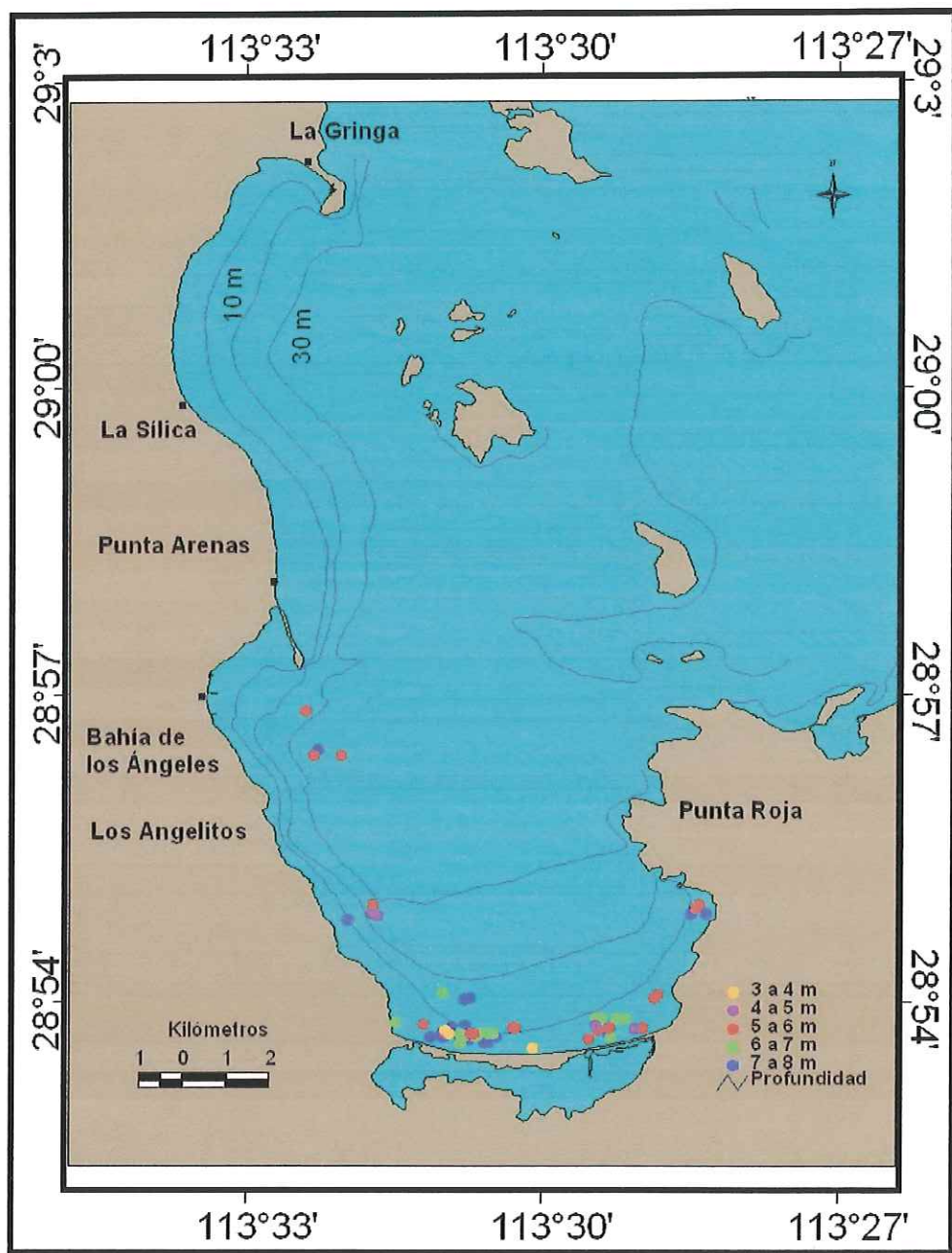
ANEXO II
ESCALA DE BEAUFORT

Fuerza Beaufort	Velocidad del viento (nudos)	Descripción	Condición del Mar
0	0	Calma	La mar está como un espejo.
1	1 - 3	Ventolina	Se riza la mar, sin crestas de espuma.
2	4 - 6	Flojito	Olas pequeñas que no rompen.
3	7 - 10	Flojo	Olas algo mayores con algunos borregos dispersos.
4	11 - 16	Bonancible	Olas pequeñas. Borregos bastante frecuentes.
5	17 - 21	Fresquito	Olas moderadas, abundancia de borregos.
6	22 - 27	Fresco	Empiezan a formarse olas grandes, crestas de espuma blanca, probablemente rocío.
7	28 - 33	Frescachón	La mar se vuelve gruesa. La espuma es arrastrada en dirección del viento.
8	34 - 40	Temporal	Olas de altura moderada. De la parte alta de las crestas empiezan a desprenderse rociones en forma de remolinos.
9	41 - 47	Temporal fuerte	Olas muy grandes. Espuma densa arrastrada en la dirección del viento. Las crestas empiezan a caerse. El rocío puede afectar a la visibilidad.
10	48 - 55	Temporal duro	Olas muy altas con grandes crestas empenachadas. La superficie de la mar aparece blanca. El movimiento de la mar es pesado, como choques. La visibilidad se ve afectada.
11	56 - 63	Temporal muy duro	Olas excepcionalmente altas. La mar está completamente cubierta de largas manchas de espuma blanca en dirección del viento. La visibilidad se ve afectada.
12	64+	Temporal huracanado	El aire está lleno de espuma y de rocío. La mar está completamente blanca, con espuma llevada por el viento. Visibilidad muy seriamente afectada.

ANEXO III
DISTRIBUCIÓN DE LOS AVISTAMIENTOS DE TIBURÓN BALLENA DURANTE LA
TEMPORADA DE MUESTREO 2003 SEGÚN EL SEXO



ANEXO IV
DISTRIBUCIÓN DE LOS AVISTAMIENTOS DE TIBURÓN BALLENA EN LA TEMPORADA
DE MUESTREO 2003 SEGÚN LA TALLA



ANEXO V

CÓDIGOS DE CONDUCTA RECOMENDADOS PARA PRESTADORES DE SERVICIOS TURÍSTICOS Y TURISTAS

Para prestadores de servicios turísticos	<ul style="list-style-type: none"> • Manejar a velocidades bajas en la zona donde se conoce la presencia de tiburones ballena • Asegurarse que los turistas conozcan los códigos de conducta recomendados • Apagar el motor de la embarcación cuando ésta se encuentre a menos de 5 metros de distancia de los tiburones • Dejar que los nadadores se introduzcan al agua a una distancia no menor a 5 metros y que éstos se acerquen nadando al tiburón • No restringir o inferir el comportamiento o movimiento normal del tiburón • Sólo se permite una embarcación por tiburón y un máximo de cuatro nadadores (dos nadadores de cada lado del tiburón). • Llegar a acuerdos entre operadores de embarcaciones cuando se encuentre más de una embarcación en el área.
Para turistas	<ul style="list-style-type: none"> • No se permite montar sobre el organismo. • No se permite tocar la aleta caudal. • Conservar una distancia mínima de un metro de la cabeza y cuerpo, y de dos metros de la aleta caudal. • No se permite tomar fotografías con flash. • No se permite utilizar motores de propulsión o aparatos para nadar cerca del tiburón • Se debe observar el comportamiento del animal durante el tiempo de interacción. • No se permite el uso de jet ski en el área de distribución de tiburón ballena.