



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA
DE
BAJA CALIFORNIA**

Facultad de Ciencias Marinas



**“ANÁLISIS DE DISTRIBUCIÓN Y TAMAÑO DE LAS
CONGREGACIONES DE TIBURÓN BALLENA *Rhincodon typus*
DURANTE LA TEMPORADA 2003 EN BAHÍA DE LOS
ÁNGELES, B.C.”**

**TESIS
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO
DE
OCEANÓLOGO
PRESENTA:**


Lucina Iñiguez Hernández.

Ensenada, Baja California, Mayo de 2004

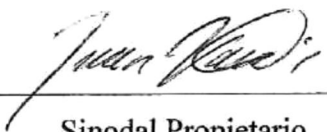
“ANÁLISIS DE DISTRIBUCIÓN Y TAMAÑO DE LAS CONGREGACIONES DE
TIBURÓN BALLENA *Rhincodon typus* DURANTE LA TEMPORADA 2003 EN
BAHÍA DE LOS ÁNGELES, B. C. ”

T E S I S
QUE PRESENTA:
LUCINA IÑIGUEZ HERNÁNDEZ


Aprobada por:



Presidente del Jurado
Dr. Roberto Enríquez Andrade



Sinodal Propietario
Dr. Juan Guillermo Vaca Rodríguez



Sinodal Propietario
M.C. José Antonio Eliseo Almanza
Heredia

RESUMEN

El tiburón ballena *Rhincodon typus* es una especie de la cual se sabe muy poco y, que según la lista roja de especies amenazadas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, por el decaimiento de su población, es catalogada como vulnerable. Sus patrones migratorios han sido poco estudiados, aún así, se sabe que es una especie altamente migratoria. El analizar la distribución y abundancia de las congregaciones de tiburón ballena en Bahía de los Ángeles, Baja California durante la temporada 2003 con la finalidad de aportar información para el manejo de la especie y para la conservación de su hábitat, es el objetivo a seguir. La temporada de avistamientos de tiburones ballena en Bahía de los Ángeles 2003 fue más corta con respecto a las de 2001 y 2002, ya que éstas duraron entre cinco y seis meses, mientras que la de 2003 sólo duró dos, de principios de Octubre a finales de Noviembre. A través de un estudio de fotoidentificación, el cual simuló el método de captura y recaptura Jolly-Seber (Krebs, 1999), se estimó que justo antes de la segunda campaña de muestreo directa habían 20 tiburones ballena dentro de la bahía, siendo este el periodo de la temporada de muestreo en el que había mayor abundancia de tiburones. Sus límites, al 95% de confianza, fueron de 17 tiburones (inferior) y de 45 tiburones (superior). También con la fotoidentificación, a lo largo de toda la temporada de muestreo, se lograron identificar un total de 22 tiburones diferentes y con la información de las señas particulares de cada tiburón identificado obtenida en campo, se realizaron fichas técnicas que cuentan con un catálogo de fotos. El mes de octubre presentó el mayor índice de abundancia relativa promedio, 2.4 tiburones por hora para fines científicos y 2.7 tiburones por hora para fines de actividad recreativa. La distribución espacial y temporal que presentaron los tiburones ballena dentro de la bahía no fue del todo homogénea, la mayoría de los avistamientos se dieron dentro de la zona 1, alrededor de la isóbata de los 20m y entre las diez de la mañana y una de la tarde.

Palabras Claves: Tiburón ballena, especie vulnerable, altamente migratoria, distribución, abundancia, foto-identificación, índice de abundancia relativa, distribución espacial y temporal, no homogénea.

ABSTRACT

The whale shark *Rhincodon typus* is a species about which little is known. The International Union for Nature Conservation catalogues it as vulnerable on the red list of threatened species due to its declining population. Its migration patterns have been little studied, but the whale shark is known as a highly migratory species. The analysis of distribution and abundance of the whale sharks congregation in Bahía de los Ángeles, Baja California (2003 season) with the purpose of bring information to manage the species and to conserve its habitat, this is the objective to follow. The 2003 whale shark sighting season in Bahía de los Ángeles was shorter than the ones studied in 2001 and 2002, which were about five or six months long, while the 2003 season was just two months long, from the beginning of October to the ending of November. With a photo-identification analysis, which simulated the Jolly-Seber (Krebs, 1999) method of capture and recapture, it was estimated that just before the second direct sampling campaign there were a maximum number of whale sharks inside the bay, and estimated 20 individuals with a 95% confidence interval of 17 sharks (lower limit) and 45 sharks (upper limit). In total, 22 different sharks were identified and entered into a photo catalogue during the 2003 sighting season. October was the month that presented the major mean relative abundance rate, 2.4 whale sharks per hour for scientific purposes and 2.7 whale sharks per hour for recreational activities purposes. At the same time, the sharks' spatial distribution inside the bay wasn't at all homogeneous, the majority of the sightings were made inside zone 1, along the 20m depth, and between 10:00 a.m. and 1:00 p.m.

Key words: whale shark, vulnerable species, highly migratory, photo-identification, relative abundance rate, spatial distribution, not homogeneous.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Autónoma de Baja California por la beca de investigación y el apoyo otorgado al proyecto de Conservación y Aprovechamiento Sustentable del Tiburón Ballena.

Al Dr. Roberto Enríquez Andrade por darme la oportunidad de ser parte de su grupo de trabajo, ofrecerme la grandiosa experiencia de trabajar con tan hermosos animales (los tiburones ballena), enseñarme lo que se necesita para realizar un trabajo de buena calidad y estar ahí, día con día, motivándome y guiándome, pero principalmente por ser ese mentor comprometido con sus alumnos y que a cada momento de la vida sigue transmitiendo el conocimiento, muchas gracias.

Al Dr. Juan Guillermo Vaca Rodríguez por haberme dedicado tiempo extracurricular para enseñarme a usar una herramienta que no había aprendido durante la carrera, el manejo del Sistema de Información Geográfica, por sus consejos atinados cuando necesite aclarar dudas y por su interés hacia este proyecto.

Al M. C. José Antonio Eliseo Almanza Heredia por su interés y ayuda en la corroboración de los resultados, así como, en aportar esas interrogantes que me hicieron pensar en ciertas ideas sobre mi trabajo que no me cruzaban la mente.

Quiero agradecer tanto al Dr. Juan Guillermo Vaca Rodríguez como al M. C. José Antonio Eliseo Almanza Heredia por aceptar ser parte y apoyo de esta tesis, muchas gracias.

A mis padres, Ma. Lucina Hernández García y Jorge Iñiguez Iñiguez, por apoyarme paso a paso de mi vida y finalmente dejarme ir lejos de ellos para estudiar esto que siempre dentro de mi quise, el océano.

A Amílcar Pérez de la Vega por ser un verdadero amigo y una gran persona, como pocos en esta vida.

A todos mis amigos por motivarme durante todo el tiempo que he vivido en Ensenada, pero especialmente durante el tiempo que estuve haciendo esta tesis.

A mis compañeras tesisistas, Biviana Ávila Moreno y Cristina Villanueva Asnar, por hacer tan divertido el trabajo en campo.

ÍNDICE

| | |
|--|------------|
| Resumen | i |
| Abstract | ii |
| Agradecimientos | iii |
| 1 Introducción..... | 1 |
| 1.1 Biología y ecología..... | 2 |
| 1.2 Distribución, migración y abundancia | 3 |
| 1.3 Antecedentes..... | 5 |
| 1.4 Justificación | 7 |
| 2 Hipótesis | 9 |
| 3 Objetivo | 10 |
| 3.1 General..... | 10 |
| 3.2 Objetivos específicos | 10 |
| 4 Descripción del área de estudio..... | 10 |
| 4.1 Morfología..... | 12 |
| 4.2 Climatología | 12 |
| 4.3 Oceanografía..... | 12 |
| 5 Metodología..... | 14 |
| 6 Análisis estadístico..... | 18 |
| 6.1 Frecuencia de avistamientos | 18 |
| 6.2 Abundancia absoluta..... | 18 |
| 6.3 Abundancia relativa | 22 |
| 6.4 Distribución espacial y temporal | 23 |
| 7 Resultados | 24 |
| 7.1 Frecuencia de avistamientos | 24 |
| 7.2 Abundancia absoluta..... | 28 |
| 7.3 Abundancia relativa..... | 29 |
| 7.4 Distribución espacial y temporal | 31 |

| | |
|---|-----------|
| 8 Discusiones | 33 |
| 8.1 Frecuencia de avistamientos | 34 |
| 8.2 Abundancia absoluta..... | 35 |
| 8.3 Abundancia relativa..... | 37 |
| 8.4 Distribución espacial y temporal | 38 |
| 9 Conclusiones | 42 |
| 10 Referencias..... | 43 |
| 11 Comunicación Personal | 44 |
| 12 Comunicación Personal En Línea | 44 |
| Anexo 1. Significado de variables utilizadas en el análisis estadístico. | 45 |
| Anexo 2. Tabla del método B utilizada en el análisis de Jolly-Seber. ... | 48 |
| Anexo 3. Mapas de distribución espacial y temporal. | 49 |
| Anexo 4. Fichas Técnicas..... | 56 |

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1. Diagrama de la morfología del tiburón ballena (www.flmnh.edu/fish/gallery/descript/whaleshark/whaleshark.html)..... | 3 |
| Figura 2. Mapa de distribución mundial del tiburón ballena, la franja roja muestra esta distribución, (www.flmnh.ufl.edu/fish/Gallery/Descript/Whaleshark/whaleshark.html). | 4 |
| Figura 3. Ubicación del área de estudio. | 11 |
| Figura 4. Delimitación espacial del área de estudio por zonas..... | 17 |
| Figura 5. Número de tiburones ballena identificados por campaña de muestreo directa durante la temporada 2003. Campaña 1: del 7 al 8 de octubre; 2: del 20 al 21 de octubre; 3: del 2 al 3 de noviembre; y 4: del 25 al 26 de noviembre. | 25 |
| Figura 6. Número de veces que fue avistado cada tiburón ballena. | 27 |
| Figura 7. Número de días muestreados que fue avistado cada tiburón..... | 27 |
| Figura 8. Promedio de esfuerzo de búsqueda para fines científicos de cada campaña de muestreo directa, aquí se tomó en cuenta sólo el número de tiburones ballena identificados por día de campaña de muestreo directa y su tiempo de búsqueda. | 30 |
| Figura 9. Promedio de esfuerzo de búsqueda para fines de actividad recreativa de cada campaña de muestreo directa, para este promedio se tomó en cuenta el total de avistamientos de tiburones ballena por día de campaña de muestreo directa y su tiempo de búsqueda. | 31 |
| Figura 10. Distribución espacial de los avistamientos durante el mes pico, octubre. | 49 |
| Figura 11. Distribución espacial de los avistamientos durante el mes de noviembre. | 50 |
| Figura 12. Distribución espacial de los avistamientos del primero al diez de..... | 51 |
| Figura 13. Distribución espacial de los avistamientos del 11 al 20 de..... | 52 |
| Figura 14. Distribución espacial de los avistamientos del 21 al 25 de..... | 53 |
| Figura 15. Distribución espacial de los avistamientos del 26 al 30 de..... | 54 |
| Figura 16. Distribución espacial y temporal de los avistamientos. | 55 |

LISTA DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla I. Avistamientos por tiburón y día de muestreo, y tiempo de búsqueda por recorrido para los muestreos directos. Los muestreos directos se resaltan con un sombreado. | 26 |
| Tabla II. Análisis Jolly – Seber tomando en cuenta sólo los tiburones identificados en las campañas de muestreo y eliminando los no identificados. Ver significado de variables en tabla I del anexo 1. Los límites superior e inferior de \hat{N}_i , tienen el 95% de confianza. | 28 |
| Tabla III. Análisis Jolly – Seber tomando en cuenta tanto los tiburones identificados como los no identificados durante las campañas de muestreo. Ver significado de variables en tabla I del anexo 1. Los límites superior e inferior de \hat{N}_i , tienen el 95% de confianza. | 29 |
| Tabla IV. Índices de abundancia relativa por mes. El promedio mensual viene de tomar en cuenta el número de tiburones ballena identificados por día de muestreo directo entre el tiempo de búsqueda, se refiere a la forma para fines científicos. | 30 |
| Tabla V. Índices de abundancia relativa por mes. El promedio mensual viene de tomar en cuenta el total de avistamientos de tiburones ballena por día de muestreo directo entre el tiempo de búsqueda, se refiere a la forma para fines de actividad recreativa. | 31 |
| Tabla VI. Significado de las variables utilizadas según el Método de Jolly-Seber (adaptados para identificación visual y fotoidentificación) y de la estimación de los límites de confianza, ver Krebs (1999). | 45 |
| Tabla VII. Variables utilizadas para la obtención del índice de abundancia relativa (avistamiento por unidad de esfuerzo). | 46 |
| Tabla VIII. Escala de Beaufort, es una escala relativa de las condiciones del mar que se utilizan para determinar la velocidad del viento. (Escala de variables de tipo ordinal) | 47 |
| Tabla IX. Ejemplo de una tabla del método B: datos de marcados-recapturados de series de 11 muestras de la población de <i>Microtus pennsylvanicus</i> en el suroeste del Yukon. | 48 |

1 INTRODUCCIÓN

El tiburón ballena *Rhincodon typus* (Smith, 1828) pertenece a la clase *Chondrichthyes* subclase *Elasmobranchii*, es la única especie pelágica del orden *Orectolobiforme* y el único miembro de la familia *Rhincodontidae*.

Históricamente ha tenido varios sinónimos de nombres de familia, género y especie; sin embargo, en 1984 la Comisión Internacional de Nomenclatura Zoológica votó a favor del nombre de género *Rhincodon* y el nombre de familia *Rhincodontidae*. Algunos sinónimos del pasado en la literatura científica incluyen *Rhinodon typicus* (Muller y Henle, 1839), *Micristodus punctatus* (Gill, 1865) y *Rhinodon pentalineatus* (Kishinouye, 1901). El género del nombre actual *Rhincodon* se deriva de la palabra griega “rhyngchos” que significa hocico y de “odous” que quiere decir dientes (www.flmnh.ufl.edu/fish/Gallery/Descript/Whaleshark/whaleshark.html).

Algunos nombres comunes para tiburón ballena en otros idiomas son:

| | |
|--|---------|
| Dámero, pez dama y tiburón ballena ----- | Español |
| Whale shark ----- | Ingles |
| Chagrin y requin baleine ----- | Francés |
| Ebisuzame y jinbeizame ----- | Japonés |
| Rauhhai y walhai ----- | Alemán |

Según su línea evolutiva, su ancestro inmediato se remonta a un periodo de hace 245 a 65 millones de años entre el Jurásico y Cretácico, cuando el presente grupo de los tiburones comenzó a aparecer (www.deh.gov.au/coast/species/sharks/whaleshark#distribution).

1.1 Biología y ecología.

Se caracteriza principalmente por ser el pez más grande del mundo y relativamente inofensivo, alcanza longitudes entre los 15 y 20 metros, y llega a pesar hasta 34 toneladas.

Su morfología se distingue por una cabeza ancha y aplanada. Una boca casi terminal, transversa y muy grande; cada una de sus mandíbulas presenta aproximadamente 300 hileras con dientes diminutos. Sus grandes agallas están modificadas en su interior en pantallas filtradoras. La primera aleta dorsal es mucho más grande que la segunda, su aleta caudal consta de dos lóbulos y es semi-lunada, esto último sólo en los adultos (Clark y Doubilet, 1992; Kukuyev, 1996; Fowler, 2000).

Cada individuo presenta un patrón único de puntos y líneas blancas sobre un fondo oscuro en la parte dorsal, mientras que su vientre es blanco lechoso. Este fondo oscuro puede ser de un color grisáceo, azulado o parduzco. Los patrones de puntos de este tiburón pueden ser el resultado de su relación evolutiva con el tiburón alfombra, o pueden ser también una adaptación para cubrirse de la radiación solar ya que pasan mucho tiempo en la superficie. (www.flmnh.ufl.edu/fish/Gallery/Descript/Whaleshark/whaleshark.html)

La madurez sexual en ambos sexos no ocurre hasta que alcanzan más de nueve metros de longitud o lo equivalente a 20 o 30 años de edad (Yuan, 2002). Hasta 1995 se logró saber que los tiburones ballena son de desarrollo ovovivíparo, que su gestación es de aproximadamente más de un año y que su intervalo de reproducción es de alrededor de dos años. Se estima que pueden llegar a vivir entre 60 y 100 años de edad (Yuan, 2002).

Así como otras especies de tiburón, el tiburón ballena tiene características biológicas innatas como un gran tamaño, crecimiento lento, maduración tardía y gran longevidad, por tanto se dice que el tiburón ballena presenta una estrategia de vida tipo "K". Estas características quizás

limiten la capacidad de reclutamiento, lo que provoca que la especie sea vulnerable a la sobreexplotación (Fowler, 2000).

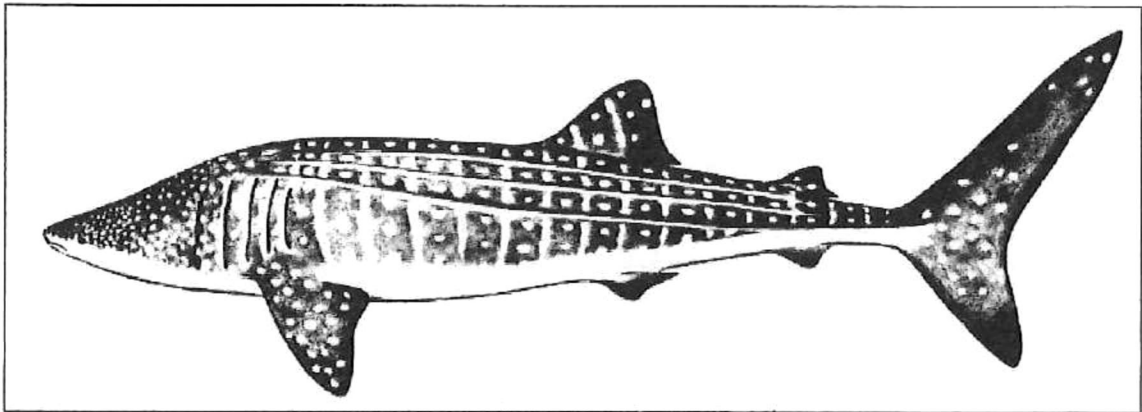


Figura 1. Diagrama de la morfología del tiburón ballena (www.flmnh.edu/fish/gallery/descript/whaleshark/whaleshark.html).

El tiburón ballena es una de las tres especies de tiburones que se alimentan por filtración. El rango de tamaño de sus presas va desde zooplancton fino (1 mm de diámetro) hasta pequeños peces, calamares y crustáceos. (Fowler, 2000)

Se piensa que el tiburón ballena juega un rol significativo en la estructura y dinámica de los ecosistemas costeros que frecuenta, similar a la de las ballenas filtradoras. Sus únicos depredadores naturales son las ballenas orcas *Orcinus orca*, pero también es cazado por el hombre (Yuan, 2002).

1.2 Distribución, migración y abundancia.

La distribución de *R. typus* es amplia, se puede encontrar en todos los mares tropicales y templados, entre los 30° N y los 35° S, exceptuando el Mediterráneo (Wolfson, 1986). Su presencia ha sido reportada en aguas oceánicas y costeras, como lagunas, atolones de coral y arrecifes (www.deh.gov.au/coast/species/sharks/whaleshark#distribution). Se les puede encontrar

tanto en aguas profundas como en superficiales, con temperaturas entre los 18° y 30° C (Fowler, 2000).

Sus patrones migratorios han sido poco estudiados, parece ser que la especie es altamente migratoria, aunque todavía no hay evidencia científica directa que avale esta hipótesis. Se sabe que se segrega espacial y estacionalmente, a su vez se ha observado que individuos de tallas similares y mismo sexo se congregan en una misma área, especialmente para alimentarse cuando la zona presenta alta productividad primaria. Al parecer las migraciones son realizadas en grupos de individuos de misma edad y sexo, siendo así otra forma de segregación de la especie (Norman, 1999; Fowler, 2000; Eckert y Stewart, 2001).

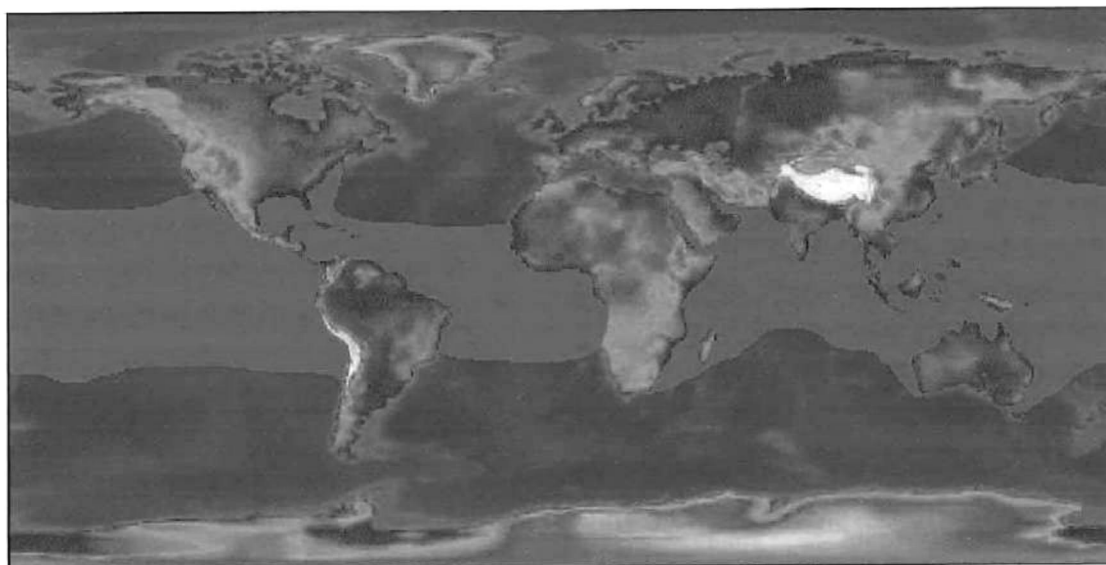


Figura 2. Mapa de distribución mundial del tiburón ballena, la franja roja muestra esta distribución, (www.flmnh.ufl.edu/fish/Gallery/Descript/Whaleshark/whaleshark.html).

El tamaño de esta población a nivel mundial no ha podido ser determinada por falta de información confiable, la especie es rara y considerada bajo amenaza (Yuan, 2002). Las estimaciones de abundancia basadas en congregaciones puntuales seguramente son afectadas por

las migraciones, pero se especula que la inmediata reducción en el número de organismos de dichas agregaciones de la especie pudiera indicar que la población mundial está decreciendo (Enríquez-Andrade *et al.*, 2003). Durante sus migraciones, pueden ser encontrados solos o en escuelas de cientos de individuos, y asociados con escuelas de peces pelágicos, incluyendo atún y macarela (www.iwmc.org/sharks/000722-8.htm).

1.3 Antecedentes

Taylor (1996) realizó un estudio en el arrecife de Ningaloo, en el Oeste de Australia, para determinar la causa de la aparición esporádica del tiburón ballena durante el otoño de cada año y descubrió que inmediatamente después de episodios de desove masivo en el arrecife, llegaba un gran número de tiburones ballena atraídos por el afloramiento de zooplancton resultante de dichos episodios.

Nelson y Eckert (2000) realizaron un estudio en Bahía de los Ángeles para entender la forma en que los tiburones ballena utilizan el ecosistema. Este estudio se realizó del 28 de julio al 26 de octubre de 1999; se encontró que el 62% de los organismos observados se encontraban alimentándose principalmente de zooplancton. Posteriormente, García-García (2002) realizó un estudio similar y concluye que, en la bahía, hay una alta correlación entre los avistamientos de tiburones ballena y sus hábitos alimenticios.

Entre 1994 y 1996, Eckert y Stewart (2001) marcaron 17 tiburones ballena en el Golfo de California. De los organismos que no perdieron el localizador, resultó que seis tiburones se dispersaron por el Golfo, mientras que cuatro salieron de éste distribuyéndose ampliamente por todo el Océano Pacífico. También encontraron que sus patrones de movimiento parecen estar relacionados con características oceanográficas como “bajos” y frentes marinos con alta productividad primaria.

Es sabido que los tiburones ballena se congregan temporalmente en el Golfo de California. Los sitios de mayor preferencia para estos organismos son Bahía San Luis Gonzaga, Bahía de los Ángeles, Bahía de la Paz, El Bajo y Banco Gordo. También es conocido que los patrones de congregación son predecibles cada año (Eckert y Stewart, 2001). Una población estable de 200 a 300 individuos ha sido reportada en el arrecife de Ningaloo, WA (Australia) y es el foco de una industria turística (Taylor, 1996).

Tanto Nelson y Eckert (2000) como García-García (2002) concuerdan en que Bahía de los Ángeles es un hábitat de importancia crítica para *R. typus* por la disponibilidad de alimento. Este lugar es abundante en alimento gracias a la gran productividad primaria ocasionada por las corrientes inducidas por el viento y la marea, así como la presencia de una pequeña laguna costera en el sur de la bahía.

Según Enríquez-Andrade (2003) el número de tiburones ballena que se congregan en Bahía de los Ángeles disminuyó dramáticamente en 2002 con respecto al año anterior. Por lo que especula sobre las causas y presenta varias posibilidades: variaciones oceanográficas interanuales (como el fenómeno El Niño); mortandad excesiva por pesca de la población de tiburones ballena cuando estos se encuentran en áreas remotas; muertes incidentales de tiburones ballena ocasionadas por redes de pesca en el Golfo de California; y el hostigamiento excesivo a los tiburones ballena dentro de la bahía de parte de turistas y científicos.

La mayoría de los países que se benefician económicamente con el avistamiento del tiburón ballena no protegen directamente a esta especie, en su lugar, protegen áreas específicas donde se da la presencia del tiburón. México, Australia y Honduras son los únicos que tienen leyes que protegen directamente a esta especie. La Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2001 cataloga a *R. typus* como una especie amenazada. Bajo esta categoría se encuentran “aquellas

especies, o poblaciones de las mismas, que podrían llegar a encontrarse en peligro de desaparecer a corto o mediano plazo, si siguen operando los factores que inciden negativamente en su viabilidad, al ocasionar el deterioro o modificación de su hábitat o disminuir directamente el tamaño de sus poblaciones” (Enríquez-Andrade *et al.*, 2003).

1.4 Justificación

La falta de información (biológica, ecológica y económica) confiable sobre el tiburón ballena y su hábitat a nivel mundial, nacional y regional se vuelve un problema cuando se habla de la materialización de oportunidades para el manejo sustentable del recurso en función de su aprovechamiento y conservación (Enríquez-Andrade *et al.*, 2003). Además, según la lista roja de especies amenazadas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN <http://www.redlist.org/>), *R. typus* se encuentra catalogado en la categoría de vulnerable, dicha evaluación hace referencia a poblaciones en decaimiento. Al otorgarle esta categoría se hace saber que la reducción de la especie ha sido observada, estimada, inferida o sospechada a partir de un pasado no muy lejano (Fowler, 2000).

Como el tiburón ballena es un pez capaz de viajar grandes distancias sería de gran ayuda el intercambiar información sobre sus interacciones con el medio ambiente con los científicos de otros países y, así, generar una base de información a nivel mundial que sea confiable y útil para cada región que esté interesada en su manejo sustentable.

Últimamente, la necesidad de satisfacer los requerimientos de recreación de los humanos ha llevado a una experimentación más cercana con el ecoturismo, el cual se viene realizando con más frecuencia y éxito alrededor de todo el mundo en la última década. A veces resulta más redituable económicamente el simple hecho de explotar ecoturísticamente un recurso natural que

explotarlo de manera definitiva como es el caso de las pesquerías, especialmente cuando la especie explotada no es de primera necesidad (Fowler, 2000; Enríquez-Andrade *et al.*, 2003).

El avistamiento de fauna silvestre como posibilidad de realizar actividades de ecoturismo es una práctica muy popular, especialmente si se puede interactuar de cerca con los animales en su hábitat original. He aquí, en esta última frase, donde se encuentra el encanto del ecoturismo, en el interactuar en el medio natural, silvestre e intacto del organismo en cuestión y no a través de la vidriera de alguna pecera. Un ejemplo es el tiburón ballena, el cual se ha convertido en un recurso económicamente explotable en el rubro del ecoturismo, a escala mundial, dejando grandes partidas económicas para los países que lo explotan de esta manera. Los reportes anuales de los ingresos de la industria ecoturística del tiburón ballena muestran: Australia, tres millones de dólares; Belice, 165,000 dólares (2001); Filipinas, 8,000 dólares sólo en renta de embarcación y cargos de registro; Seychelles, cinco millones de dólares; Tailandia, tres millones de dólares (Enriquez-Andradé *et al.*, 2003).

Al mismo tiempo la actividad del avistamiento de fauna silvestre en México se ha ido diversificando conforme va saliendo a la luz la posibilidad de explotar nuevos recursos; en este caso, una nueva posibilidad es que México forme parte de los países que se benefician económicamente con el avistamiento del tiburón ballena. Pero antes de empezar a explotar el recurso a gran escala, es necesario sentar las bases para su manejo sustentable y a su vez, determinar algunas de las herramientas básicas que ayudarían a determinar que tan grande podría ser esta industria ecoturística en el país y, así, facilitar la prestación del servicio en este. Estos estudios no tienen que ser muy complicados; de hecho, para esta tesis se busca básicamente el determinar cuantos tiburones ballena llegan a Bahía de los Ángeles año con año y, en que áreas dentro de ésta, se observan con mayor frecuencia durante la temporada. Esta información ayudaría a decidir el número de prestadores que podrían trabajar en la bahía, el número de

embarcaciones que podrían estar al mismo tiempo en la bahía y en las zonas de avistamiento (Enriquez-Andradé *et al.*, 2003).

Este tipo de análisis no es difícil de llevar a cabo, pero si se necesita tiempo para levantar una base de datos considerable para que a su vez sea confiable el resultado. Mientras más sólida y confiable sea la base de datos, se llevará a cabo una mejor planeación del manejo del recurso (Enriquez-Andradé *et al.*, 2003).

De lo anterior se desprende la urgente necesidad de continuar estudiando los parámetros de distribución, abundancia y comportamiento del tiburón ballena en Bahía de los Ángeles, con el objeto de determinar las causas de las disminuciones observadas y emitir las recomendaciones pertinentes para el adecuado manejo de las actividades ecoturísticas.

2 HIPÓTESIS

Bahía de los Ángeles es un hábitat estacional de tiburón ballena. Congregaciones de esta especie ocupan la bahía hasta por seis meses de cada año (junio a diciembre). Estas congregaciones consisten de hasta varias decenas de organismos cuyos avistamientos (consistentes de individuos aislados o grupos de 2 a 4 individuos) se distribuyen heterogéneamente. Las mayores probabilidades de avistamiento están en el sur de la bahía en la región conocida como El Rincón.

3 OBJETIVO

3.1 General

Analizar la distribución y abundancia de las congregaciones de tiburón ballena en Bahía de los Ángeles, Baja California (temporada 2003) con la finalidad de aportar información para el manejo de la especie y para la conservación de su hábitat.

3.2 Objetivos específicos

- a) Obtener un estimado del número de tiburones ballena que se congregaron en Bahía de los Ángeles durante la temporada 2003.
- b) Analizar temporalmente su abundancia relativa dentro de la bahía.
- c) Determinar la distribución espacial y temporal de la especie dentro de la bahía durante la temporada.

4 DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

Bahía de los Ángeles (Figura 3) está ubicada en la costa oriental de Baja California a 640km al sureste de la ciudad de Ensenada y 450km al sur de San Felipe. Se encuentra abierta al Golfo de California frente al Canal de Ballenas y colinda al este sobre el Golfo de California con la Isla Ángel de la Guarda y otras islas de menor tamaño, y al oeste con el poblado Bahía de los Ángeles. Estas islas de menor tamaño actúan como barreras costeras y son: Gemelito Este, Gemelito Oeste, Cerraja, Llave, Flecha, Jorobado, Pata, Bota, San Arenal, Calavera, La Ventana, El Piojo, Cabeza de Caballo y una porción de la Isla Smith frente a Punta la Gringa. Esta bahía presenta dos tipos de situaciones anualmente, esto con respecto a la circulación de sus aguas, una es de bahía cerrada y otra de mar abierto (Acosta-Reyes, 1989).

En la parte sur de la bahía se localiza una pequeña laguna costera conocida con el nombre de La Mona de la cual no se encontró información bibliográfica pero que se cree es un

importante factor de para la producción primaria en la zona del Rincón (Enríquez-Andrade, com. pers.).

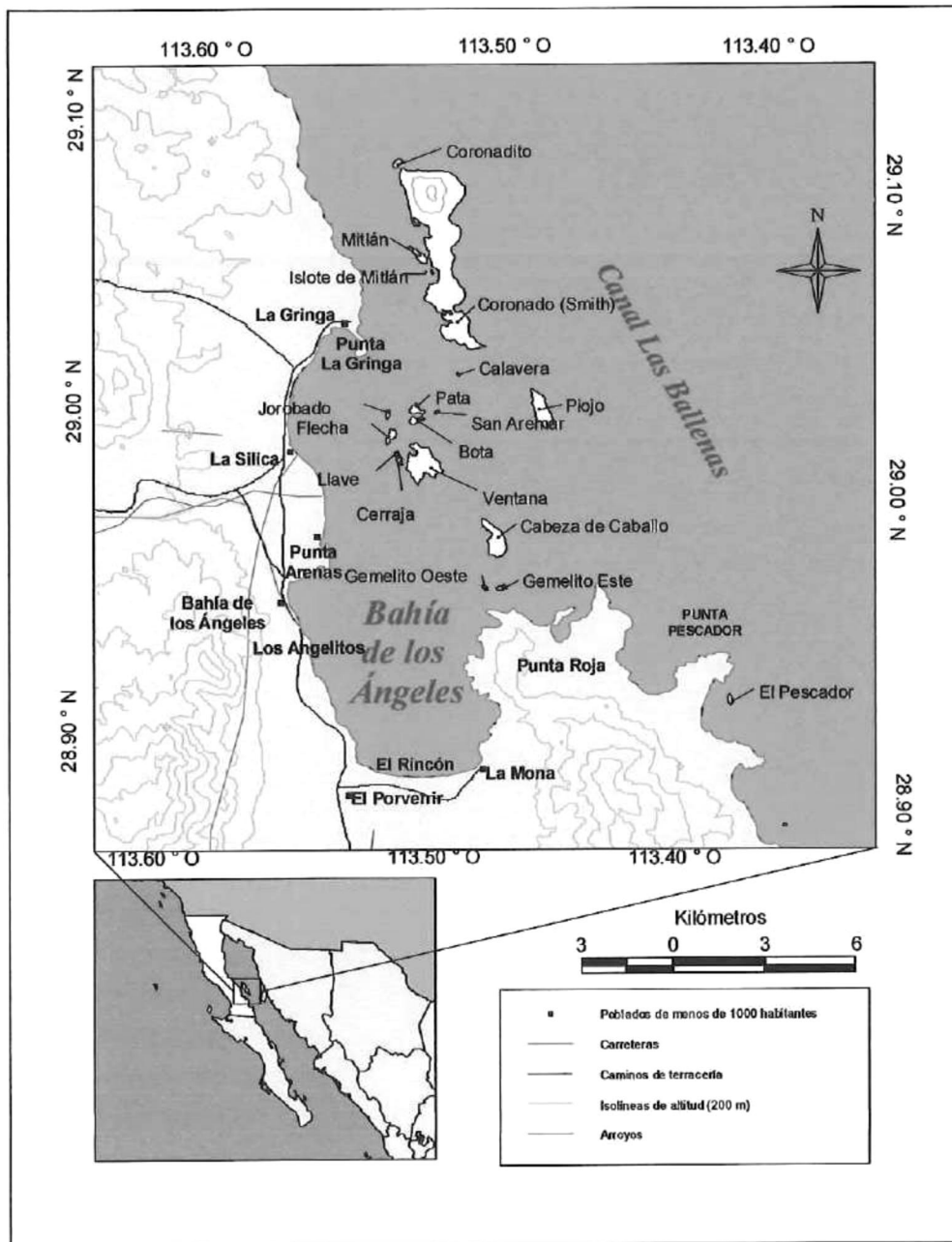


Figura 3. Ubicación del área de estudio.

4.1 Morfología

Las dimensiones que presenta son de 16km de largo por 6.4km en su parte más ancha; con una orientación noroeste-suroeste, entre las coordenadas de 28.88 - 29.03° latitud norte y 113.43 - 113.55° longitud oeste. Esta bahía cubre en total un área de 12.3 km².

En general, el fondo de la bahía tiene una pendiente suave entre 20 - 40 m de profundidad, y 50m en los canales que la comunican con el Canal de Ballenas. Es un cuerpo de agua somero con fondos arenosos interrumpidos por salientes rocosas y protegido del mar abierto por las islas adyacentes (Danemann, 2002).

La porción costera de la bahía se caracteriza por estar constituida de un suelo arenoso árido rodeado de montañas (Durand-Sarmiento, 1989).

4.2 Climatología

Esta bahía destaca tanto por su belleza natural como por su alta diversidad biológica; presenta un clima desértico con escasa precipitación, gran evaporación durante todo el año (evaporación promedio de 158.75 mm/año) y un sistema de vientos dominantes con una marcada variación estacional. La época de lluvias es en invierno, época en la cual desembocan en la bahía algunos arroyos (Delgadillo-Hinojosa, 1992).

4.3 Oceanografía

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, de aproximadamente 3 cm/s, las corrientes residuales causadas por la marea son casi nulas con 0.6 cm/s, mientras que las corrientes forzadas por el viento tienen velocidades superiores a los 25cm/s (Amador-Buenrostro *et al.*, 1991).

Se presentan cuatro escenarios o patrones de viento: en el invierno dominan los vientos del N-NO con una magnitud típica de 10 m/s; en verano los del E-SE con un promedio de 10 m/s de magnitud; en primavera-otoño hay grandes variaciones en la dirección e intensidad de los vientos, pero los vientos provenientes del oeste con magnitudes mayores a los 10 m/s son los más intensos del año; y por último, la ocurrencia de brisas durante la época de transición entre invierno-verano y verano-invierno (Amador-Buenrostro *et al.*, 1991, citado en García-García, 2002).

Con base en los patrones de viento se obtuvieron diferentes escenarios de circulación del agua, esto último con la ayuda de un modelo numérico (Amador-Buenrostro *et al.*, 1991). La circulación de los vientos dominantes en las diferentes épocas del año, permite que gran parte del flujo, recorra un porcentaje alto de la bahía, incrementando de esta manera el intercambio de aguas con el exterior. En el invierno la entrada principal es por el canal del norte entre Punta La Gringa y la isla Ventana, con flujo SO paralelo a la costa, y salida por el canal sur, entre la isla Cabeza de Caballo y Punta Roja. También se observaron tres zonas donde el transporte es débil, en la ensenada La Gringa, en la parte central de la bahía al oeste de la isla Cabeza de Caballo y en El Rincón (Amador-Buenrostro *et al.*, 1991).

Durante el verano la circulación prácticamente se invierte entrando por el canal del sur y dividiéndose en dos ramas, una que 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 la ensenada La Gringa y en la parte central al SO de la isla Cabeza de Caballo (Amador-Buenrostro *et al.*, 1991).

Para la época de primavera y otoño la circulación es similar a la del invierno, entrando por el canal del norte y saliendo por el sur. La diferencia estriba en la posición de las zonas de circulación débil las cuales son además más extensas; estas zonas son en la ensenada La Gringa,

frente al poblado, y una gran franja desde la isla Ventana hasta la mitad de la bahía (Amador-Buenrostro *et al.*, 1991).

Hay una variación aproximada de salinidad superficial de 35.14‰ en invierno; y 35.6‰ en verano (Hurtado-Figueroa, 1988). Se sabe también que cuando las velocidades del viento son mayores a 10 m/s, la columna de agua se encuentra totalmente mezclada con gradientes de temperatura y salinidad mínimos. (Delgadillo-Hinojosa *et al.*, 1997, citado en García-García, 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.

5 METODOLOGÍA

La estimación de abundancia absoluta se hizo mediante el modelo Jolly-Seber de captura recaptura de organismos pero adaptado para la identificación visual (con ayuda de fotoidentificación). En la abundancia relativa se utilizó un índice basado en el número de avistamientos por esfuerzo de búsqueda. Otra forma de índice de abundancia que también fue reportado es el número total de tiburones identificados o etiquetados en la temporada, el cual entra dentro del apartado de la frecuencia de avistamiento. Para lograr lo anterior, se utilizó datos obtenidos en la temporada 2003. La forma de obtención de datos para la temporada 2003 fue siguiendo los mismos métodos utilizados por Enríquez-Andrade *et al.* en 2001 y 2002, los cuales se describen a continuación.

Se realizaron dos tipos de muestreo durante 2003, directos e indirectos. Los muestreos directos fueron los realizados por el equipo de la Facultad de Ciencias Marinas de la Universidad Autónoma de Baja California, mientras que los indirectos fueron los realizados principalmente por el prestador de servicios Dr. Abraham Vázquez Haiki. Básicamente, las campañas de

muestreo indirectas fueron realizadas sólo en el mes de octubre y no siguieron una planeación previa, se realizaron al mismo tiempo que se prestaba un servicio turístico, no permitió tomar los mismos datos que en las campañas de muestreo directas.

Para los muestreos directos se realizaron cinco campañas de muestreo (salidas), con un intervalo de tiempo entre cada una de ellas de aproximadamente quince a veinte días. La duración de estas campañas fue de 2 días de trabajo en campo y el tiempo de búsqueda dependió de la estancia de los tiburones ballena dentro de la bahía y las condiciones climáticas. La duración de la temporada de muestreo 2003 del tiburón ballena fue de finales de septiembre a finales de noviembre.

En algunos días de las campañas de muestreo se realizaron dos tipos de recorridos diarios a bordo de embarcaciones menores: tipo a) Siguiendo una serie de transectos, los cuales ya están preestablecidos desde las dos pasadas temporadas de muestreos; tipo b) Recorridos libres, en los cuales se siguió una trayectoria arbitraria, principalmente dentro de la zona 1, ver figura 4. Este último recorrido fue el más común.

En cada recorrido, sin importar su tipo, se hicieron observaciones para detectar tiburones ballena y así se registraron los siguientes datos:

- 1) Fecha; hora inicial del recorrido; estado del mar, esta última utilizando la escala de Beaufort (ver tabla III del anexo 1); y la hora al final del recorrido de búsqueda; hora al momento de un avistamiento; y la posición geográfica con GPS al momento del avistamiento del tiburón, esto último será la herramienta a utilizar para el análisis de la distribución de los individuos dentro de la bahía. Al final de la interacción con el tiburón, se tomó nuevamente la hora para continuar con el tiempo del recorrido o tiempo de búsqueda.

- 2) Fotoidentificación: número de foto al inicio, número de foto al final, número total de fotos y clave del rollo. Se tomaron desde la embarcación tanto fotografías submarinas como fuera del agua. Las fotografías tomadas se enfocaron en la aleta caudal, aleta dorsal, ambos lados del animal (pero no en todos los casos fue posible), también de cualquier característica de los organismos que resaltara como cicatrices, raspones, mordidas, manchas, patrones de puntos, forma y dobleces de las aletas y, en algunos casos, pérdida parcial o total de las aletas. Algunas características de los tiburones que fueron registradas fueron: tamaño, sexo y asociación faunística. Esto último se utilizó para la realización de fichas técnicas que ayudaron en la identificación de organismos ya identificados con anterioridad.

Cada individuo, al ser identificado por primera vez, fue catalogado con un nombre común y una clave, en la cual se indica: la especie, el día, mes y año en que fue identificado por primera vez, el área de estudio y, por último, el número progresivo en el catálogo fotográfico. Ejemplo: Rt03102003BA01 (*Rhincodon typus*, 3 de octubre de 2003, Bahía de los Ángeles, individuo número 1).

Cabe constar que ya se contaba con una base de datos y catálogo fotográfico de los tiburones ballena identificados en las dos últimas temporadas. Con la ayuda de esta base fue posible el tratar de identificar individuos que técnicamente ya habían sido identificados en las temporadas pasadas.

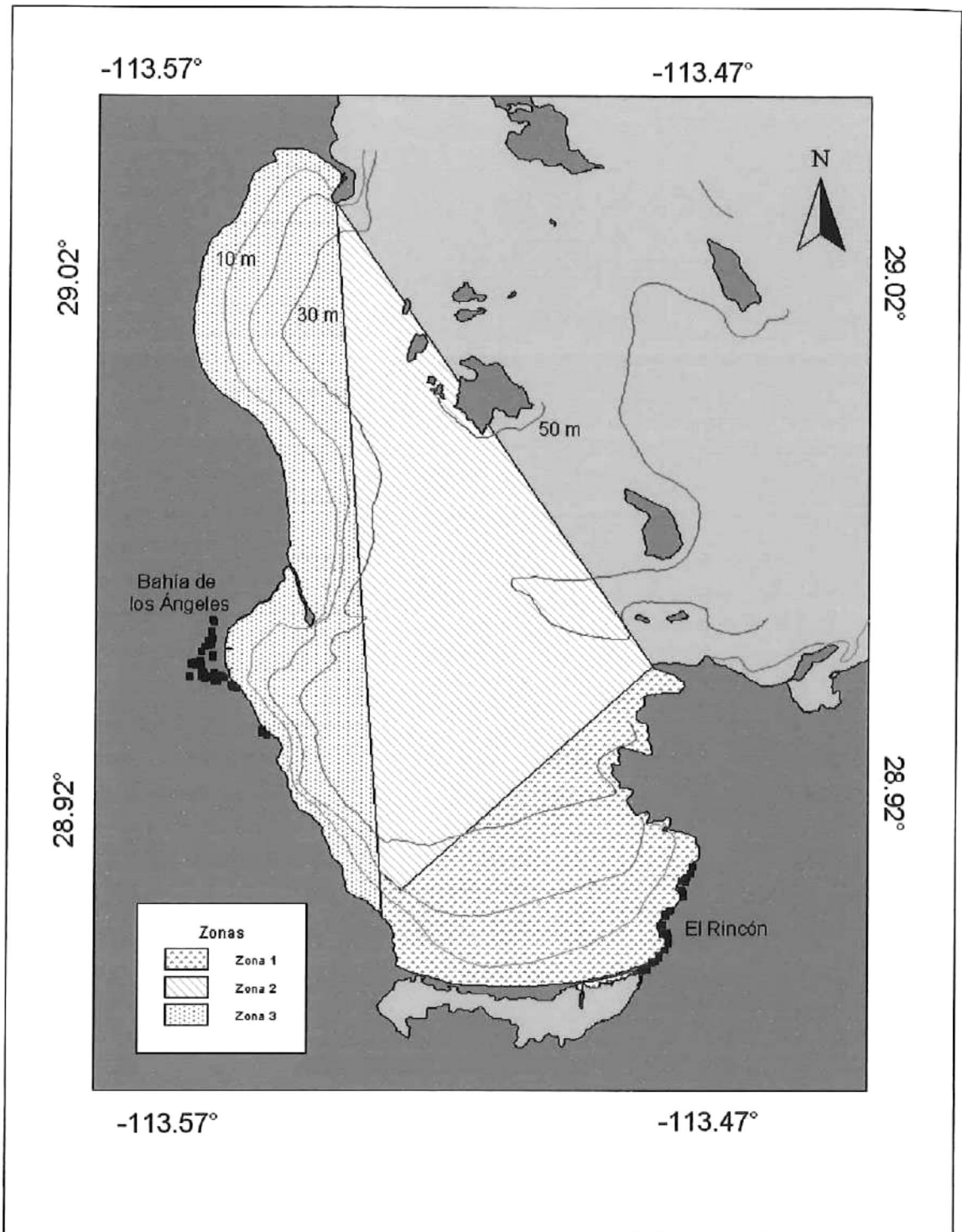


Figura 4. Delimitación espacial del área de estudio por zonas.

6 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

6.1 Frecuencia de avistamientos

Se refiere al número total de tiburones ballena fotoidentificados en Bahía de los Ángeles, temporada 2003, durante todas las campañas de muestreo.

6.2 Abundancia absoluta

Para la estimación de la abundancia absoluta se utilizó una adaptación del modelo de Jolly-Seber (Krebs, 1999) al de fotoidentificación. Los tiburones ballena identificados fueron considerados como capturas, mientras que los tiburones ballena previamente identificados que volvieron a ser identificados en otro muestreo fueron considerados como recapturas.

El modelo de Jolly-Seber es un censo múltiple de una población abierta, ya que es la situación biológica más realista de una población natural, donde ésta sufre cambios en tamaño y composición por nacimientos, muertes y migraciones (Krebs, 1999). Pero para éste caso en particular no se determinó el tamaño de la población de tiburones ballena, sino el tamaño de la congregación de estos individuos en bahía de los Ángeles, ya que se sabe que estos tiburones se segregan por sexo y tamaño. También para este caso en particular podría ser llamada población estadística.

Uno de los supuestos del método es que todos los animales en la primera muestra no deben estar marcados (esto por definición), mientras que para el segundo y siguientes muestreos, la captura total puede ser subdividida en dos fracciones: animales marcados y animales no marcados.

También se tuvo que suponer para el muestreo aleatorio de este modelo, lo siguiente: 1) Cada individuo tiene la misma probabilidad (α_t) de ser capturado en el muestreo t , sin importar que esté o no marcado; 2) cada individuo marcado tiene la misma probabilidad (ϕ_t) de

sobrevivir del muestreo t al $t+1$; 3) los individuos no pierden sus marcas y las marcas no son modificadas al ser capturados de nuevo; y 4) todas las muestras son instantáneas (Krebs, 1999).

Se presentan las formulas que fueron utilizadas en el análisis estadístico del modelo Jolly-Seber para estimar el tamaño de la población estadística de tiburón ballena en Bahía de los Ángeles en la temporada muestreada. El proceso se describe con mayor detalle en Krebs (1999). El significado de las variables se presenta en la tabla VI del anexo 1, y el arreglo de los datos para poder analizarlos se presenta en la tabla IX del anexo 2.

Para obtener el tamaño estimado de la población antes de la campaña de muestreo t se utilizó:

$$\hat{N}_t = \frac{\hat{M}_t}{\hat{\alpha}_t}$$

La proporción de animales marcados se estimó con:

$$\hat{\alpha}_t = \frac{m_t + 1}{n_t + 1}$$

El tamaño estimado de la población marcada antes de la campaña de muestreo t :

$$\hat{M}_t = \frac{(s_t + 1)Z_t}{R_t + 1} + m_t$$

La probabilidad de sobrevivencia de la campaña de muestreo t a la de $t+1$:

$$\hat{\Phi}_t = \frac{\hat{M}_{t+1}}{\hat{M}_t + (s_t - m_t)}$$

Número de animales uniéndose a la población entre la campaña de muestreo t y la $t+1$, y que además, siguen vivos a la campaña de muestreo $t+1$:

$$\hat{B}_t = \hat{N}_{t+1} - \hat{\Phi}_t [\hat{N}_t - (n_t - s_t)]$$

Como las varianzas para las estimaciones de los tamaños de población, probabilidad de sobrevivencia y de dilución dados por Jolly (1965) son sólo válidos para grandes muestreos, Manly (1971) y Roff (1973), presentados en Krebs (1999), han demostrado con simulaciones de computadora que las varianzas de muestras grandes no son seguras para obtener intervalos de confianza porque la zona de confianza estimada es muy estrecha. Por lo tanto, Manly (1984) sugirió un método alternativo para obtener los límites de confianza para las estimaciones de Jolly-Seber, las cuales son de muestras chicas (Krebs, 1999).

Los límites de confianza para el tamaño de la población se obtuvieron de transformar la estimación de N_t como se presenta a continuación:

$$T_1(\hat{N}_t) = \log_e(\hat{N}_t) + \log_e \left[\frac{1 - (\hat{\rho}_t/2) + \sqrt{1 - \hat{\rho}_t}}{2} \right]$$

donde $\hat{\rho}_t = \frac{n_t}{N_t}$

La varianza para esta transformación fue dada por

$$Var[T_1(\hat{N}_t)] = \left(\frac{\hat{M}_t - m_t + s_t + 1}{\hat{M}_t + 1} \right) \left(\frac{1}{R_t + 1} - \frac{1}{s_t + 1} \right) + \frac{1}{m_t + 1} + \frac{1}{n_t + 1}$$

Los límites de confianza del 95%, superior e inferior, se obtuvieron con

$$T_{1L} = T_1(N_t) - 1.6\sqrt{\hat{V}ar[T_1(\hat{N}_t)]}$$

$$T_{1U} = T_1(N_t) + 2.4\sqrt{\hat{V}ar[T_1(\hat{N}_t)]}$$

Los límites de confianza para el tamaño de la población son asimétricos y se obtienen con:

$$\frac{(4L + n_t)^2}{16L} < \hat{N}_t < \frac{(4U + n_t)^2}{16U}$$

donde $L = e^{T_{1L}}$, $U = e^{T_{1U}}$ y $e = 2.71828...$

Los límites de confianza para la probabilidad de sobrevivencia se obtuvieron de transformar la estimación de $\hat{\Phi}_t$, como se presenta a continuación:

$$T_2(\hat{\Phi}_t) = \log_e \left(\frac{1 - \sqrt{1 - A_t \Phi_t}}{1 + \sqrt{1 + A_t \Phi_t}} \right)$$

$$\text{donde } A_t = \frac{C_t}{B_t + C_t}$$

$$\hat{B}_t = \left[\frac{(\hat{M}_{t+1} - m_{t+1} + 1)(\hat{M}_{t+1} - m_{t+1} + s_{t+1} + 1)}{(\hat{M}_{t+1} + 1)^2} \right]$$

$$x \left(\frac{1}{R_{t+1} + 1} - \frac{1}{s_{t+1} + 1} \right) + \left(\frac{\hat{M}_t - m_t + 1}{\hat{M}_t - m_t + s_t + 1} \right) x \left[\left(\frac{1}{R_t + 1} - \frac{1}{s_t + 1} \right) \right]$$

$$\hat{C}_t = \frac{1}{\hat{M}_{t+1} + 1}$$

y la varianza para la transformada de $\hat{\Phi}_t$:

$$\hat{V}ar \left[T_2 \left(\hat{\Phi}_t \right) \right] = B_t + C_t$$

Los límites de confianza del 95%, superior e inferior, se obtuvieron con

$$\hat{T}_{2L} = T_2 \left(\hat{\Phi}_t \right) - 1.9 \sqrt{\hat{V}ar \left[T \left(\hat{\Phi}_t \right) \right]}$$

$$\hat{T}_{2U} = T_2 \left(\hat{\Phi}_t \right) + 2.1 \sqrt{\hat{V}ar \left[T \left(\hat{\Phi}_t \right) \right]}$$

Los límites para la probabilidad de supervivencia son:

$$\frac{1}{A_t} \left[1 - \frac{(1-L)^2}{(1+L)^2} \right] < \hat{\Phi}_t > \frac{1}{A_t} \left[1 - \frac{(1-U)^2}{(1+U)^2} \right]$$

donde $L = e^{\hat{T}_{2L}}$, $U = e^{\hat{T}_{2U}}$ y $e = 2.71828...$

6.3 Abundancia relativa

Se obtuvo un índice de abundancia para cada recorrido, así como los promedios mensuales con el objetivo de determinar el avistamiento por esfuerzo de búsqueda.

El índice de abundancia ($E = A/B$) se define como el número de tiburones observados en un día de muestreo dividido entre el tiempo recorrido en estado de búsqueda (tiempo total de cada recorrido menos el tiempo de duración de interacción con cada tiburón). El número de tiburones observados puede estar compuesto por: 1) El número de avistamientos de tiburones diferentes, la cual será llamada la forma para fines científicos; y 2) el número total de avistamientos por día, no importar que un tiburón ya identificado ese día vuelva a ser avistado

varias veces durante el recorrido de búsqueda. Esta última forma se denomina como la de para fines de actividad recreativa.

Al haber avistado algunos tiburones a lo lejos y no haber podido llegar a tiempo para poder identificarlos, se corrió el riesgo de que algunos tiburones hayan sido contabilizados como nuevos avistamientos, sin poder determinar si ya habían sido identificados durante el recorrido o no. Por lo tanto, se estuvo conscientes de que esta situación pudo terminar dando un ligero sesgo hacia arriba en el índice de abundancia estimado.

6.4 Distribución espacial y temporal

Con la ayuda de un Sistema de Información Geográfica se destacó lo siguiente:

- a) La ubicación espacial, dentro de cada zona en la que se ha dividido la bahía (ver figura 5), de todos los avistamientos de la temporada de muestreo.
- b) El seguimiento por intervalo de tiempo de cinco días de los tiburones durante todo el mes de muestreo pico con el fin de determinar su patrón de movimiento.
- c) El desplegar un mapa de avistamientos por intervalo de tiempo de cuatro horas de toda la temporada de muestreo. Estos intervalos de horas representan el principio, intermedio y fin de un recorrido de búsqueda.

7 RESULTADOS

De septiembre a noviembre de 2003 se realizaron diez recorridos de conteos directos, pero sólo de octubre a noviembre se registraron avistamientos de tiburón ballena en un total de ocho recorridos, cuatro por mes. En octubre se utilizó una embarcación tipo *cruisier* mientras que para noviembre se utilizó también una embarcación tipo *zodiac*. En total se realizaron 74 avistamientos, de los cuales 36 corresponden a octubre y 38 a noviembre. Los recorridos de conteos indirectos sólo fueron en octubre con un total de 14 recorridos, de los cuales 11 se realizaron a bordo de una embarcación tipo *cruisier*, dos en un bote de aluminio y uno en un *kayak*; estos recorridos dejaron un total de 83 avistamientos, ver tabla I. El máximo de velocidad del viento en la mayoría de los recorridos, de cualquier tipo, fue de 16 nudos.

En la tercera campaña de muestreo se identificaron 15 tiburones ballena, siendo este el mayor número identificado por campaña de muestreo directo. La cuarta campaña de muestreo fue en la que se identificó el menor número de tiburones con un total de 5, ver figura 5.

La duración de la temporada de tiburón ballena dentro de Bahía de los Ángeles en 2003 fue de principios de octubre a principios de diciembre, según información local (com. per. en línea Dr. Vázquez-Haiki, 2004). Se reportaron avistamientos de individuos fuera de la bahía meses antes de los reportados dentro de ésta. Uno fue en Punta Pescador, 18 de agosto, y otro en Isla Coronado, 23 de agosto.

7.1 Frecuencia de avistamientos

Se lograron identificar un total de 22 tiburones ballena y cabe señalar que en 22.3% de los avistamientos no fue posible identificar al tiburón. Se realizaron fichas técnicas de cada tiburón identificado en las cuales se presentan principalmente los datos de sus señas particulares y una serie de fotografías, ver anexo 4. Los tiburones que presentaron el mayor número de

avistamientos, con un total de 12, fueron el Rt02102003BA02 y el Rt07102003BA06, ver tabla I y figura 6. El tiburón Rt02102003BA02 fue el tiburón con más días de muestreo avistado durante la temporada, con un total de diez días. Cinco tiburones fueron avistados una sola vez durante toda la temporada de muestreo: Rt07102003BA03, Rt08102003BA09, Rt08102003BA10, Rt20102003BA13 y Rt21102003BA16, ver tabla I y figura 7.

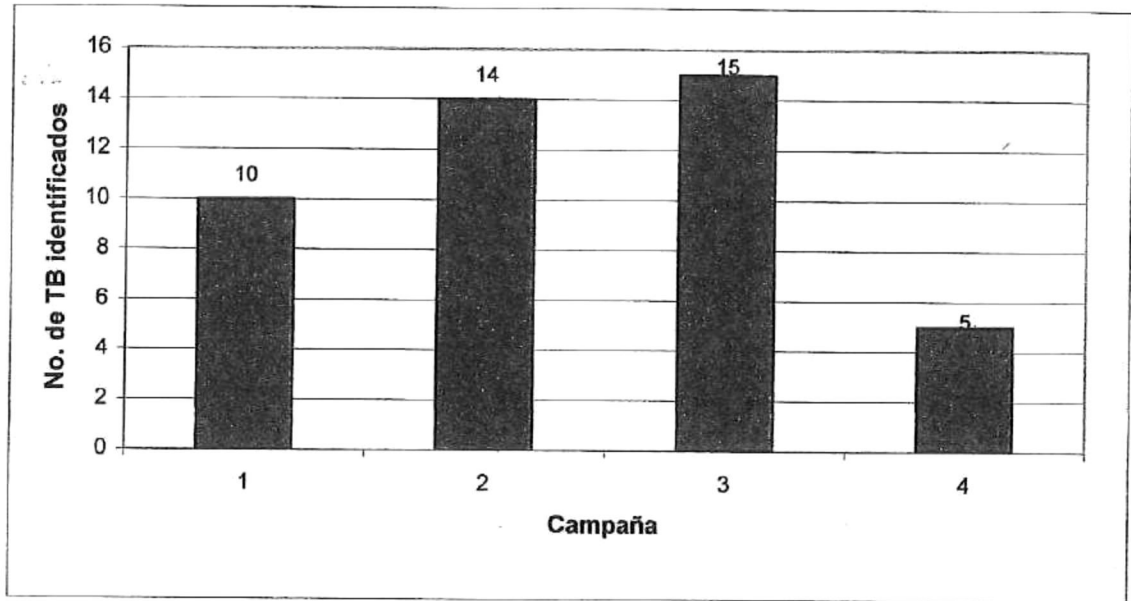


Figura 5. Número de tiburones ballena identificados por campaña de muestreo directa durante la temporada 2003. Campaña 1: del 7 al 8 de octubre; 2: del 20 al 21 de octubre; 3: del 2 al 3 de noviembre; y 4: del 25 al 26 de noviembre.

Tabla I. Avistamientos por tiburón y día de muestreo, y tiempo de búsqueda por recorrido para los muestreos directos. Los muestreos directos se resaltan con un sombreado.

| Clave del tiburón Fecha | Rt07102003BA03 | Rt02102003BA02 | Rt07102003BA06 | Rt07102003BA07 | Rt07102003BA08 | Rt08102003ba09 | Rt08102003BA10 | Rt02102003BA01 | Rt20102003BA12 | Rt20102003BA13 | Rt20102003BA14 | Rt16102003BA11 | Rt21102003BA15 | Rt21102003BA16 | Rt21102003BA17 | Rt02112003BA22 | Rt22102003BA19 | Rt23102003BA20 | Rt28102003BA21 | Rt07102003BA04 | Rt07102003BA05 | Rt22102003BA18 | No identificado | # avistamiento por día | | |
|----------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|------------------------|----|---|
| | 02-Oct-03 | | 1 | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | 2 | |
| 03-Oct-03 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 2 | 2 | |
| 05-Oct-03 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 2 | 2 | |
| 06-Oct-03 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 4 | 4 | |
| 07-Oct-03 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | 1 | | 7 | | |
| 08-Oct-03 | | 1 | | 1 | | 1 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | 5 | |
| 09-Oct-03 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | 1 | |
| 16-Oct-03 | | 1 | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | 1 | 3 | |
| 17-Oct-03 | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | 2 | |
| 18-Oct-03 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 2 | 2 | |
| 19-Oct-03 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 4 | 4 | |
| 20-Oct-03 | | 1 | | 2 | | | | 1 | 1 | 1 | 1 | | | | | | | | | | 1 | 1 | | 2 | 11 | |
| 21-Oct-03 | | | 1 | 1 | | | | | | | | 3 | 2 | 1 | 1 | | | | | | 1 | 1 | | 2 | 13 | |
| 22-Oct-03 | | 1 | 1 | | | | | | | | 1 | | 1 | | | | 1 | | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 9 | |
| 23-Oct-03 | | 1 | | | | | | | | | 3 | 1 | 2 | | | | 2 | 1 | | | | 1 | | 3 | 14 | |
| 24-Oct-03 | | 1 | 1 | 1 | | | | 1 | 1 | | 1 | | | | 1 | | 2 | 1 | | | | 3 | | 1 | 14 | |
| 27-Oct-03 | | | 1 | 2 | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | 1 | 1 | 1 | | 7 | |
| 28-Oct-03 | | | 2 | | | | | | | 1 | 1 | 1 | | | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 13 | |
| 29-Oct-03 | | | 1 | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | 1 | 1 | | | | 4 | |
| 02-Nov-03 | | 3 | 3 | 1 | 1 | | | 1 | 1 | | 1 | 1 | 1 | | 1 | 1 | 1 | 1 | | | | 1 | | 1 | 19 | |
| 03-Nov-03 | | | 1 | | | | | | | | 1 | 2 | 1 | | 1 | | | | 3 | | | | | 4 | 13 | |
| 25-Nov-03 | | | | 1 | | | | | | | | 2 | | | | 1 | | | | | | | | | 4 | 4 |
| 26-Nov-03 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | 1 | 2 |
| No. total de avistamientos | 1 | 12 | 12 | 10 | 2 | 1 | 1 | 4 | 4 | 1 | 9 | 11 | 9 | 1 | 4 | 2 | 7 | 4 | 6 | 7 | 11 | 3 | 35 | | | |
| No. de días avistados | 1 | 10 | 9 | 8 | 2 | 1 | 1 | 4 | 4 | 1 | 7 | 7 | 7 | 1 | 4 | 2 | 4 | 4 | 4 | 7 | 9 | 3 | 18 | | | |

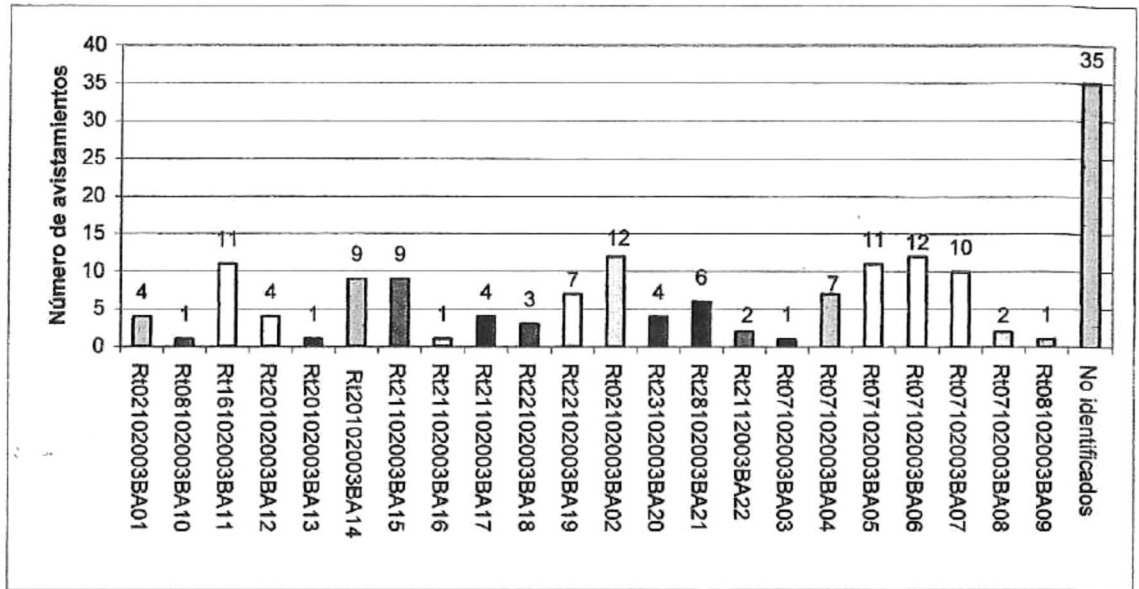


Figura 6. Número de veces que fue avistado cada tiburón ballena.

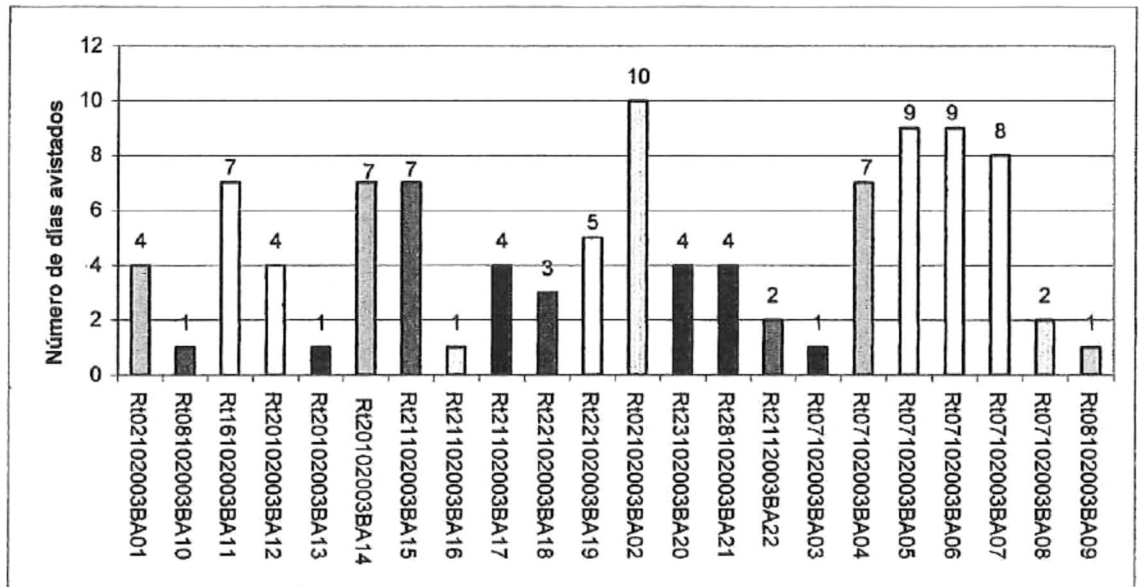


Figura 7. Número de días muestreados que fue avistado cada tiburón.

7.2 Abundancia absoluta

Se realizaron dos tipos de análisis con los datos obtenidos, uno en el que sólo se tomó en cuenta a los tiburones identificados y otro en el que se tomaron en cuenta tanto los tiburones identificados como los no identificados.

En el análisis en el que sólo se tomó en cuenta los tiburones identificados se estimó que justo antes de la segunda campaña de muestreo hubo el mayor número de tiburones dentro de la bahía. La cifra alcanzó los 19.909 tiburones ballena, con un límite inferior de 17.034 tiburones y uno superior de 45.423 tiburones al 95% de confianza, ver tabla II.

En el análisis en el que se tomó en cuenta tanto los tiburones identificados como los no identificados, esto por campaña de muestreo, se estimó que justo antes de la segunda campaña de muestreo hubo el mayor número de tiburones dentro de la bahía. La cifra alcanzó los 14.636 tiburones ballena, con un límite inferior de 13.071 tiburones y uno superior de 30.103 tiburones al 95% de confianza, ver tabla III.

Tabla II. Análisis Jolly – Seber tomando en cuenta sólo los tiburones identificados en las campañas de muestreo y eliminando los no identificados. Ver significado de variables en tabla I del anexo 1. Los límites superior e inferior de \hat{N}_t tienen el 95% de confianza.

| Campaña de muestreo | $\hat{\alpha}_t$ | \hat{M} | \hat{N}_t | $\hat{\Phi}_t$ | \hat{B}_t | $<\hat{N}_t$ | $\hat{N}_t <$ |
|------------------------|------------------|-----------|---------------|----------------|-------------|---------------|---------------|
| 1 | 0.100 | _____ | _____ | 0.697 | 14.636 | _____ | _____ |
| 2 | 0.429 | 6.272 | 14.636 | 0.771 | 3.386 | 13.071 | 30.103 |
| 3 | 0.750 | 11.000 | 14.666 | 0.267 | 0.089 | _____ | _____ |
| 4 | 1.000 | 4.000 | 4.000 | _____ | _____ | _____ | _____ |

Tabla III. Análisis Jolly – Seber tomando en cuenta tanto los tiburones identificados como los no identificados durante las campañas de muestreo. Ver significado de variables en tabla I del anexo 1. Los límites superior e inferior de \hat{N}_i tienen el 95% de confianza.

| Campaña de muestreo | $\hat{\alpha}_i$ | \hat{M}_i | \hat{N}_i | $\hat{\Phi}_i$ | \hat{B}_i | $<\hat{N}_i$ | $\hat{N}_i <$ |
|---------------------|------------------|-------------|---------------|----------------|-------------|---------------|---------------|
| 1 | 0.091 | — | — | 0.664 | 19.909 | — | — |
| 2 | 0.333 | 6.636 | 19.909 | 0.590 | 7.499 | 17.034 | 45.423 |
| 3 | 0.571 | 11.000 | 19.250 | 0.200 | 0.950 | — | — |
| 4 | 0.833 | 4.000 | 4.800 | — | — | — | — |

7.3 Abundancia relativa

Para los fines científicos se obtuvo que en promedio el mes de octubre presentó el mayor índice de abundancia relativa: 2.4 tiburones por hora, ver tabla IV. La tercera campaña de muestreo directa presentó el mayor índice de abundancia relativa (3.62 tiburones por hora), mientras que la cuarta campaña de muestreo directa presentó el menor índice (0.61 tiburones por hora), ver figura 8.

Para fines de actividad recreativa se obtuvo que en promedio el mes de octubre también es el mes con el mayor índice de abundancia relativa: 2.7 tiburones por hora, ver tabla V. La tercera campaña de muestreo directa presentó el mayor índice de abundancia relativa (4.64 tiburones por hora), mientras que la cuarta campaña de muestreo directa presentó el menor índice (0.61 tiburones por hora), ver figura 9.

Tabla IV. Índices de abundancia relativa por mes. El promedio mensual viene de tomar en cuenta el número de tiburones ballena identificados por día de muestreo directo entre el tiempo de búsqueda, se refiere a la forma para fines científicos.

| Mes | Promedio mensual del no. de TB | Promedio mensual del tiempo de búsqueda (horas) | Abundancia relativa (tiburones ballena por hora) |
|-----------|--------------------------------|---|--|
| Octubre | 8.00 | 3.34 | 2.40 |
| Noviembre | 7.75 | 4.12 | 1.88 |

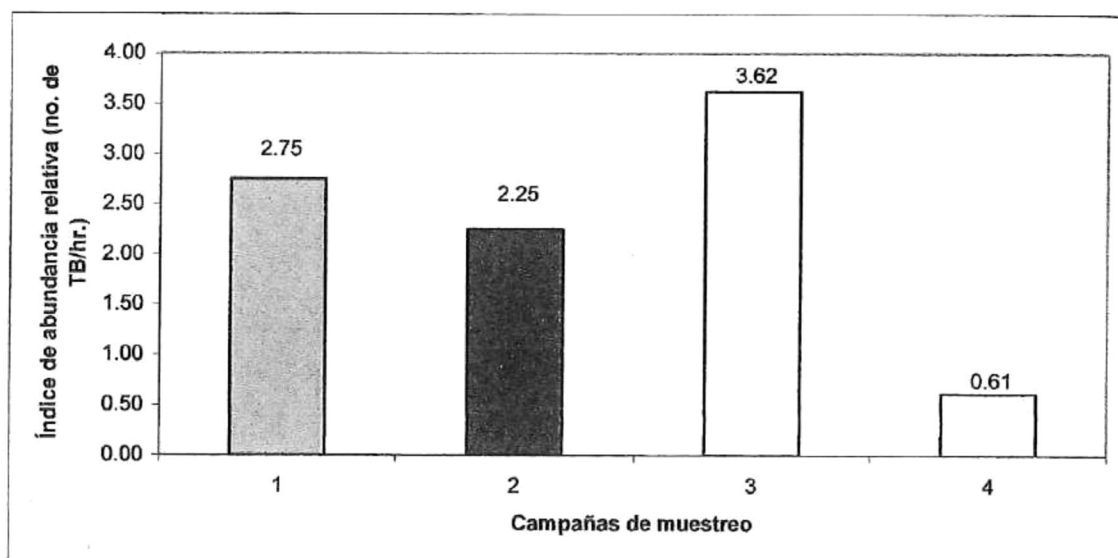


Figura 8. Promedio de esfuerzo de búsqueda para fines científicos de cada campaña de muestreo directa, aquí se tomó en cuenta sólo el número de tiburones ballena identificados por día de campaña de muestreo directa y su tiempo de búsqueda.

Tabla V. Índices de abundancia relativa por mes. El promedio mensual viene de tomar en cuenta el total de avistamientos de tiburones ballena por día de muestreo directo entre el tiempo de búsqueda, se refiere a la forma para fines de actividad recreativa.

| Mes | Promedio mensual del no. de TB | Promedio mensual del tiempo de búsqueda (horas) | Abundancia relativa (tiburones ballena por hora) |
|-----------|--------------------------------|---|--|
| Octubre | 9.00 | 3.34 | 2.70 |
| Noviembre | 9.50 | 4.12 | 2.31 |

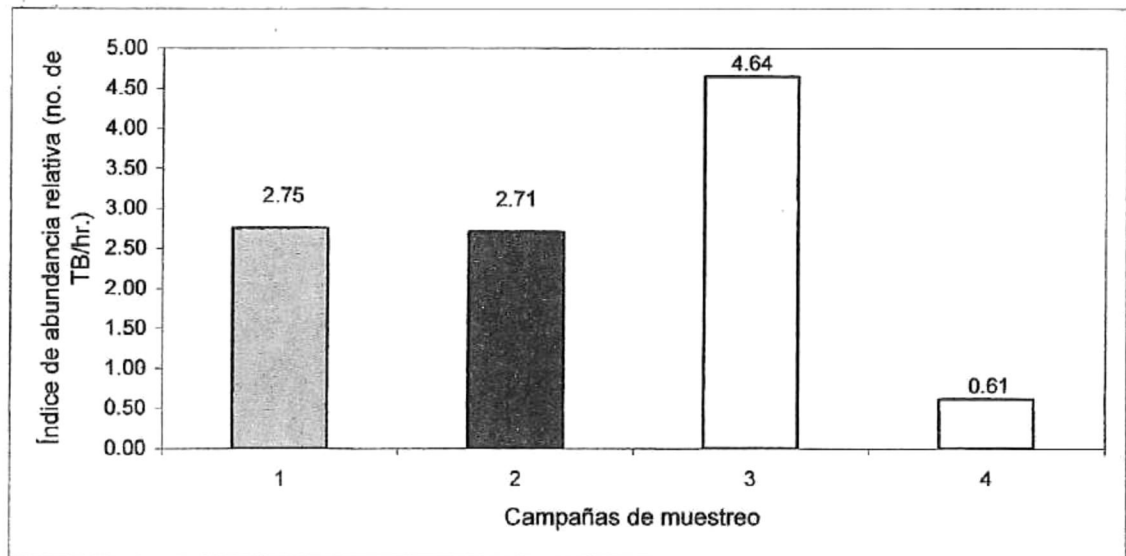


Figura 9. Promedio de esfuerzo de búsqueda para fines de actividad recreativa de cada campaña de muestreo directa, para este promedio se tomó en cuenta el total de avistamientos de tiburones ballena por día de campaña de muestreo directa y su tiempo de búsqueda.

7.4 Distribución espacial y temporal

Los resultados muestran que la distribución espacial de los avistamientos de tiburón ballena en Bahía de los Ángeles no fue homogénea. Se observa que la mayoría de los avistamientos cayeron dentro de la zona 1 y antes de la isóbata de los 20m, pero también se observa que algunos avistamientos del mes de octubre fueron realizados en la zona 2, principalmente frente

al pueblo. En octubre se realizó un mayor número de avistamientos, ver figura 10 y 11 del anexo 3.

La distribución de los tiburones a lo largo del mes de octubre de 2003 presenta variantes conforme transcurría el mes. Del primero día al quinto día del mes, se observaron los avistamientos muy dispersos dentro de la zona 1, principalmente entre los diez y 25m de profundidad; del sexto al décimo día del mes, también estuvieron algo dispersos dentro de la zona 1, pero a profundidades menores de los diez metros y 20m; los siguientes cinco días, del 11 al 15 de octubre, no se presentaron avistamientos; del 16 al 20 de octubre, se pudo ver como la mayoría migraron a la zona 3, frente al pueblo entre una profundidad menor de diez metros y una no mayor de 30m; alrededor del 21 y 25 de octubre, se observaron en la parte sur de la zona 1, pero más hacia El Rincón; y para los últimos cinco días del mes, se observaron en la misma zona 1, pero más hacia la parte suroeste de la zona, ver figuras de la 12 a la 15 del anexo 3.

La mayoría de los avistamientos se dieron entre las diez de la mañana y una de la tarde, entre los 10 y 20m de profundidad. El menor número de avistamientos se dio entre las siete y diez de la mañana, de los cuales la mayoría fueron antes de los 20m de profundidad, ver figura 16 del anexo 3.

8 DISCUSIONES

Los resultados de esta tesis serán comparados con los presentados por Enríquez-Andrade *et al.* (2003) para las pasadas dos temporadas de 2001 y 2002, dándole así un seguimiento al comportamiento de los avistamientos de tiburones ballena dentro de Bahía de los Ángeles, año con año.

La temporada analizada presentó una duración muy diferente a las dos anteriores, 2001 y 2002. Tardaron más meses en llegar los tiburones a la bahía que años anteriores, los primeros registros de avistamientos fueron reportados a principios de octubre (tabla I) y los últimos a finales de noviembre, y según información local de Bahía de los Ángeles, de los prestadores de servicios, no se presentaron más avistamientos fuera de lo registrado durante los muestreos. En 2001 los tiburones llegaron en julio y se fueron a principios de diciembre, mientras que para 2002, llegaron en junio y se fueron a finales de septiembre. Nunca antes de la temporada 2003, según información local de Bahía de los Ángeles, se habían tardado tanto en llegar los tiburones a la bahía, por lo que se creyó que para 2003 ya no iban a llegar los tiburones. Las especulaciones para el retraso de la temporada fueron varias, entre ellas se mencionaron: cambios climáticos debidos al fenómeno El Niño que pudieran alterar las rutas de migración del tiburón ballena; otorgamiento de permiso a los pescadores para la colocación de redes para la pesca de tiburón, en los canales fuera de la bahía; y el acoso de los turistas y prestadores de servicio para con los tiburones ballena. Hasta la fecha, no se podría afirmar rotundamente que algunas de estas especulaciones, la combinación de ellas o alguna otra, fuera la causa del retraso de la temporada 2003.

8.1 Frecuencia de avistamientos

Del total de 157 avistamientos que se realizaron en la temporada 2003 fue posible identificar al tiburón en 77.7% de los mismos. Ahora bien, si sólo se toman en cuenta los 74 avistamientos realizados en las campañas de muestreo directas se puede decir que se logró identificar a los tiburones en 85.14% de los casos, es decir que se pudo identificar al tiburón en 63 avistamientos, ver tabla I. Se observa entonces que el porcentaje de avistamientos identificados en las campañas de muestreo directas es ligeramente mayor que el obtenido para el muestreo total, muestreos directos más indirectos. Esto se puede atribuir a que en los muestreos indirectos no se realizaron tomas de fotos submarinas, y en muy pocos avistamientos se tomaron fotos desde fuera del agua, lo que hizo imposible identificar al tiburón o tener pruebas palpables de que en realidad el tiburón identificado era el correcto. Mientras que la mayoría de los avistamientos de las campañas de muestreo directas, se tomaron fotos submarinas y desde fuera del agua, lo que hizo posible identificar al tiburón en todo momento, ya que si no se lograba identificarlo *in situ*, se lograba identificarlo en el laboratorio al hacer comparaciones de las fotos tomadas en el muestreo que se estaba analizando con fotos de muestreos anteriores; por lo tanto, sólo no se pudo identificar a los tiburones cuando estos fueron observados de lejos y no se logró llegar a tiempo al sitio exacto donde se encontraba el tiburón para fotografiarlo u observarlo con calma para identificarlo

Se cree que se identificaron casi a todos los tiburones que se congregaron en la bahía. Esto porque todos los tiburones identificados, menos uno (Rt02112003BA22), fueron observados-identificados antes del 28 de octubre, teniendo el máximo de identificaciones de tiburones nuevos del 2 al 8 de octubre, con un número de diez tiburones identificados; el número de tiburones nuevos identificados fue disminuyendo, del 9 al 21 de octubre se identificaron a otros siete tiburones y por último, del 22 de octubre al 2 de noviembre se identificaron sólo a cinco

tiburones más. Del 3 al 26 de noviembre ya no se identificaron más tiburones nuevos aunque si continuó habiendo avistamientos, ver tabla I. Como el número de avistamiento nuevos decreció conforme pasó la temporada de muestreo 2003 y, al mismo tiempo, el número total de avistamientos fue en aumento, nos hace suponer que ya se habían registrado o muestreado a la mayoría de los tiburones que entraron a la bahía durante esa temporada.

Enríquez-Andrade (2003) reportó que en la temporada de 2001 se realizaron 105 avistamientos y se identificaron un total de 10 tiburones ballena, mientras que en 2002 se realizaron 20 avistamientos y se identificaron un total de 4 tiburones. Esto deja a la temporada 2003 como la temporada de muestreo con el mayor número de avistamientos y tiburones identificados hasta ahora a pesar de haber empezado tarde.

8.2 *Abundancia absoluta*

Este análisis fue realizado sólo con los datos obtenidos durante las cuatro campañas de muestreo directas. Cuando se mencione la frase “durante toda la campaña de muestreo”, se referirá en este caso a las campañas de muestreo directas más las indirectas.

La razón por la que se decidió hacer dos tipos de análisis de los datos obtenidos en campo fue porque los avistamientos en los que no se logró identificar al tiburón fue por haber avistado al tiburón a lo lejos y no haber podido llegar a tiempo al sitio donde se encontraba el tiburón, antes de que desapareciera, para poderlo identificar. Al no poder estar seguros de que el avistamiento no identificado correspondía a un nuevo tiburón dentro de la bahía, o a un tiburón ya identificado anteriormente durante esta temporada, se creyó podrían generarse diferentes resultados si se analizaban los datos con todos los avistamientos (identificados más no identificados) durante cada campaña de muestreo que con sólo los identificados.

Se cree que las estimaciones obtenidas para cuando se utilizaron todos los avistamientos muestran más la realidad de lo observado durante el trabajo en campo. Se sabe que en total, durante toda la temporada de muestreo, entraron a la bahía 22 tiburones diferentes y que tan sólo entre la primera y segunda campaña de muestreo, se identificaron a 17 de los 22 tiburones que se lograron identificar en total. Esto muestra que los 20 tiburones que hubo justo antes de la segunda campaña de muestreo según Jolly-Seber, expresan más la realidad de lo sucedido en el campo que lo que muestra la estimación realizada a partir de sólo tomar en cuenta los avistamientos identificados en cada campaña de muestreo.

Si se analiza más a detalle la tabla I se observa que 5 de los 22 tiburones identificados fueron observados en al menos tres de las campañas de muestreo y otros 9 tiburones en al menos 2 de las campañas de muestreo. Además, la mayoría de los tiburones que se observaron en al menos dos campañas de muestreo fueron observados principalmente en la segunda y tercer campaña. Esta información concuerda con el patrón observado en la tabla II, en la cual se muestra que justo antes de la campaña de muestreo 2 se estimó había 20 tiburones dentro de la bahía y para la tercera campaña se estimó había 19 tiburones.

Una razón para pensar que los análisis realizados con el método de Jolly-Seber proporcionaron estimaciones exactas es que el número de tiburones uniéndose a la congregación durante cada campaña de muestreo fue disminuyendo conforme se fueron realizando estas campañas. Este patrón se observa en los dos tipos de análisis que fueron realizados para esta tesis, ver tablas II y III.

Según Enríquez-Andrade *et al.* (2003), en 2001 se estimó que en algún momento de la temporada el tamaño de la congregación llegó a ser de 16 tiburones y en 2002, llegó a ser de 12. Como se observa, la temporada 2003 llegó a tener una congregación más grande que las que se presentaron en las pasadas dos temporadas. Esto indica fluctuaciones importantes en

el tamaño de las congregaciones de una temporada a otra. Los motivos de dichas fluctuaciones son desconocidos.

8.3 Abundancia relativa

Los dos tipos de índices de abundancia relativa obtenidos para este estudio, el de para fines científicos y el de para fines de actividad recreativa, indicaron que octubre de 2003 presentó el mayor índice de abundancia, ver tablas IV y V. A su vez, también indicaron que en la tercera campaña de muestreo directa se obtuvo el mayor índice de abundancia de toda la temporada de muestreo y, que en la cuarta campaña de muestreo directa se obtuvo el menor índice de abundancia, ver figuras 8 y 9. La diferencia que se observó entre los dos tipos de índices obtenidos fue que el de actividad recreativa siempre presentó magnitudes mayores. La razón es que para el de actividad recreativa se utilizó el número total de avistamientos realizados por día, sin importar que un mismo tiburón haya sido avistado más de una vez durante el recorrido de búsqueda, mientras que para el de tipo científico sólo se tomó en cuenta el número de tiburones identificados durante el día, sin repetición de avistamiento. Esto provocó que el de actividad recreativa tuviera un mayor número de avistamientos por el tiempo de búsqueda y así, este índice fuera mayor.

La razón por la que se decidió obtener el índice de abundancia de actividad recreativa fue porque se cree que es necesario saber cuantos tiburones ballena por hora puede un prestador de servicios de Bahía de los Ángeles encontrarse durante cada recorrido que proporcione a los turistas ya que, al fin y al cabo, para ellos no es importante si el tiburón que se está avistando es el mismo o no.

Según Enríquez-Andrade (2003) en la temporada de muestreo 2001, el mes de noviembre presentó el mayor índice de abundancia (1.12 tiburones por hora), mientras que julio presentó el de menor (0.14 tiburones por hora). En la de 2002, el mes de agosto presentó el índice de mayor

abundancia (0.46 tiburones por hora) y el de octubre presentó el de menor (0 tiburones por hora). Los índices obtenidos para estas dos temporadas de muestreo son del tipo científico.

Como se puede observar, la temporada de muestreo 2003 es la temporada que hasta ahora ha presentado los mayores índices de abundancia. Algunos comentarios entre los colaboradores del proyecto “Conservación y Aprovechamiento Sustentable del Tiburón Ballena a Través del Ecoturismo en Bahía de los Ángeles, Baja California”, es que visualmente durante los recorridos de búsqueda de las tres temporadas de muestreo realizadas, la de 2003 definitivamente fue en la que se veían en el campo más tiburones ballena, aún teniendo en cuenta que los recorridos durante las tres temporadas no se realizaron en el mismo tipo de embarcación, cuestión que pudiera haber ayudado en la búsqueda de los tiburones, durante las temporadas 2001 y 2002 se utilizó una embarcación tipo zodiac y para la 2003 se utilizó, principalmente, una tipo crusier.

8.4 Distribución espacial y temporal

La distribución espacial heterogénea que presentaron los tiburones ballena en la temporada de muestreo 2003 confirma lo sucedido en las dos temporadas anteriores, 2001 y 2002 (Enríquez-Andrade, 2003). Definitivamente los tiburones ballena no se congregan en un solo punto de la bahía, si no que se mantienen en constante movimiento cada día y durante toda la temporada de avistamientos. García-García (2002) determinó que en el sitio de cada avistamiento se encontraba gran concentración de zooplancton y al mismo tiempo, en las áreas donde no había tiburones, la concentración de zooplancton disminuía indicando así que los tiburones se estaban alimentando en el momento del avistamiento. Ésta podría ser la razón más importante para que la distribución de los tiburones ballena dentro de la bahía no sea homogénea, ya que constantemente están buscando alimento por toda ella, principalmente en la parte sur (zona 1).

La mayoría de los avistamientos se distribuyeron dentro de la zona 1 y un poco antes de la isóbata de los 20m. Esta distribución se asemeja a lo reportado para las pasadas dos temporadas de muestreo, 2001 y 2002. Sin embargo, la única diferencia es que en 2001 y 2002 los avistamientos se hicieron más pegados a la costa, alrededor de la isóbata de los diez metros. En la zona 1 se localiza un pequeño estero conocido como La Mona (figura 3), el cual puede ser uno de los principales generadores de alimento que consumen los tiburones ballena dentro de la bahía. A su vez, Delgadillo-Hinojosa (1992) reportó que Bahía de los Ángeles se ubica entre los ecosistemas más productivos del mundo, lo que asevera la idea de que el estero sea una de las principales fuentes de productividad para la bahía. Por otra parte, el canal de Ballenas, que se localiza un poco al norte de Bahía de los Ángeles, es una zona de alta productividad según Millán-Núñez (1991). De acuerdo a lo anterior, la productividad presente dentro de la bahía durante la época de otoño puede ser producto de uno de los dos factores mencionados anteriormente o incluso de los dos juntos. Otra de las razones de la distribución puede ser explicada si se toma en cuenta lo reportado por Amador-Buenrostro *et al.* (1991) para esta época del año, donde muestra que la circulación de la bahía se mueve de la parte norte de la bahía hacia la parte sur, presentando dos giros ciclónicos, uno en la parte norte (Punta La Gringa) y otro en la parte central-costera (frente al poblado). Es decir, tanto las dos fuentes de alimento como el patrón de circulación para el otoño pueden ser las repuestas para que los tiburones ballena permanezcan principalmente dentro de la zona 1.

Siguiendo con los supuestos de que las posibles fuentes de alimento para el tiburón ballena son el estero La Mona y el canal de Ballenas y, que además, la circulación dentro de la bahía corre de la parte norte hacia la parte sur, se puede explicar el patrón de los avistamientos observados a lo largo de octubre, mes pico de la temporada de muestreo 2003 (anexo 3, figura 10). Este patrón es más fácil de seguir al anidar los avistamientos en intervalos de tiempo de

cinco días (anexo 3, figuras de la 12 a la 15). Básicamente se puede observar como en los primeros diez días del mes los avistamientos se mantuvieron en la zona 1; del 16 al 20 de octubre se dispersan tanto en la zona 1 como en la 3, principalmente en esta última; del 21 al 25 sólo en la zona 1; y por último, del 26 al 30 de octubre, se observaron principalmente en la zona 1 y en menor cantidad se presentaron en la zona 3. Planteado el escenario, se cree que la circulación juega un papel muy importante en el movimiento del alimento para el tiburón: si su fuente de alimento a principios de octubre fue el canal de Ballenas, eso explicaría que este alimento se quedara acumulado frente al pueblo, tomando en cuenta el giro ciclónico en esa zona que Amador-Buenrostro *et al.* (1991) observaron, y que conforme transcurrieron los días se moviera este alimento hacia la parte sur de la bahía (zona 1). Cabe mencionar que todo esto es una simple especulación y que se requieren más estudios para verificarlo.

García-García (2002) menciona que en las temporadas de muestreo 2001 y 2002 del tiburón ballena en Bahía de los Ángeles, la mayoría de los avistamientos sucedieron entre las ocho y diez de la mañana, lo que se atribuiría a una posible migración nictimeral del zooplancton. La temporada de muestreo 2003 es diferente a las dos anteriores ya que la mayoría de los avistamientos se dieron entre las diez de la mañana y una de la tarde, aunque los otros dos intervalos de tiempo, el de siete a diez de la mañana y el de una a cinco de la tarde, no varían mucho entre uno y otro con respecto a su frecuencia de avistamientos. Este máximo de avistamientos, entre las diez de la mañana y la una de la tarde, no concuerda en absoluto con la migración nictimeral del zooplancton, ya que contradice lo que sucede durante esta migración. En la migración nictimeral del zooplancton los microorganismos se mueven verticalmente en contra de la fuente de luz, en este caso el sol; en pocas palabras, se trasladan de un medio de alta irradiancia a uno de menor, el cual serían aguas más profundas donde penetra menos luz. Puede haber dos causas por las que no se dio la migración nictimeral dentro de las zonas de los

avistamientos: una es que los avistamientos se dieron en zonas relativamente someras (< 20m de profundidad), por lo que esta profundidad pudiera no ser significativamente suficiente como para que haya cambios drásticos en la cantidad de luz penetrante y haga migrar verticalmente al zooplancton; la otra causa pudiera ser el viento, que durante esta época del año presenta altas velocidades y proviene del oeste; provocando que la columna de agua se mezcle y así el zooplancton se distribuya a lo largo de toda ella. Estas pudieran ser las causas de que los avistamientos de tiburón ballena se dieran principalmente entre las diez de la mañana y una de la tarde en 2003.

Delgadillo-Hinojosa (1992) menciona que a velocidades de 10m/s se puede llegar a mezclar la columna de agua. El máximo de velocidad determinado durante los avistamientos de 2003 fue de fuerza 4 en escala de Beaufort, equivalente a 8.23m/s; esta velocidad del viento es menor a la mencionada para que se llegue a mezclar la columna de agua, pero también hay que mencionar que el máximo de velocidad que se reportó durante los muestreos de 2003 no fue el máximo que se pudo haber presentado durante todo el día, en el cual, se realizó el recorrido de muestreo. En realidad este valor fue tomado al momento final del recorrido, cuando las condiciones de viento hicieron más difícil continuar con la navegación, y no se determinó la fuerza máxima de escala de Beaufort que se presentó durante el día. En pocas palabras, la velocidad del viento llegó a ser mayor, sólo que no fue registrada en los datos de campo porque ya no se encontraba en tiempo de búsqueda de tiburones.

9 CONCLUSIONES

- Bahía de los Ángeles si es un hábitat estacional de tiburón ballena ya que la temporada de avistamientos 2003 duró sólo dos meses, de principios de octubre a finales de noviembre.
- Esta temporada de avistamientos tuvo una duración muy corta con respecto a las dos temporadas muestreadas anteriormente, 2001 y 2002, las cuales fueron de más de cinco meses.
- La congregación 2003 de *Rhincodon typus* sobrepasó las dos decenas de individuos, siendo 22 el número de tiburones fotoidentificados este año.
- Se estimó que fue justo antes de la segunda campaña de muestreo directa el momento en el que se encontraba el mayor número de tiburones ballena congregados dentro de Bahía de los Ángeles.
- El mayor número de tiburones ballena congregados al mismo tiempo dentro de la bahía fue de 20, con un límite inferior de 17 y uno superior de 45 tiburones, al 95% de confianza.
- El mes de octubre fue el que presentó la mayor abundancia relativa promedio con 2.4 tiburones por hora, para fines científicos, ó 2.7 tiburones por hora, para fines de actividad recreativa.
- La distribución espacial que presentaron los tiburones ballena durante toda la temporada de muestreo 2003 fue heterogénea, principalmente dentro de la zona 1.

10 REFERENCIAS

- Acosta-Reyes, N. I. I. (1989). Estudio bacteriológico en agua de mar al norte de Bahía de los Ángeles, Golfo de California, México. Tesis de Licenciatura, F.C.M., Oceanología. 54 pp.
- Amador-Buenrostro, A., S. J. Serrano-Guzmán y M. L. Argote-Espinoza. (1991). *Modelado Numérico de la Circulación inducida por el Viento en Bahía de los Ángeles, B.C., México*. Revista de Ciencias Marinas, 17(3): 39-57.
- Danemann, G. D. (2002). *Participación Local en la Administración Pesquera*. Tesis Doctoral en Ciencias en Oceanografía Costera, F.C.M, Instituto de Investigaciones Oceanológicas, Ensenada, B. C. 240 PP.
- Délgadillo-Hinojosa, F. (1992). *Productividad orgánica primaria y su relación con las variables ambientales de Bahía de los Ángeles, B. C.* Tesis de Maestría, F. C. M., Universidad Autónoma de Baja California. 59 pp.
- Durand-Sarmiento, L. F. (1989). *Variabilidad temporal de nitratos, nitritos y amonio en la ensenada norte de Bahía de los Ángeles, B. C. En condiciones de invierno*. Tesis de Licenciatura, F. C. M., Universidad Autónoma de Baja California. 40 pp.
- Clark, E. y D. Doubilet. (1992). *Gentle monster of the deep, whale sharks*. National Geographic, 182(6):123-139.
- Colman, J. (1997). *Whale Shark Interaction Management, with particular reference to Ningaloo Marine Park*. Department of Conservation and Land Management, W.A. 63 pp.
- Eckert, S. A. y 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 Fisheries, 60:299-308.
- Enríquez-Andrade, R., N. Rodríguez-Dowdell, A. Zavala-González, N. Cárdenas-Torres, A. Vázquez-Haikin y C. Godínez-Reyes. (2003). *Conservación y Aprovechamiento Sustentable del Tiburón Ballena a Través del Ecoturismo en Bahía de los Ángeles, Baja California*. Informe técnico, U.A.B.C., Dirección Regional en Baja California del Área de Protección de Flora y Fauna-Islas del Golfo de California. 100 pp.
- Fowler, S. L. (2000). *Whale shark Rincodon typus: policy and research scoping study*. Report to WWF, Wildaid and the Shark Trust from the Nature Conservation Bureau, UK (en línea). Disponible en <http://www.naturebureau.com.uk/whaleshark/>
- García-García, B. M. (2002). *Relación entre la biomasa zooplántica y los avistamientos de tiburón ballena (Rincondon typus; Smith, 1828) en Bahía de los Ángeles, B.C. México*.

- Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias Marinas, Universidad Autónoma de Baja California. Ensenada, Baja California. 50 pp.
- Hurtado-Figueroa, L. M. (1988). *Cultivo del Alga Roja Eucheuma uncinatum (Setch & Gard) Dawsib eb Bahía de los Ángeles y Bahía de Todos Santos, Baja California*. Tesis de Licenciatura, F.C.M., Oceanología. 33 pp.
- Krebs, Ch. J. (1999). *Ecological Methodology*. 2da. ed. Ed. Addison-Wesley Longman, E.U.A. 620 pp.
- Kukuyev, E. I. (1996). The New Finds in Recently Born Individuals of the Whale Shark Rhincodon typus (Rhinodontidae) in the Atlantic Ocean. *Journal of Ichthyology*, 36(2): 203-205.
- Millán-Núñez, E. (1991). *Distribución espacial del fitoplancton en la parte norte del Golfo de California*. *Revista de Ciencias Marinas*, 18(2): 101-117.
- Nelson, J. D. y S. A. Eckert. (2000). *Local habitat distribution and utilization of whale shark (Rhincodon typus) within Bahía de los Angeles, B.C.N., Mexico*. *American Elasmobranch Society Annual Meeting; Appendix 2. Abstracts and Notes: AES Whale Shark Symposium*.
- Norman, B. M. (1999). *Aspects of the biology and ecotourism industry of the whale shark Rhincodon typus in northwestern Australia*. M. Phil. Thesis, Murdoch University, Western Australia.
- Taylor, J. G. (1996). *Seasonal Occurrence, Distribution and Movements of the Whale Shark, Rhincodon typus, at Ningaloo Reef, Western Australia*. School of Biological and Environmental Sciences, Murdoch, WA 6150, Australia. *Mar. Freshwater Res*, 47:637-642.
- Wolfson, F. H. (1986). *Occurrences of the Whale Shark, Rhincodon typus Smith*. Hubbs Marine Research Institute, San Diego, California, U.S.A. p. 208-226.
- Yuan, L. (2002). *Consideration of Proposals for Amendment of Appendices I and II*. (en línea) Disponible en

11 COMUNICACIÓN PERSONAL

Enríquez-Andrade, R. Doctor en Economía de Recursos Naturales. Facultad de Ciencias Marinas. 27 de Agosto de 2003.

12 COMUNICACIÓN PERSONAL EN LÍNEA

Vázquez-Haiki, A <gecko@yahoo.com>. Intercambio de mensajes electrónicos. Abril 2004.

ANEXO 1. SIGNIFICADO DE VARIABLES UTILIZADAS EN EL ANÁLISIS ESTADÍSTICO.

En la tabla I se presentan las variables utilizadas para resolver el inciso (a) de los objetivos específicos. Todas las variables definidas en esta tabla son cuantificables en una escala racional. En la tabla II se presentan las variables que se utilizarán para resolver el objetivo específico (b), el cual propone estimar espacial y temporalmente la abundancia relativa del tiburón ballena. Al igual que en la primera tabla las variables que se enumeran en la Tabla II son racionales. En la tabla III se presenta la Escala de Beaufort (), que es una escala relativa de las condiciones del mar que se utilizan para determinar la velocidad del viento (escala con variables de tipo ordinal).

Tabla VI. Significado de las variables utilizadas según el Método de Jolly-Seber (adaptados para identificación visual y fotoidentificación) y de la estimación de los límites de confianza, ver Krebs (1999).

| Variable | Definición |
|------------------|---|
| m_t | Número de tiburones previamente identificados en la campaña de muestreo t |
| u_t | Número de tiburones observados en la campaña de muestreo t que no habían sido identificados anteriormente |
| n_t | Número total de tiburones observados en la campaña de muestreo t , incluyen tiburones previamente identificados y tiburones identificados por primera ocasión |
| s_t | Número total de tiburones observados en la campaña de muestreo t , para esta tesis en específico $n_t = s_t$ |
| m_{rt} | Número de tiburones observados en la campaña de muestreo t y observados por última vez en la campaña de muestreo r |
| R_t | Número de tiburones s_t observados en la campaña de muestreo t y observados de nuevo en algún muestreo posterior |
| Z_t | Número de tiburones observados antes de la campaña de muestreo t , no observados en la campaña de muestreo t , pero observados en alguna otra campaña de muestreo después de la campaña de muestreo t |
| $\hat{\alpha}_t$ | Proporción de tiburones observados-identificados |
| \hat{M}_t | Tamaño estimado de la población de tiburones observada-identificada antes de la campaña de muestreo t |

Continuación de la tabla VI...

| Variable | Definición |
|--------------------------------|---|
| \hat{N}_t | Tamaño de la población estimada de tiburones justo antes de la campaña de muestreo t |
| $T_1(\hat{N}_t)$ | Transformada de la estimación de N_t |
| $\hat{Var}[T_1(\hat{N}_t)]$ | Varianza de $T_1(\hat{N}_t)$ |
| T_{1L} | Límite de confianza inferior de T_1 |
| T_{1U} | Límite de confianza superior de T_1 |
| $\hat{\Phi}_t$ | Probabilidad de sobrevivencia de los tiburones de la campaña de muestreo t a la de $t+1$ |
| \hat{B}_t | Número de tiburones uniéndose a la congregación entre la campaña de muestreo t y la de $t+1$, además siguen vivos al momento de la campaña de muestreo $t+1$ |
| $\hat{\lambda}_t$ | Tasa de dilución de tiburones de la campaña de muestreo t a la de $t+1$ |
| $T_2(\hat{\Phi}_t)$ | Transformada de la estimación $\hat{\Phi}_t$ |
| $\hat{Var}[T_2(\hat{\Phi}_t)]$ | Varianza de la transformada de la estimación |
| L | $e^{T_{1L}}$ |
| U | $e^{T_{1U}}$ |
| e | 2.71828.....(base del logaritmo natural) |

Tabla VII. Variables utilizadas para la obtención del índice de abundancia relativa (avistamiento por unidad de esfuerzo).

| Variable | Significado |
|----------|--|
| P | Posición dada por el GPS al inicio de cada avistamiento y consta de Latitud y Longitud |
| B | Tiempo de búsqueda |
| A | Número de avistamientos de diferentes tiburones ballena en cada recorrido |
| E | Índice de abundancia = $\frac{A}{B}$ |

Tabla VIII. Escala de Beaufort, es una escala relativa de las condiciones del mar que se utilizan para determinar la velocidad del viento. (Escala de variables de tipo ordinal)

| 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 2. TABLA DEL MÉTODO B UTILIZADA EN EL ANÁLISIS DE JOLLY-SEBER.

Se presenta el ejemplo de la tabla del Método B que utiliza Jolly-Seber (Krebs, 1999) y que a su vez fue utilizada para analizar la abundancia absoluta propuesta en el inciso (a) de los objetivos específicos. No se debe olvidar que para la realización de esta tabla siempre se tuvo en cuenta cuando fue la última vez que se capturó al individuo en estudio.

Tabla IX. Ejemplo de una tabla del método B: datos de marcados-recapturados de series de 11 muestras de la población de *Microtus pennsylvanicus* en el suroeste del Yukon.

| Tiempo de la última captura | Tiempo de captura | | | | | | | | | | |
|---|-------------------|----|----|----|----|-----|-----|----|----|----|----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| 1 | | 15 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | | | 15 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 3 | | | | 37 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 4 | | | | | 61 | 4 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 5 | | | | | | 75 | 3 | 2 | 0 | 0 | 0 |
| 6 | | | | | | | 77 | 4 | 0 | 0 | 0 |
| 7 | | | | | | | | 69 | 0 | 0 | 0 |
| 8 | | | | | | | | | 8 | 1 | 0 |
| 9 | | | | | | | | | | 14 | 0 |
| 10 | | | | | | | | | | | 19 |
| No. total de identificados (m_t) | 0 | 15 | 16 | 37 | 64 | 79 | 81 | 76 | 8 | 15 | 19 |
| No. total de no identificados (u_t) | 22 | 26 | 32 | 45 | 25 | 22 | 26 | 15 | 11 | 12 | 3 |
| No. total de capturados (n_t) | 22 | 41 | 48 | 82 | 89 | 101 | 107 | 91 | 19 | 27 | 22 |
| No. total de liberados (s_t) | 21 | 41 | 46 | 82 | 88 | 99 | 106 | 90 | 19 | 26 | 22 |

Nota: cada muestreo fue de dos días y entre cada muestreo hubo, por lo general, dos semanas.

ANEXO 3. MAPAS DE DISTRIBUCIÓN ESPACIAL Y TEMPORAL.

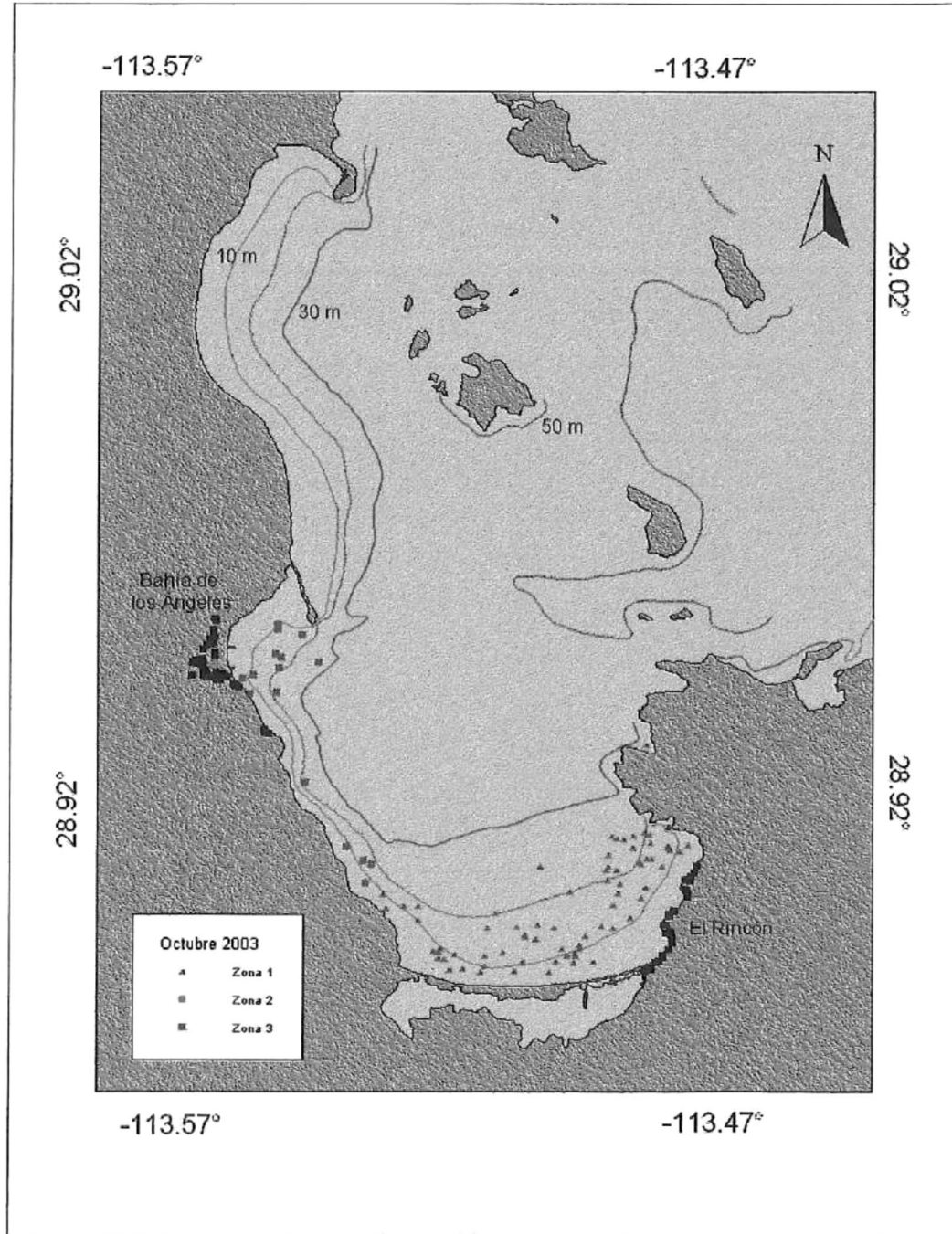


Figura 10. Distribución espacial de los avistamientos durante el mes pico, octubre.

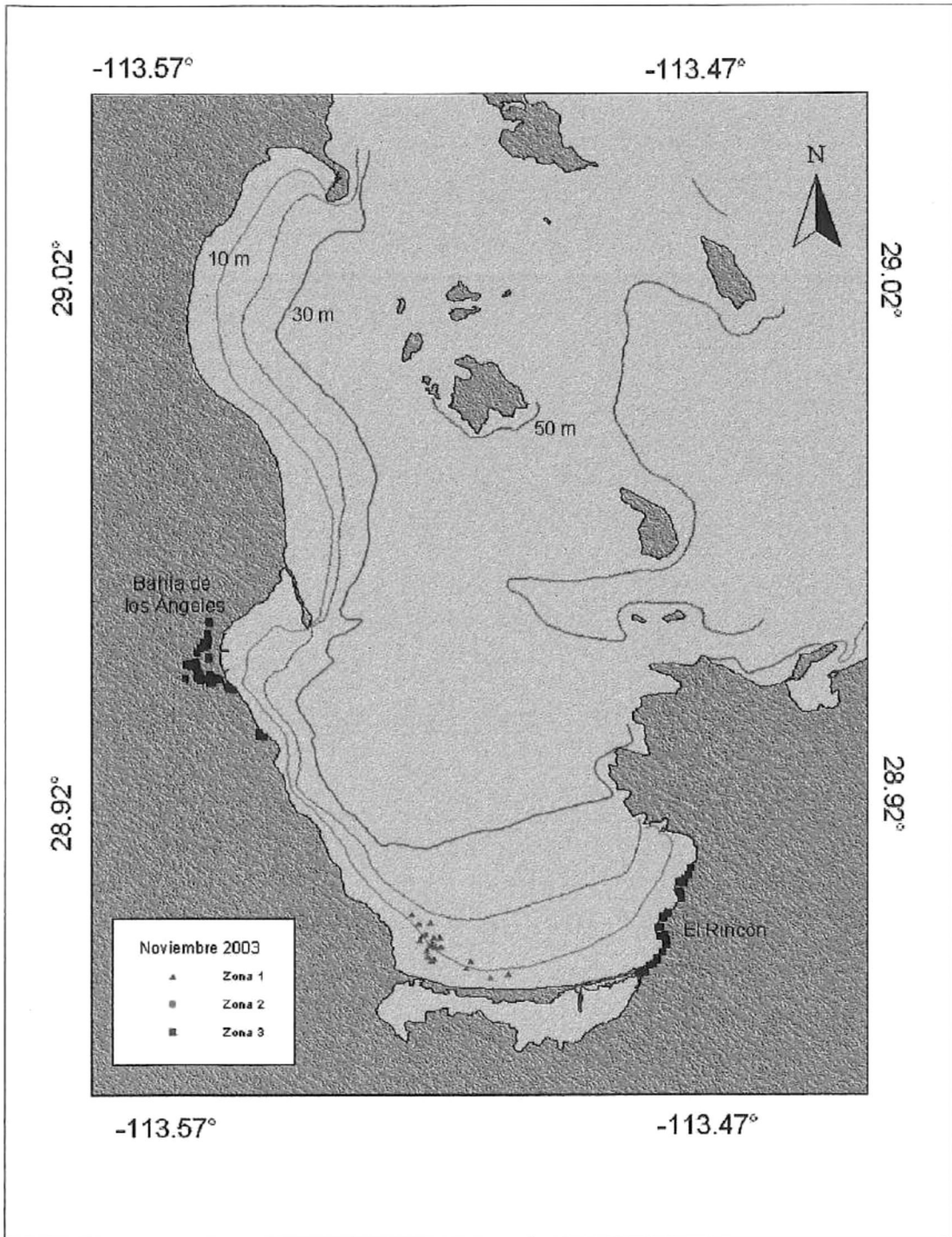


Figura 11. Distribución espacial de los avistamientos durante el mes de noviembre.

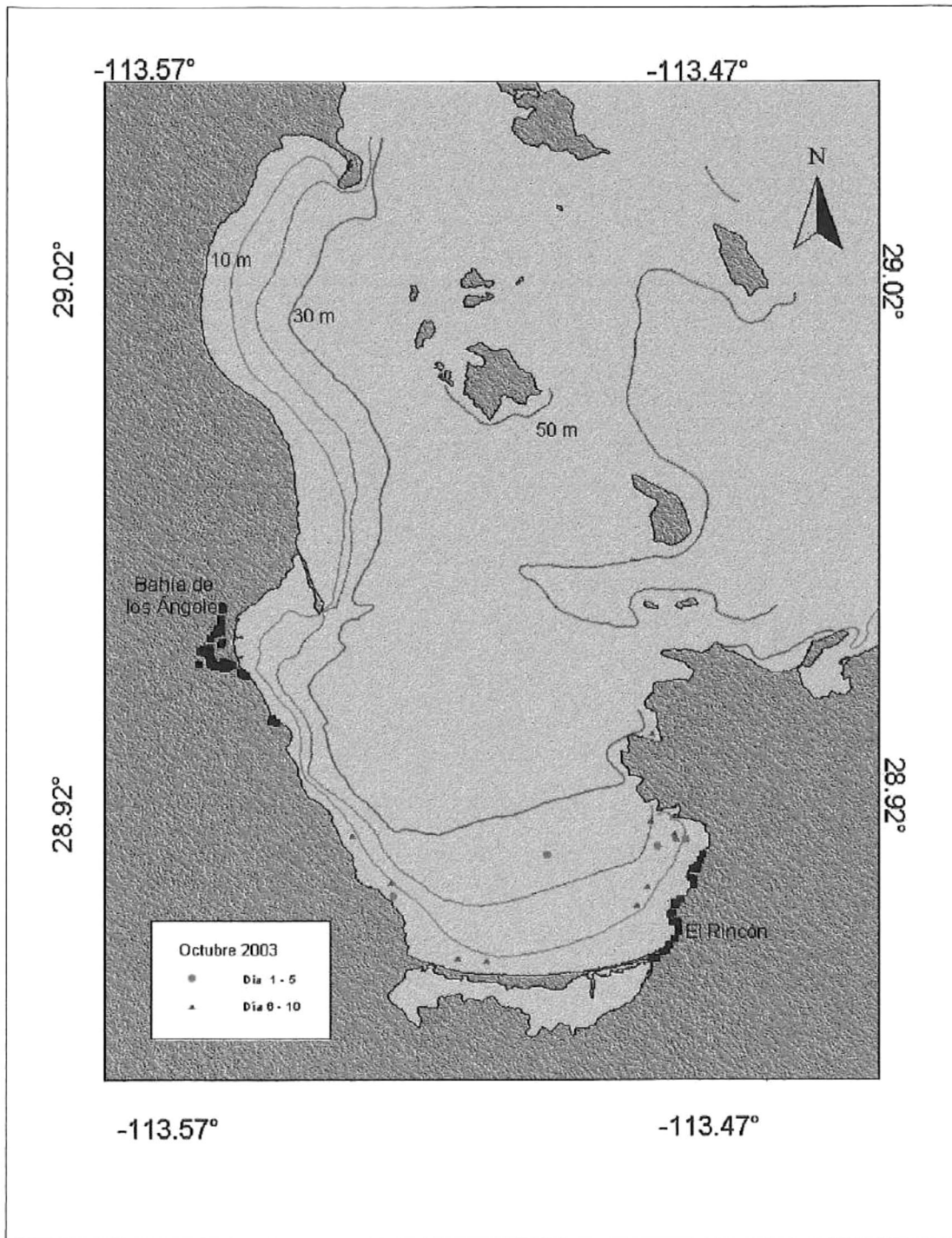


Figura 12. Distribución espacial de los avistamientos del primero al diez de.

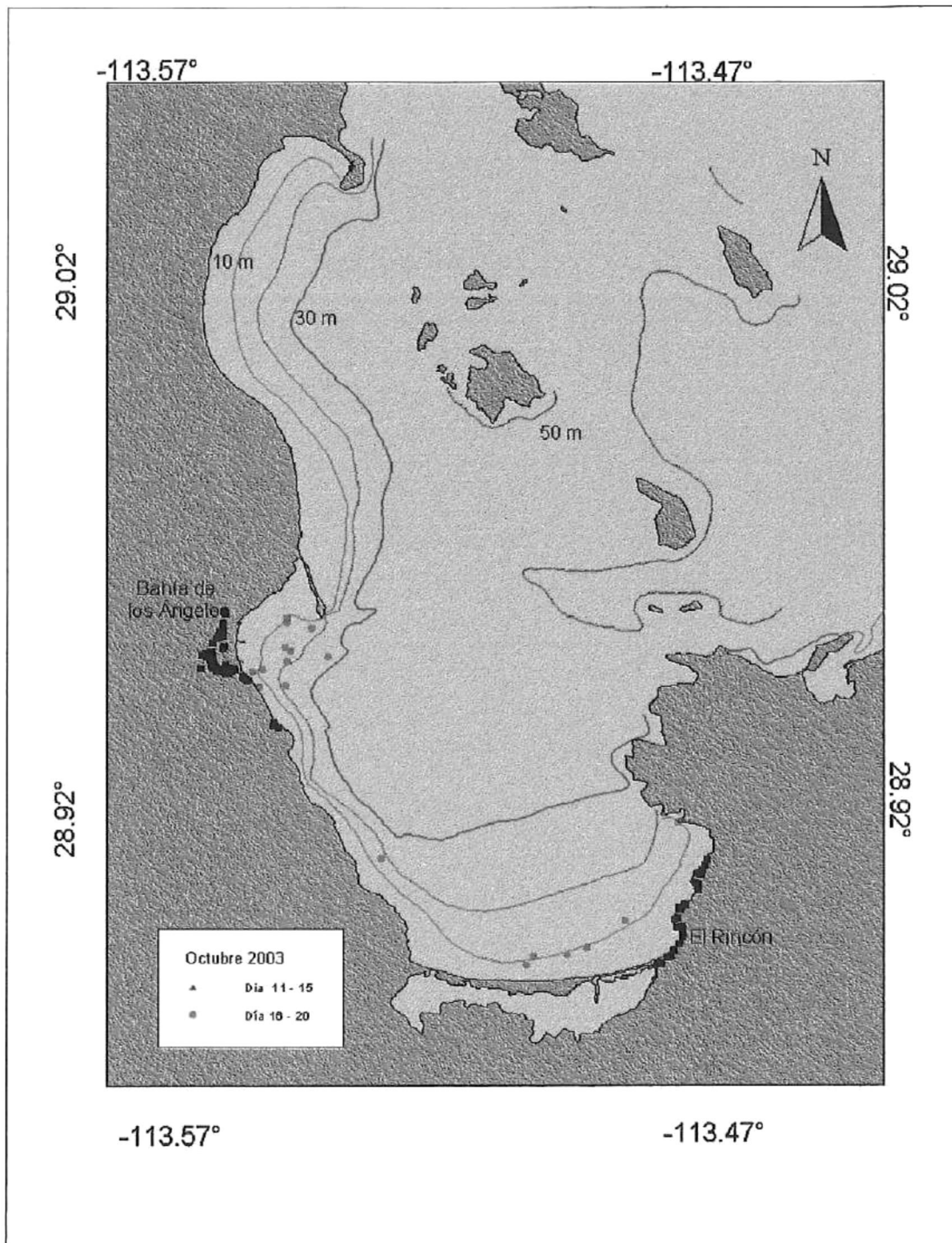


Figura 13. Distribución espacial de los avistamientos del 11 al 20 de.

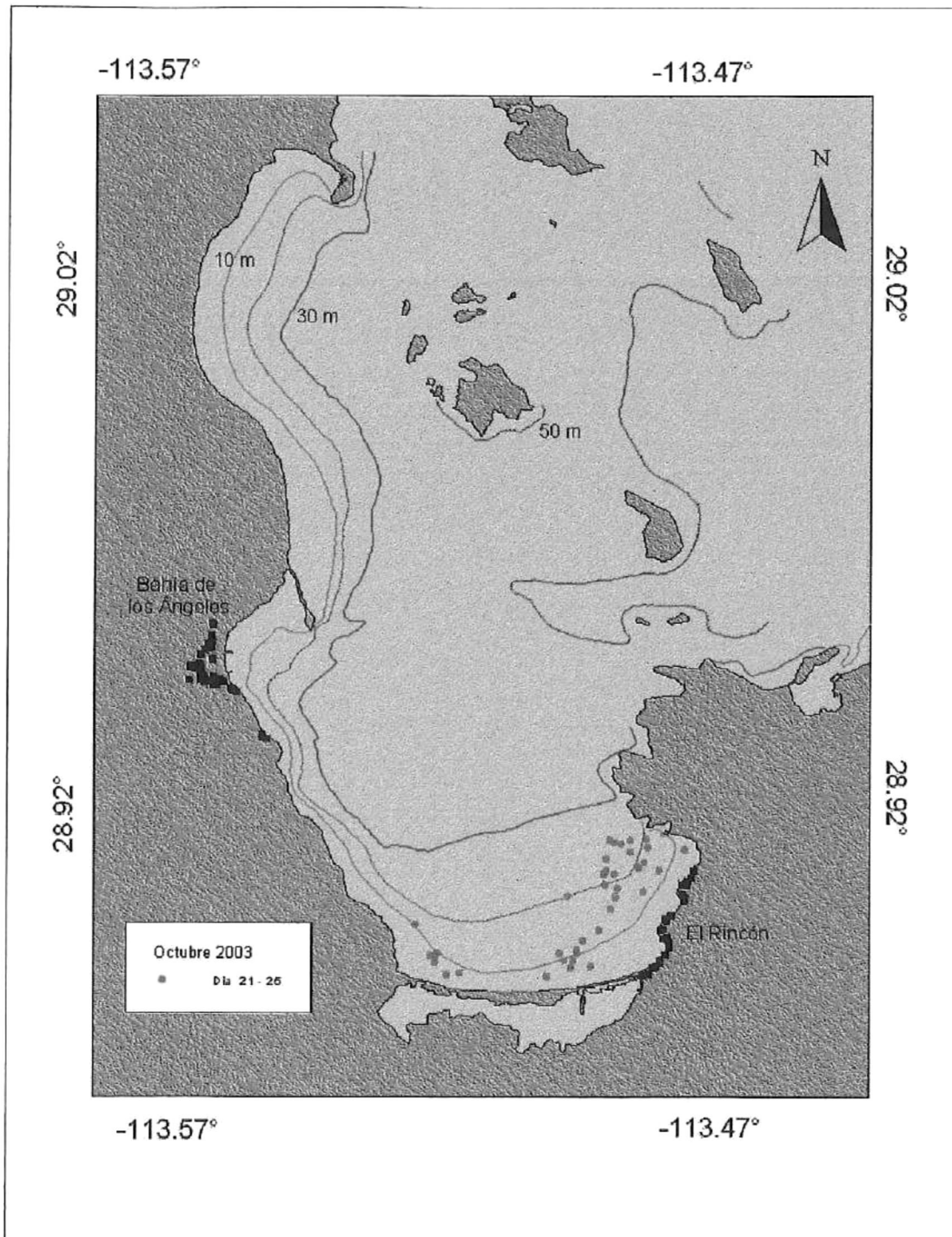


Figura 14. Distribución espacial de los avistamientos del 21 al 25 de.

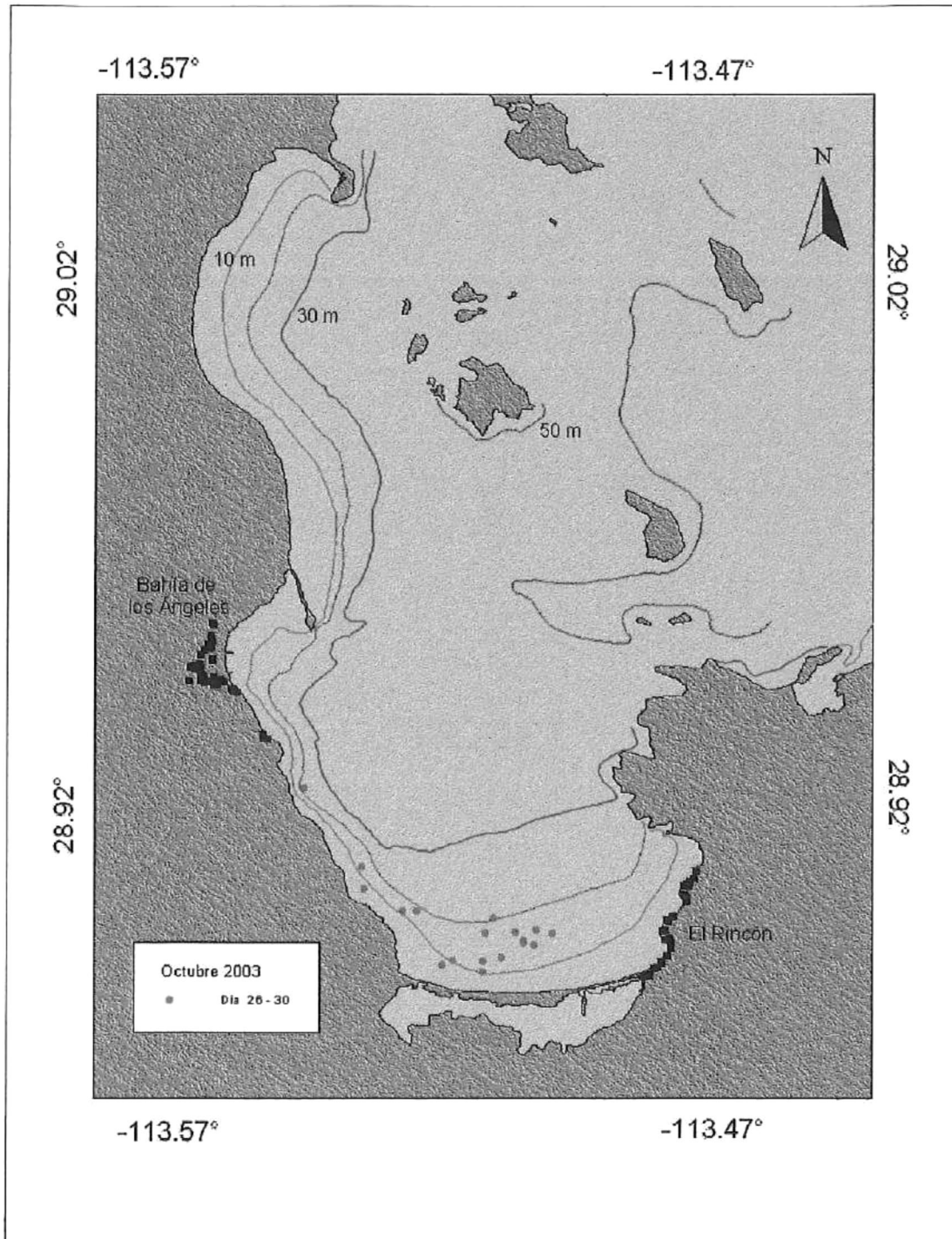


Figura 15. Distribución espacial de los avistamientos del 26 al 30 de.

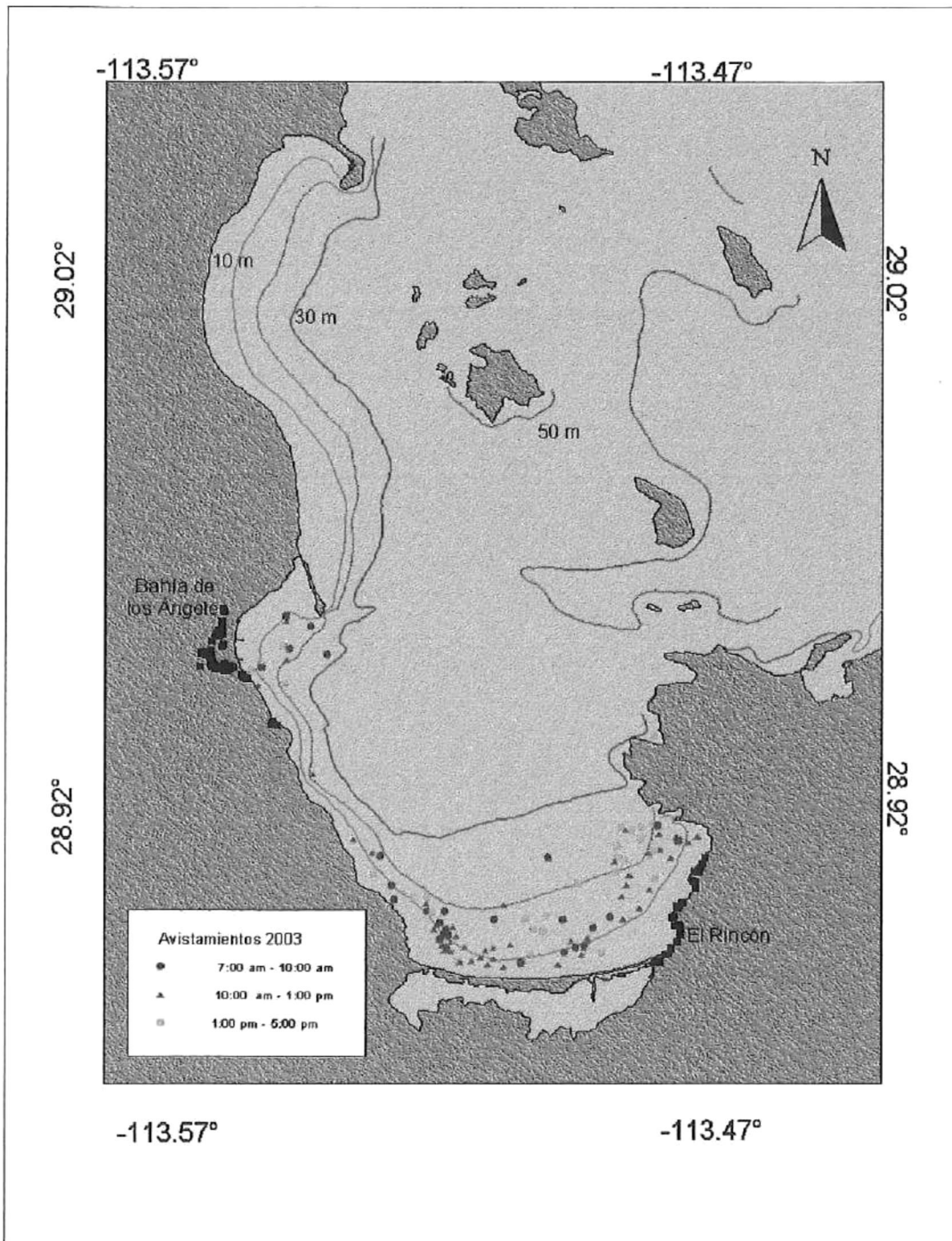
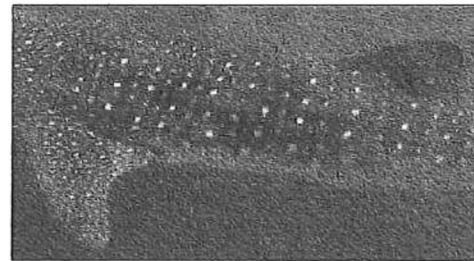
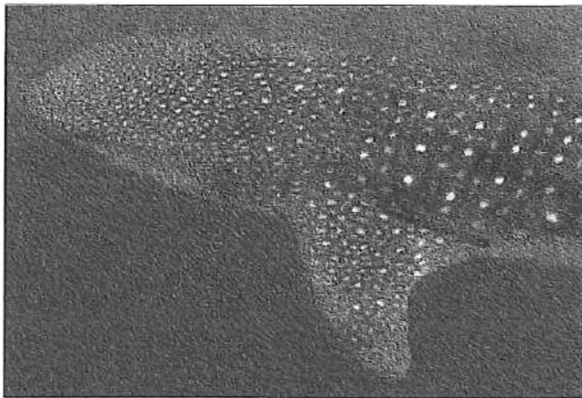


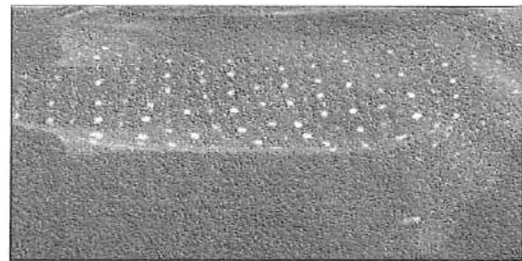
Figura 16. Distribución espacial y temporal de los avistamientos.

ANEXO 4. FICHAS TÉCNICAS.

| | |
|---------------------------------|---|
| Nombre | Rummy |
| Clave | Rt02102003BA01 |
| Temporada | 2003 |
| Primer día de identificación | 2 de octubre |
| Localidad | Bahía de los Ángeles |
| Tamaño estimado | 4.5 – 5.5 m |
| Sexo | Macho |
| No. de avistamientos | 3 |
| Fotografías por | Dr. Roberto Enríquez |
| Toma de las características por | Lucina Iñiguez Hernández y Biviana Ávila Moreno |
| Características generales | En el lado derecho de la parte superior del animal (parte dorsal) tiene una hilera de puntos en forma de cadenita; aleta anal izquierda tiene un punto bien definido. |

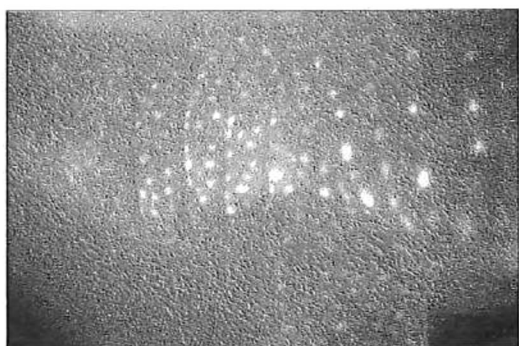


Fotografías digitales desde fuera del agua del costado izquierdo

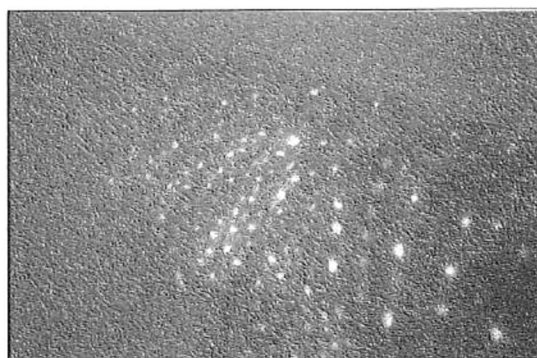


Fotografías digitales desde fuera del agua del costado derecho

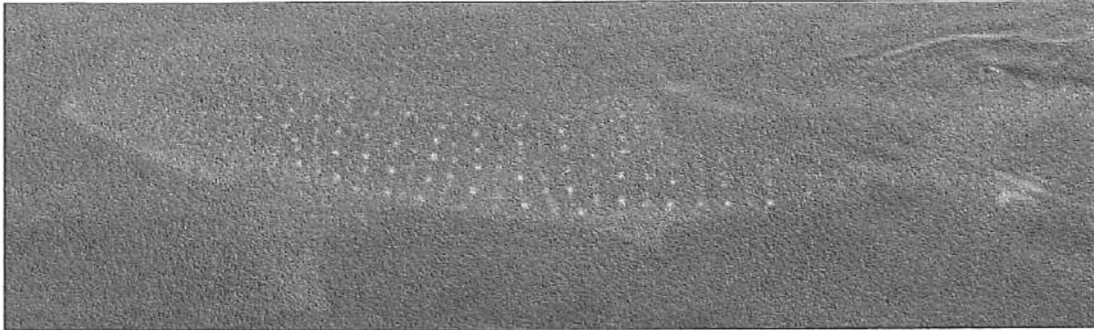
| | |
|---------------------------------|---|
| Nombre | Morenazo |
| Clave | Rt02102003BA02 |
| Temporada | 2003 |
| Primer día de identificación | 2 de octubre |
| Localidad | Bahía de los Angeles |
| Tamaño estimado | 7.5 – 8 m |
| Sexo | Macho |
| No. de avistamientos | 11 |
| Fotografías por | Dr. Roberto Enríquez |
| Toma de las características por | Lucina Iñiguez Hernández y Biviana Ávila Moreno |
| Características generales | Color negro oscuro; del lado izquierdo, después de las branquias sus patrones de puntos simulan un tipo de Z. |



Fotografías submarinas del costado izquierdo que muestran la branquia y la aleta dorsal

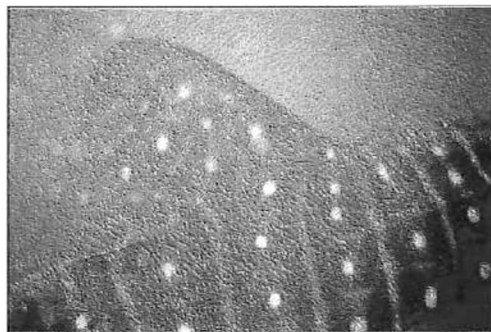


Fotografía submarina del costado izquierdo de la cabeza y branquias



Fotografía digital desde fuera del agua de todo el costado izquierdo

| | |
|---------------------------------|--|
| Nombre | Perdido |
| Clave | Rt07102003BA04 |
| Temporada | 2003 |
| Primer día de identificación | 7 de octubre |
| Localidad | Bahía de los Ángeles |
| Tamaño estimado | 4.5 - 5 m |
| Sexo | Macho |
| No. de avistamientos | 6 |
| Fotografías por | Dr. Roberto Enríquez |
| Toma de las características por | Lucina Iñiguez Hernández y Biviana Ávila Moreno |
| Características generales | Tiene dos patrones en forma de U en el lado izquierdo de la cabeza, las aperturas de estas U's dan al lado derecho; el lado derecho de la cabeza muestra patrones de rallas que bajan. |



Fotos submarina del costado derecho que muestra la cabeza y la aleta dorsal

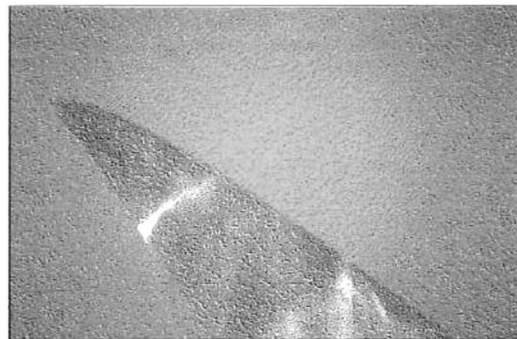
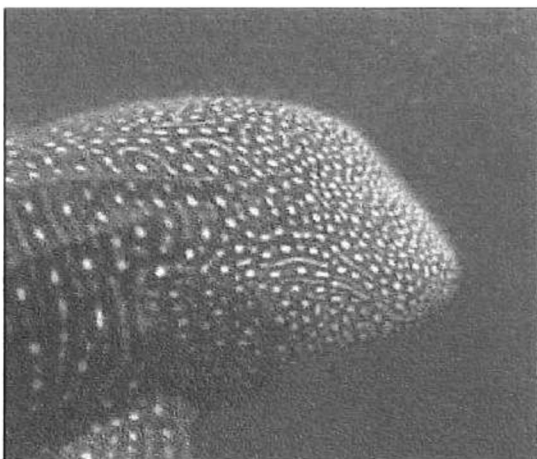
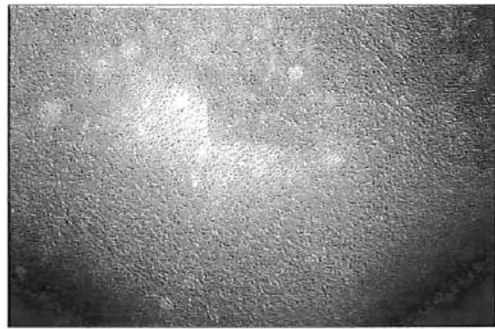
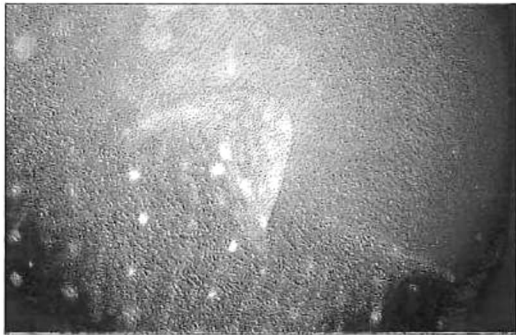
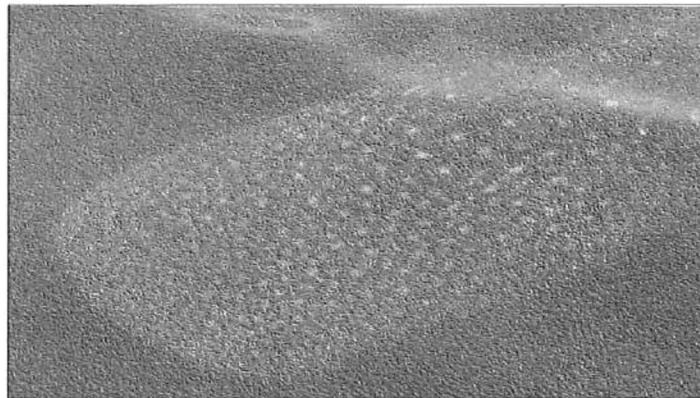


Foto digital desde fuera del agua de la parte superior de la cabeza y fotografía submarina del lado derecho de la aleta caudal

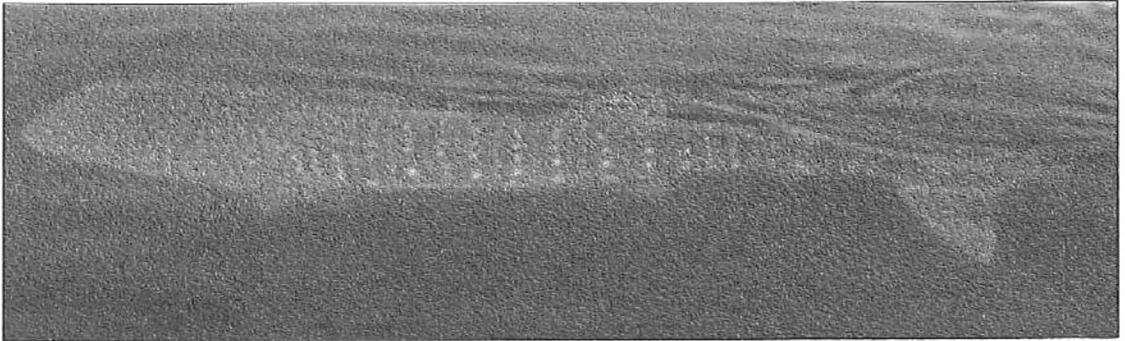
| | |
|---------------------------------|---|
| Nombre | Manquita |
| Clave | Rt07102003BA05 |
| Temporada | 2003 |
| Primer día de identificación | 7 de octubre |
| Localidad | Bahía de los Ángeles |
| Tamaño estimado | 7 m |
| Sexo | Hembra |
| No. de avistamientos | 11 |
| Fotografías por | Dr. Roberto Enríquez |
| Toma de las características por | Lucina Iñiguez Hernández y Biviana Ávila Moreno |
| Características generales | Le falta aleta pectoral izquierda; tiene marca en la aleta caudal lado izquierdo; Aleta dorsal un poco doblada. |



Fotografía submarina del lado izquierdo de la aleta dorsal y de la aleta pectoral izquierda

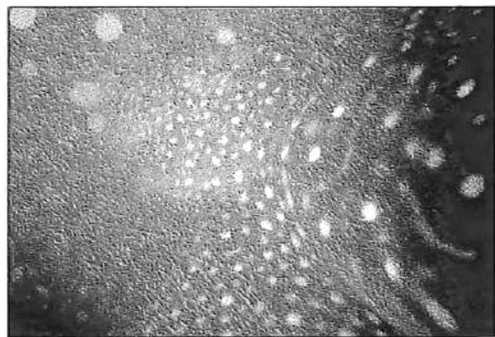
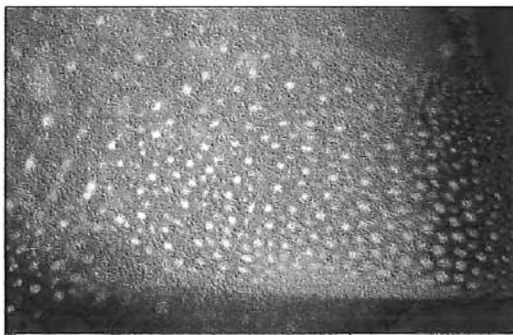


Fotografía digital desde fuera del agua de la cabeza

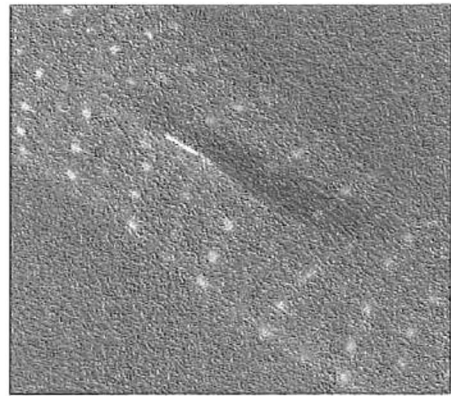
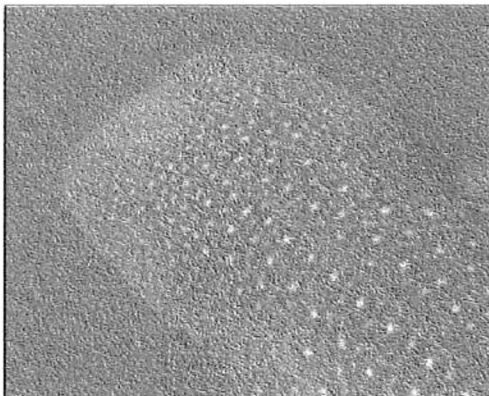


Fotografía digital desde fuera del agua de todo el costado izquierdo

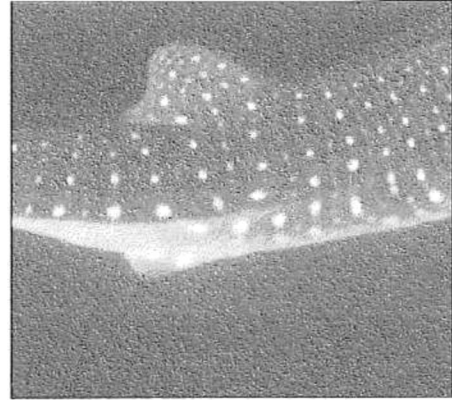
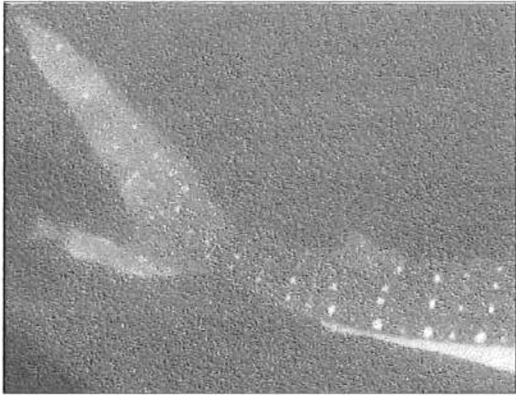
| | |
|---------------------------------|---|
| Nombre | Lorenzo |
| Clave | Rt07102003BA06 |
| Temporada | 2003 |
| Primer día de identificación | 7 de octubre |
| Localidad | Bahía de los Angeles |
| Tamaño estimado | 5 – 6 m |
| Sexo | Macho |
| No. de avistamientos | 11 |
| Fotografías por | Dr. Roberto Enríquez |
| Toma de las características por | Lucina Iñiguez Hernández y Biviana Ávila Moreno |
| Características generales | Del lado izquierdo, después de las branquias, presenta un patrón grande en forma de V o U con una hilera de puntos en medio de este patrón; en la cabeza, a lo largo de la columna, presenta 6 patrones de círculos, 3 a cada lado; tiene un raspón en la parte superior de la aleta dorsal y otro en el tronco de la aleta caudal, lado izquierdo. |



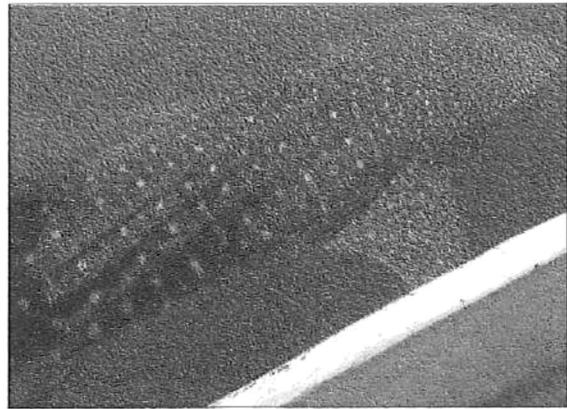
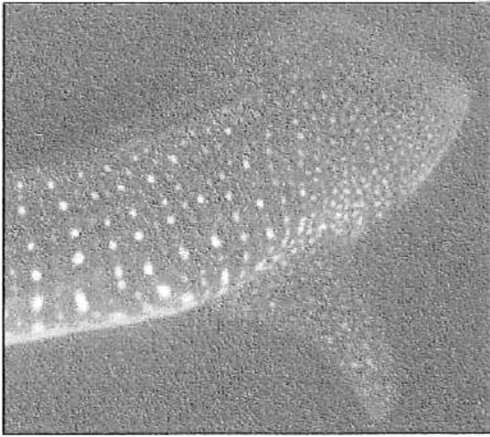
Fotografías submarinas del costado derecho que muestra la cabeza y del costado izquierdo que muestra antes de las branquias



Fotografías digitales desde fuera del agua de la parte superior que muestran la cabeza y la aleta dorsal

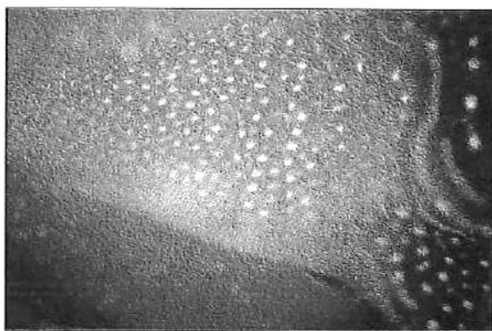


Fotografías submarinas del costado derecho, la primera muestra la aleta caudal y la aleta dorsal posterior (más chica) y la segunda muestra la aleta caudal anterior (más grande) y la aleta anal

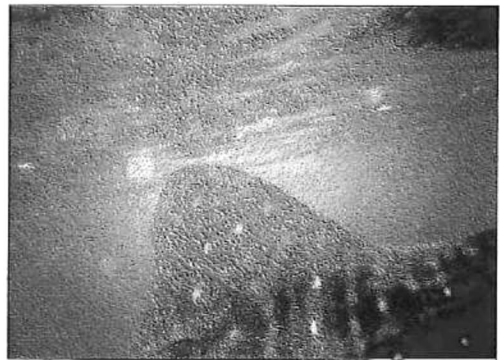


Fotografías digitales desde fuera del agua del costado derecho que muestran la cabeza, las branquias y la aleta pectoral

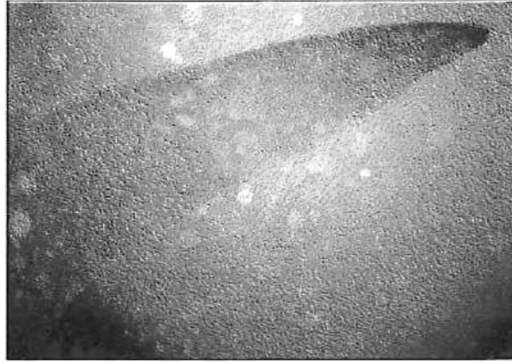
| | |
|---------------------------------|--|
| Nombre | Lola |
| Clave | Rt07102003BA07 |
| Temporada | 2003 |
| Primer día de identificación | 7 de octubre |
| Localidad | Bahía de los Angeles |
| Tamaño estimado | 5.5 – 6.5 m |
| Sexo | Hembra |
| No. de avistamientos | 10 |
| Fotografías por | Dr. Roberto Enríquez |
| Toma de las características por | Lucina Iñiguez Hernández y Biviana Ávila Moreno |
| Características generales | Casi ausencia de la muesca, cicatrices en la aleta caudal; le falta un pedacito en forma de < por debajo de la muesca de la aleta caudal; del lado izquierdo, después de las branquias, tiene un patrón de rallas que asemejan una ε; propelazos en parte dorsal, 5 verticales y 1 horizontal; propelazo lado derecho de aleta dorsal. Nota: hay duda de que estas características estén describiendo a dos diferentes individuos que a su vez se parecen mucho. |



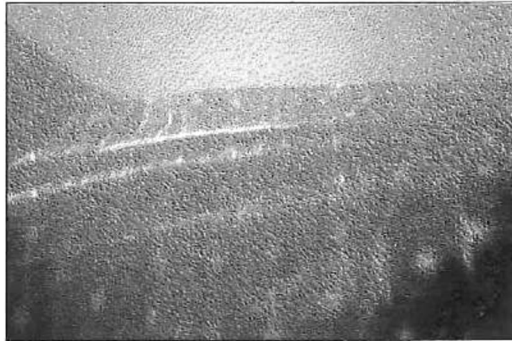
Fotografías submarinas del costado izquierdo que muestran la cabeza y la aleta dorsal anterior



Fotografías submarinas del costado derecho que muestran la cabeza y la aleta dorsal anterior



Fotografía submarina del lado izquierdo de la aleta caudal



Fotografía submarina del costado derecho antes de la aleta dorsal anterior que muestra propelazos



Fotografía desde fuera del agua del costado derecho que muestra la aleta dorsal anterior y varios propelazos

| | |
|---------------------------------|--|
| Nombre | Martini |
| Clave | Rt07102003BA08 |
| Temporada | 2003 |
| Primer día de identificación | 7 de octubre |
| Localidad | Bahía de los Ángeles |
| Tamaño estimado | 4.5 – 5.5 m |
| Sexo | Macho |
| No. de avistamientos | 2 |
| Fotografías por | Dr. Roberto Enríquez |
| Toma de las características por | Lucina Iñiguez Hernández y Biviana Ávila Moreno |
| Características generales | Sus patrones de puntos en la cabeza, lado derecho, simulan estar alineados paralelos a su cuerpo (caudal-cabeza); franja blanca en aleta caudal. |

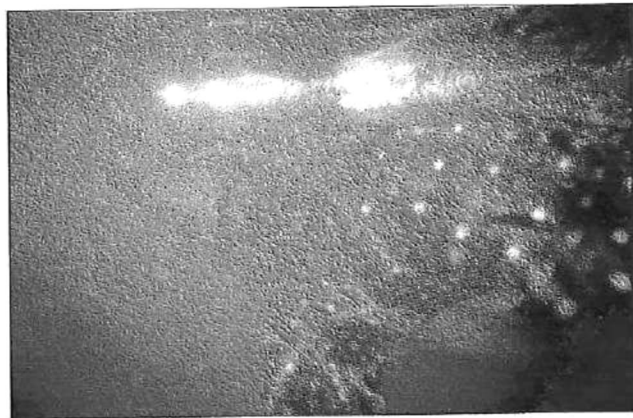


Fotografía submarina del costado derecho

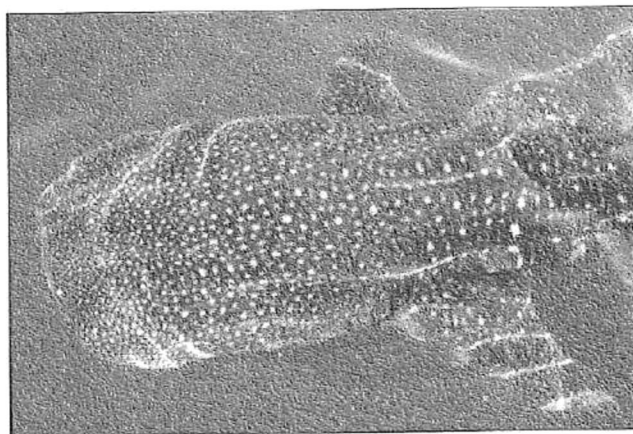


Fotografía submarina del costado izquierdo que muestra la aleta dorsal anterior

| | |
|---------------------------------|---|
| Nombre | Malibu |
| Clave | Rt08102003BA09 |
| Temporada | 2003 |
| Primer día de identificación | 8 de octubre |
| Localidad | Bahía de los Ángeles |
| Tamaño estimado | 5.5 |
| Sexo | Hembra |
| No. de avistamientos | 1 |
| Fotografías por | Dr. Roberto Enríquez |
| Toma de las características por | Lucina Iñiguez Hernández y Biviana Ávila Moreno |
| Características generales | En toda su parte superior, principalmente en el área de la cabeza, sus puntos son muy bien definidos y de buen tamaño además, estos se encuentran a una distancia muy cercana de uno entre otros. |

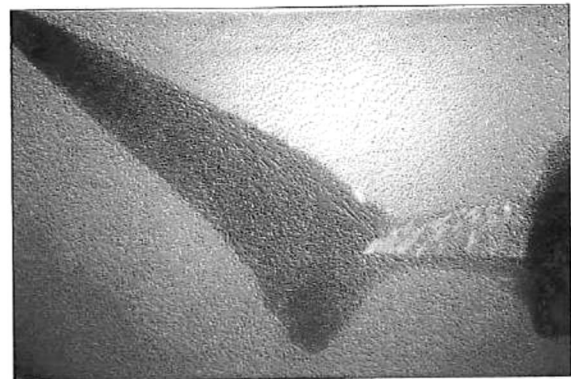


Fotografía submarina del costado izquierdo que muestra las branquias y la aleta pectoral

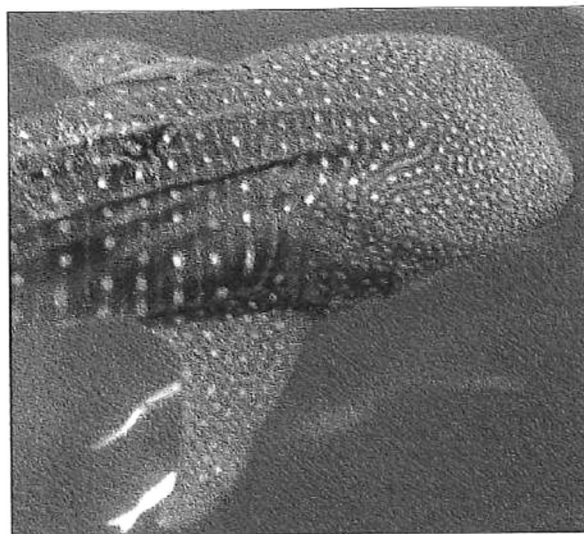


Fotografía digital desde fuera del agua de la parte superior de la cabeza

| | |
|---------------------------------|--|
| Nombre | La Mocha |
| Clave | Rt08102003BA10 |
| Temporada | 2003 |
| Primer día de identificación | 8 de octubre |
| Localidad | Bahía de los Ángeles |
| Tamaño estimado | 5.5 m |
| Sexo | Hembra |
| No. de avistamientos | 1 |
| Fotografías por | Dr. Roberto Enriquez |
| Toma de las características por | Lucina Iñiguez Hernández y Biviana Ávila Moreno |
| Características generales | Le falta casi toda la parte inferior de su aleta caudal. |

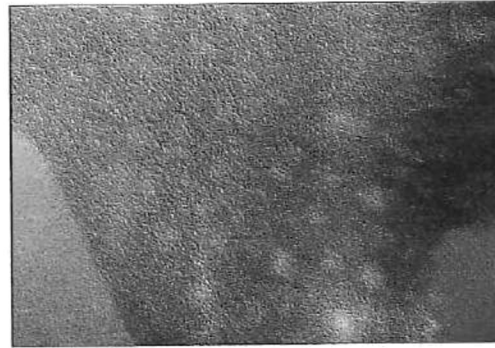
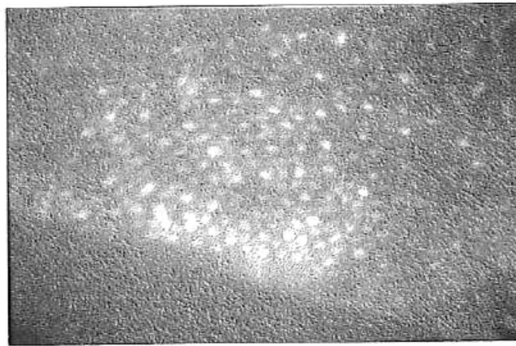


Fotografías submarinas del costado derecho que muestran la cabeza y la aleta caudal mutilada

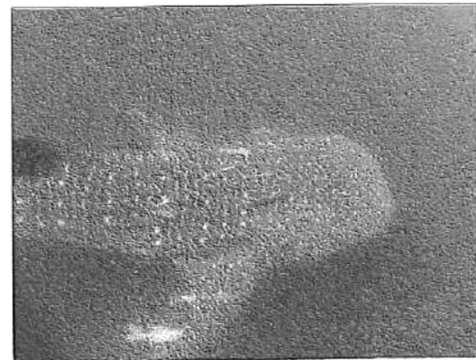
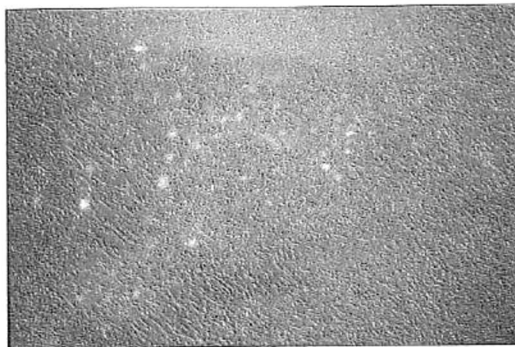


Fotografía digital desde fuera del agua de la parte superior de la cabeza

| | |
|---------------------------------|---|
| Nombre | Mordido alias “James el asesino” |
| Clave | Rt16102003BA11 |
| Temporada | 2003 |
| Primer día de identificación | 16 de octubre |
| Localidad | Bahía de los Ángeles |
| Tamaño estimado | 6 – 7 m |
| Sexo | Macho |
| No. de avistamientos | 8 |
| Fotografías por | Dr. Roberto Enríquez |
| Toma de las características por | Lucina Iñiguez Hernández y Biviana Ávila Moreno |
| Características generales | En su aleta pectoral izquierda, parte interior, tiene una mordida o algo parecido que está bien definido; tiene un patrón en forma de U después de su aleta pectoral derecha; propelazo delante de la aleta dorsal, lado derecho. Este tiburón presentó un comportamiento muy peculiar, no dejó que las embarcaciones y los buzos se le acercaran mucho, al sentir algo cerca trataba de evadirlo por medio de coletazos. |

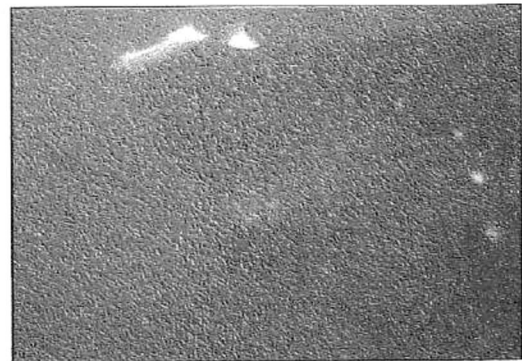


Fotografías submarinas del costado izquierdo, la primera muestra parte de la cabeza y la segunda, parte de la aleta pectoral

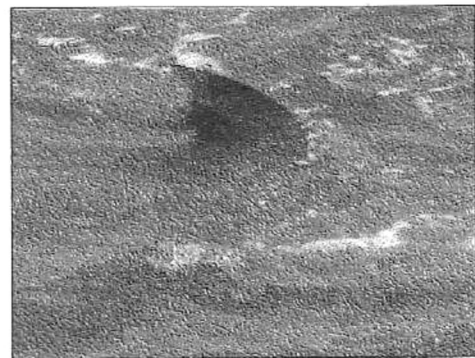


Fotografía submarina del costado derecho que muestra parte de la cabeza, las branquias y la aleta pectoral, y fotografía digital desde fuera del agua de la parte superior que muestra: cabeza, branquias, aletas pectorales y parte de la aleta dorsal anterior

| | |
|---------------------------------|---|
| Nombre | Willy |
| Clave | Rt20102003BA12 |
| Temporada | 2003 |
| Primer día de identificación | 20 de octubre |
| Localidad | Bahía de los Ángeles |
| Tamaño estimado | 6 m |
| Sexo | Macho |
| No. de avistamientos | 4 |
| Fotografías por | Dr. Roberto Enríquez |
| Toma de las características por | Lucina Iñiguez Hernández y Biviana Ávila Moreno |
| Características generales | Aleta dorsal doblada hacia el lado derecho; en su lado izquierdo, después de las branquias, tiene tres patrones de círculos, uno encima de otro sin tocarse, siendo el de abajo el más grande de los tres; después de los patrones de círculos se encuentra un patrón de una U. |

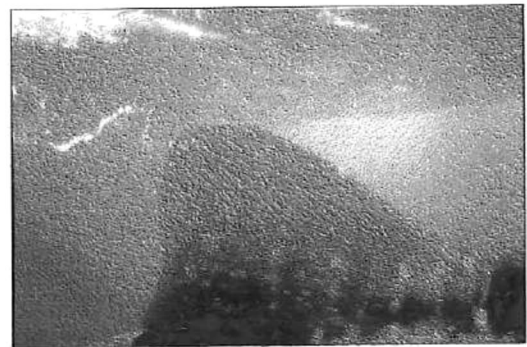


Fotografías submarinas del costado izquierdo que muestra la cabeza y las branquias



Fotografía submarina de la parte superior que muestra la aleta dorsal anterior y fotografía desde fuera del agua que muestra el lado derecho de la aleta dorsal anterior

| | |
|---------------------------------|--|
| Nombre | Cochito |
| Clave | Rt20102003BA13 |
| Temporada | 2003 |
| Primer día de identificación | 20 de octubre |
| Localidad | Bahía de los Angeles |
| Tamaño estimado | 5.5 m |
| Sexo | No identificado |
| No. de avistamientos | 1 |
| Fotografías por | Dr. Roberto Enríquez |
| Toma de las características por | Lucina Iñiguez Hernández y Biviana Ávila Moreno |
| Características generales | Es muy ancho para el largo de su cuerpo, parece que fuera gordo. |

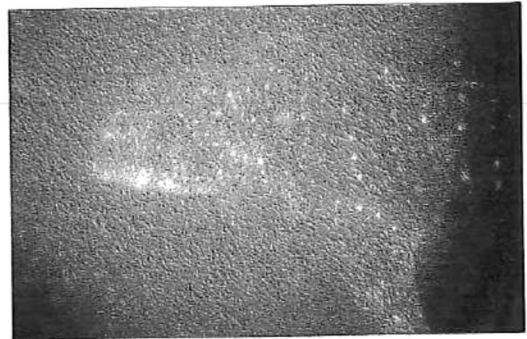


Fotografías submarinas del costado derecho que muestran la cabeza, la aleta pectoral y la aleta dorsal anterior

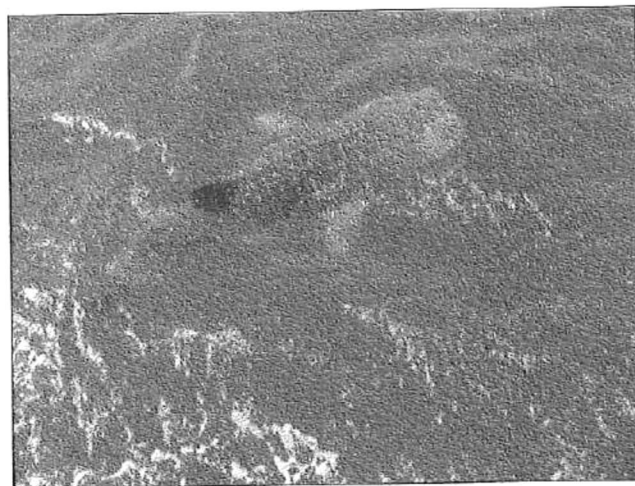


Fotografía submarina del costado izquierdo que muestra la cabeza y la aleta pectoral

| | |
|---------------------------------|---|
| Nombre | Hobbes |
| Clave | Rt20102003BA14 |
| Temporada | 2003 |
| Primer día de identificación | 20 de octubre |
| Localidad | Bahía de los Ángeles |
| Tamaño estimado | 3.5 – 3.8 m |
| Sexo | Macho |
| No. de avistamientos | 9 |
| Fotografías por | Dr. Roberto Enríquez |
| Toma de las características por | Lucina Iñiguez Hernández y Biviana Ávila Moreno |
| Características generales | Aleta dorsal de tono claro y en general color claro; tiene un raspón detrás de la aleta dorsal, lado derecho, está inclinado a 45°. |

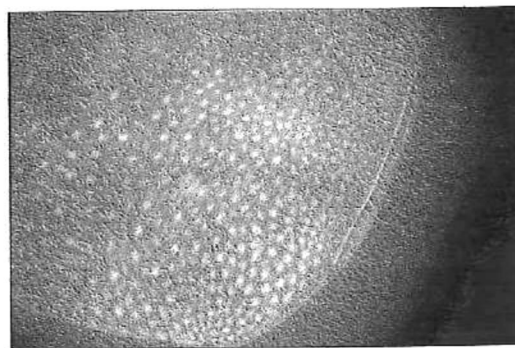


Fotografías submarinas: la primera es del costado derecho y la segunda del costado izquierdo

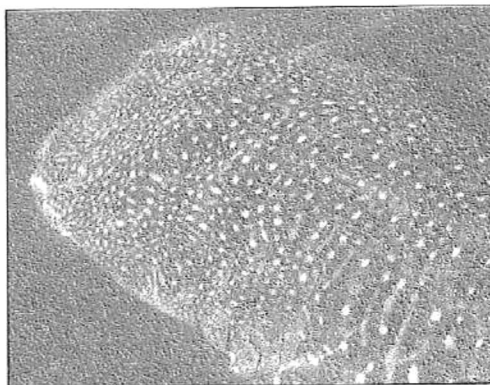


Fotografía digital desde fuera del agua de la parte superior

| | |
|---------------------------------|--|
| Nombre | Norma |
| Clave | <i>Rt21102003BA15</i> |
| Temporada | 2003 |
| Primer día de identificación | 21 de octubre |
| Localidad | Bahía de los Ángeles |
| Tamaño estimado | 6 – 7 m |
| Sexo | Hembra |
| No. de avistamientos | 9 |
| Fotografías por | Dr. Roberto Enríquez |
| Toma de las características por | Lucina Iñiguez Hernández y Biviana Ávila Moreno |
| Características generales | Tiene dos patrones de medias lunas en lado derecho de la parte dorsal de la cabeza; muesca abierta; pico o protuberancia pequeña en aleta dorsal; cortes pequeños en forma de V en aleta caudal; parte anterior de la aleta dorsal está erosionada; tiene un corte en forma de sierra en la aleta caudal entre la parte superior y la inferior; una cicatriz delgadita, recta en el lado derecho del rostro, hasta antes de las branquias. |

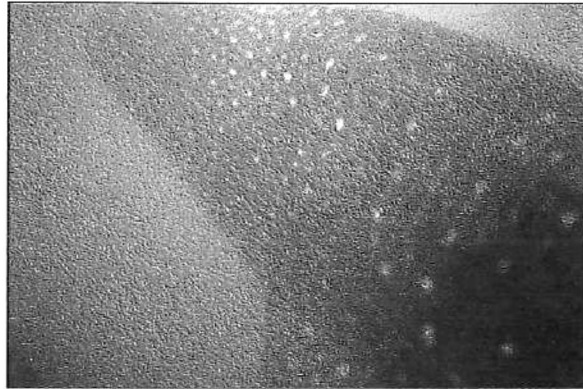


Fotografías submarinas: la primera es del lado izquierdo de la aleta caudal y la segunda de la parte superior de la cabeza



Fotografía digital desde fuera del agua de la parte superior

| | |
|---------------------------------|---|
| Nombre | Calvin |
| Clave | Rt21102003BA16 |
| Temporada | 2003 |
| Primer día de identificación | 23 de octubre |
| Localidad | Bahía de los Ángeles |
| Tamaño estimado | 5.5 m |
| Sexo | Macho |
| No. de avistamientos | 1 |
| Fotografías por | Dr. Roberto Enríquez |
| Toma de las características por | Lucina Iñiguez Hernández y Biviana Ávila Moreno |
| Características generales | Dibujos hacia atrás como S, muesca abierta. |

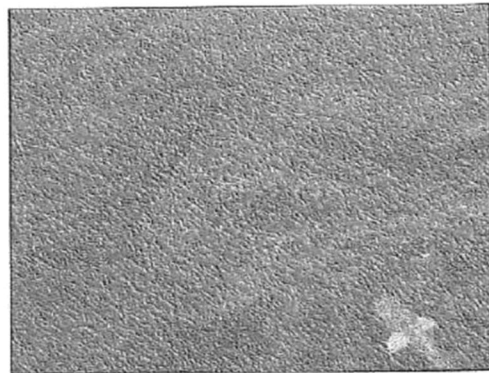
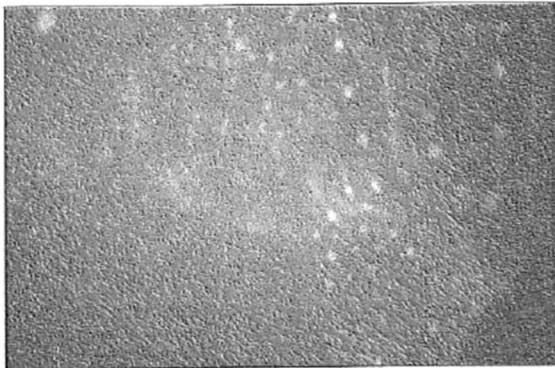


Fotografía submarina del costado izquierdo que muestra la cabeza



Fotografía submarina del costado izquierdo que muestra la cabeza y la aleta pectoral

| | |
|---------------------------------|--|
| Nombre | Prietazo |
| Clave | Rt21102003BA17 |
| Temporada | 2003 |
| Primer día de identificación | 21 de octubre |
| Localidad | Bahía de los Ángeles |
| Tamaño estimado | 7.5 m |
| Sexo | Macho |
| No. de avistamientos | 3 |
| Fotografías por | Dr. Roberto Enríquez |
| Toma de las características por | Lucina Iñiguez Hernández y Biviana Ávila Moreno |
| Características generales | Aleta dorsal con muesca; color cafésoso oscuro; aleta caudal con 2 cortadas verticales (asa superior); bajo la muesca de la aleta caudal tiene una mordidita; cicatrices horizontales en aleta dorsal. |

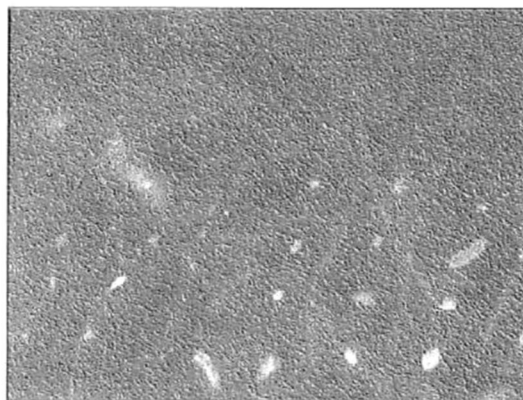


La primera fotografía es submarina del costado izquierdo y muestra la aleta pectoral, la segunda fotografía es digital desde fuera del agua y muestra la parte superior de la cabeza

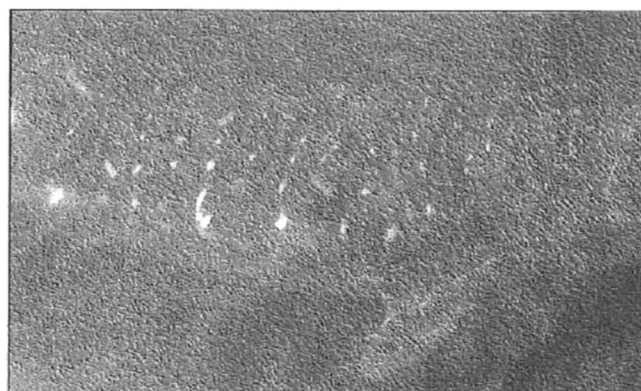


Fotografías submarinas del costado izquierdo que muestran la aleta dorsal anterior y la aleta caudal

| | |
|---------------------------------|---|
| Nombre | Flor |
| Clave | Rt22102003BA18 |
| Temporada | 2003 |
| Primer día de identificación | 22 de octubre |
| Localidad | Bahía de los Ángeles |
| Tamaño estimado | 4.5 m |
| Sexo | Hembra |
| No. de avistamientos | 3 |
| Fotografías por | Dr. Roberto Enríquez |
| Toma de las características por | Lucina Iñiguez Hernández y Biviana Ávila Moreno |
| Características generales | Cola con muesca a 90°; aleta dorsal oscura y presenta una greca de tono muy tenue que asemeja una flor con un punto en medio. |

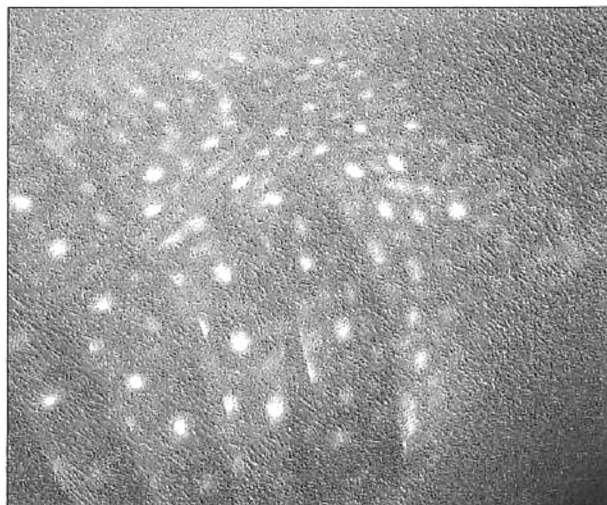


Fotografía digital desde fuera del agua del costado derecho que muestra la aleta dorsal anterior



Fotografía digital desde fuera del agua del costado derecho que muestra la aleta pectoral y la dorsal anterior

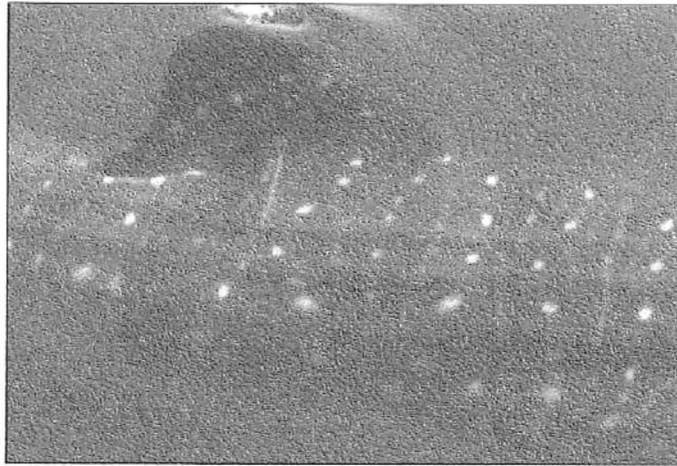
| | |
|---------------------------------|--|
| Nombre | Zorro |
| Clave | Rt22102003BA19 |
| Temporada | 2003 |
| Primer día de identificación | 22 de octubre |
| Localidad | Bahía de los Ángeles |
| Tamaño estimado | 5.5 m |
| Sexo | Macho |
| No. de avistamientos | 7 |
| Fotografías por | Dr. Roberto Enríquez |
| Toma de las características por | Lucina Iñiguez Hernández y Biviana Ávila Moreno |
| Características generales | Franja oscura en cara, lado derecho; también, presenta un patrón en forma de trinche en la parte derecha de la cabeza. |



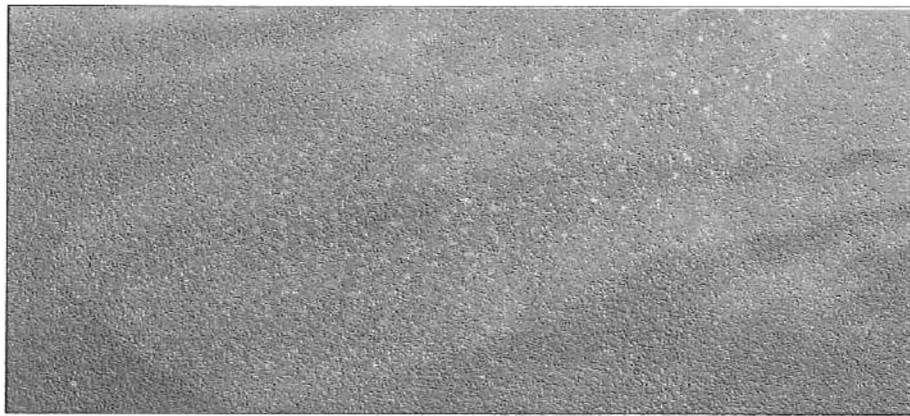
Fotografía submarina del costado derecho que muestra las branquias



Fotografía submarina del costado izquierdo que muestra las branquias

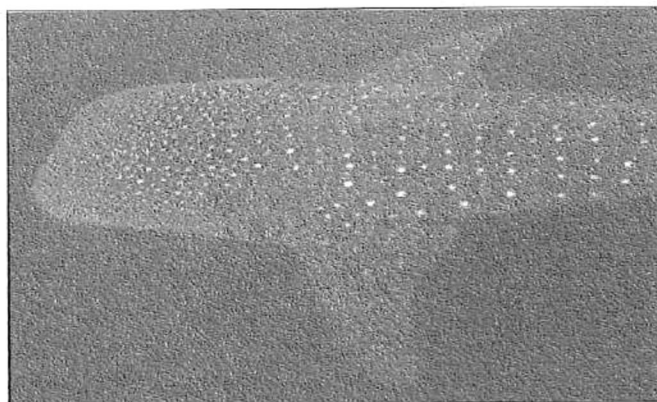


Fotografía digital desde fuera del agua del costado derecho de la aleta dorsal anterior



Fotografía digital desde fuera del agua de la parte superior de la cabeza

| | |
|---------------------------------|--|
| Nombre | Pochi |
| Clave | Rt23102003BA20 |
| Temporada | 2003 |
| Primer día de identificación | Noviembre |
| Localidad | Bahía de los Ángeles |
| Tamaño estimado | 5 m |
| Sexo | Hembra |
| No. de avistamientos | 1 |
| Fotografías por | Dr. Roberto Enríquez |
| Toma de las características por | Lucina Iñiguez Hernández y Biviana Ávila Moreno |
| Características generales | Aleta caudal superior muy cortada, ya se le cayó un pedazo grande de esta aleta. |

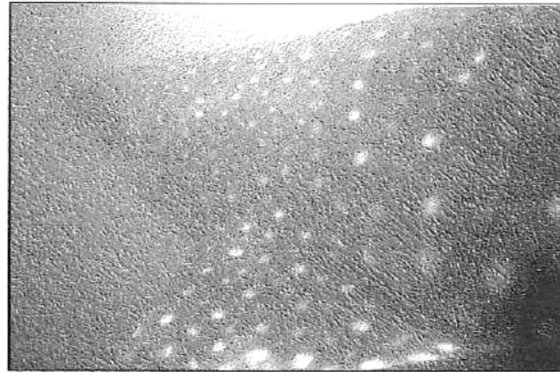


Fotografía digital desde fuera del agua de la parte superior que muestra la cabeza, las branquias y las aletas pectorales



Fotografía digital desde fuera del agua del costado izquierdo de la aleta caudal

| | |
|---------------------------------|---|
| Nombre | Cicloferón |
| Clave | Rt28102003BA21 |
| Temporada | 2003 |
| Primer día de identificación | 28 de octubre |
| Localidad | Bahía de los Ángeles |
| Tamaño estimado | 5.5 – 6 m |
| Sexo | Macho |
| No. de avistamientos | 6 |
| Fotografías por | Dr. Roberto Enríquez |
| Toma de las características por | Lucina Iñiguez Hernández y Biviana Ávila Moreno |
| Características generales | Muesca en posición horizontal, tipo tijeras, bien definida, larga y bonita; tiene una cortada circular en el labio inferior que seguramente le sanará por completo. |



Fotografía submarina del costado izquierdo que muestra la cabeza y parte de la aleta pectoral

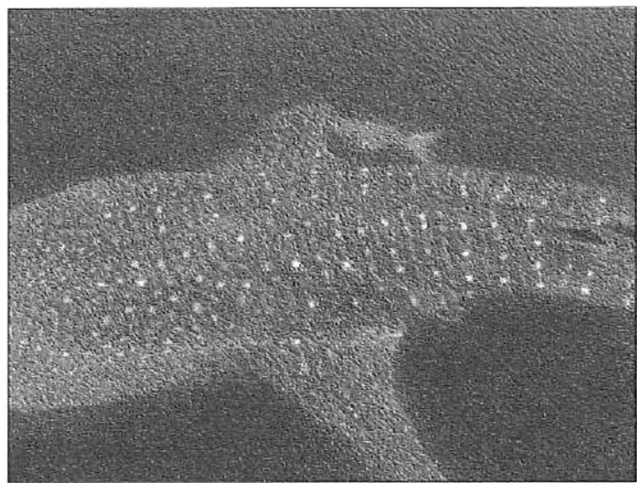


Fotografías digitales desde fuera del agua de la parte superior que muestran la cabeza y la boca abierta

| | |
|---------------------------------|---|
| Nombre | Ojito |
| Clave | Rt02112003BA22 |
| Temporada | 2003 |
| Primer día de identificación | 11 de noviembre |
| Localidad | Bahía de los Angeles |
| Tamaño estimado | 5.5 m |
| Sexo | No identificado |
| No. de avistamientos | 2 |
| Fotografías por | Dr. Roberto Enríquez |
| Toma de las características por | Lucina Iñiguez Hernández y Biviana Ávila Moreno |
| Características generales | Tiene un círculo continuo, o como dos C's encontradas, con un punto en el centro sobre la cabeza; en la aleta caudal más debajo de la muesca le falta un pedacito de aleta. |



Fotografía submarina del lado derecho de la aleta caudal



Fotografía digital desde fuera del agua de la parte superior